



Європейська  
Комісія

## ЗВІТ СПІЛЬНОГО ДОСЛІДНИЦЬКОГО ЦЕНТРУ ЗА ПРОЄКТОМ «НАУКА ДЛЯ ПОЛІТИКИ»

Довідковий документ за найкращими доступними технологіями та методами управління (НДТМ) для Поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, у тому числі хімічного захисту деревини та деревних продуктів

*Директива 2010/75/ЄС про  
промислові викиди  
(інтегрований підхід до  
запобігання забрудненню  
та його контролю)*

Георгіос Хронопулос, Гізем-Едже Джакмак, Пол Темпані, Габріеле Кляйн, Томас Брінкманн, Бенуа Зергер, Серж Руд'є





Довідковий документ за  
найкращими доступними  
технологіями та методами  
управління (НДТМ) для  
Поверхневої обробки за допомогою  
органічних розчинників, у тому  
числі хімічного захисту деревини та  
деревних продуктів

**1.1 Директива 2010/75/ЄС про промислові викиди  
(інтегрований підхід до запобігання забрудненню та  
його контролю)**

*Автори:*

**1.2 Георгіос ХРОНОПУЛОС**

**1.3 Гізем-Едже ДЖАКМАК**

Пол ТЕМПАНІ  
Габріеле КЛЯЙН  
Томас БРІНКМАНН  
Бенуа ЗЕРГЕР  
Серж РУД'Є

2020 р.

Ця публікація є звітом за проектом «Наука для політики» Спільного дослідницького центру служби Європейської комісії в галузі науки та знань. Її метою є надання процесу реалізації політики в Європі наукової підтримки на основі фактичних даних. Наведені наукові результати не вказують на політичну позицію Європейської Комісії. Ні Європейська Комісія, ні будь-яка особа, яка виступає від імені Комісії, не несе відповідальності за можливе використання цієї публікації. Для отримання інформації про методологію та якість даних, що використовуються в цій публікації, джерелом яких не є ні Евростат, ні інші служби Комісії, користувачі мають звертатися до джерела, на яке дається посилання. Використовувані позначення та представлення матеріалу на картах не передбачають вираження будь-якої думки з боку Європейського Союзу щодо правового статусу будь-якої країни, території, міста або району або їхніх органів влади, або щодо визначення їхніх кордонів та меж.

#### Контактна інформація

Назва: Європейське бюро з комплексного запобігання та контролю забруднення, Спільний дослідницький центр, Директорат В: Розвиток та інновації, Європейська комісія

Адреса: Іспанія, Севілья E-41092, Едифіціо Експо с/ Інка Гарсіласо 3 (Edificio Expo с/ Inca Garcilaso 3, E-41092 Seville, Spain)

Електронна адреса: [JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu](mailto:JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu)

Телефон: +34 95 4488 284

#### Науковий центр ЄС

<https://ec.europa.eu/jrc>

JRC122816

EUR 30475 EN

PDF Міжнародний стандартний номер книги 978-92-76-26824-6

Міжнародний стандартний серійний номер 1831-9424

Ідентифікатор цифрового об'єкта: 10.2760/857

Люксембург: Бюро публікацій Європейського Союзу, 2020 р.

© Європейський Союз, 2020 р.



Політика повторного використання Європейської комісії реалізована Рішенням Комісії 2011/833/ЄС від 12 грудня 2011 р. про повторне використання документів Комісії (Офіційний вісник ЄС OJ L 330, 14.12.2011 р., стор. 39). Якщо не зазначено інше, повторне використання цього документа дозволено відповідно для ліцензії Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Це означає, що повторне використання дозволено за умови надання відповідних джерел інформації та зазначення будь-яких змін. Для будь-якого використання або відтворення фотографій або інших матеріалів, які не належать ЄС, необхідно отримати дозвіл безпосередньо у власників авторських прав.

Весь зміст © Європейський Союз, 2020 р., окрім джерел інформації на зображенні обкладинки за годинниковою стрілкою, починаючи зліва:

1. Друк © Pixabay; 2. Метал для екологічної упаковки © Crown Holdings, Inc; 3. Varberg Timber AB, Швеція © Ларс Ньюборг, Koppers Europe; 4. Лінія нанесення покриття на рулонний метал © ArcelorMittal (Gent); 5. Роботизоване фарбування автомобілів на водній основі © PSA Automobiles SA. Рисунок 2.8: © Volkswagen AG, 2015; Daimler AG, 2014, Рисунок 2.11: © Renault S.A, Рисунок 2.13: © MAN Truck&Bus, Рисунок 2.14: © Daimler AG, Рисунок 2.16: © MAN truck & buses.

Як цитувати цей звіт: Георгіос Хронопулос, Пізем-Едже Джакмак, Пол Темпані, Габріеле Кляйн, Томас Брінкманн, Бенуа Зергер, Серж Руд'є, Довідковий документ за найкращими доступними технологіями та методами управління (НДТМ) для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, у тому числі хімічного захисту деревини та деревних продуктів, EUR 30475 EN, Бюро публікацій Європейського Союзу, Люксембург, 2020 р., міжнародний стандартний номер книги 978-92-76-26824-6, ідентифікатор цифрового об'єкта: 10.2760/857, JRC122816.

## 2 Анотація

Цей довідковий документ за найкращими доступними технологіями та методами управління (ДД НДТМ) для Поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, у тому числі хімічного захисту деревини та деревних продуктів є частиною серії документів, яка представляє результати обміну інформацією між країнами-членами ЄС, відповідними експертами, що представляють промисловий сектор, недержавними організаціями, які сприяють охороні довкілля, та Комісією для складання, перегляду і, у разі потреби, оновлення довідкового документа за НДТМ, відповідно до вимог статті 13(1) Директиви 2010/75/ЄС про промислові викиди (Директиви). Цей документ опублікований Європейською Комісією відповідно до статті 13(6) Директиви.

ДД НДТМ для Поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, у тому числі хімічного захисту деревини та деревних продуктів, охоплює поверхневу обробку речовин, предметів та продукції з використанням органічних розчинників, а також захист деревини та деревних продуктів із використанням хімічних речовин, як зазначено в Розділах 6.7 та 6.10 Додатка I до Директиви 2010/75/ЄС відповідно.

Важливими питаннями для провадження Директиви 2010/75/ЄС у секторах поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників (STS) та хімічного захисту деревини (WPC) є викиди в повітря та воду, а також споживання енергії та води. У Главі 1 надається загальна інформація про сектор поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників і про основні екологічні проблеми, пов'язані з їхнім використанням. У Главах із 2 до 14 наведено прикладні процеси, поточні рівні викидів і споживання, технології, які необхідно враховувати у визначенні НДТМ для секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, які охоплюються цими главами. У Главі 15 надана загальна інформація, прикладні процеси, поточні рівні викидів і споживання, технології, які необхідно враховувати у визначенні НДТМ для сектору захисту деревини. У Главі 16 дається короткий опис додаткових секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, за якими не здійснюється збір даних за допомогою анкет. Загальні технології, які необхідно враховувати у визначенні НДТМ (тобто ті технології, які необхідно враховувати, що широко застосовуються в секторі поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників), повідомляються в Главі 17. Глава 18 містить висновки щодо НДТМ відповідно до визначення, наведеного в статті 3(12) Директиви, як загальні, так і щодо конкретного сектору. У Главі 19 наведені перспективні технології для секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників і хімічного захисту деревини. Прикінцеві зауваження та рекомендації для подальшої роботи представлені в Главі 20.

## Подяки

Цей звіт було підготовлено Європейським бюро комплексного запобігання та контролю забруднення (ЄБКЗКЗ) (EIPPCB – The European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau) при Спільному дослідницькому центрі Європейської Комісії — Директорат В: Розвиток та інновації під керівництвом Сержа Руд'є (керівник Європейського бюро комплексного запобігання та контролю забруднення) та Луїс Дельгадо Санчо (Керівник підрозділу економіки замкненого циклу та промислового лідерства до березня 2020 р.).

Авторами цього Довідкового документа за найкращими доступними технологіями та методами управління були Георгіос Хронопулос, Гізем-Едже Джакмак, Пол Темпані, Габріеле Кляйн, Томас Брінкманн, Бенуа Зергер та Серж Руд'є.

Цей звіт було складено в межах впровадження Директиви про промислові викиди (2010/75/ЄС), і він є результатом обміну інформацією, наданою в статті 13 Директиви.

Основними джерелами інформації стали:

- серед країн-членів ЄС: Австрія, Бельгія, Чехія, Данія, Фінляндія, Франція, Німеччина, Греція, Італія, Нідерланди, Польща, Португалія, Румунія, Словаччина, Іспанія, Швеція та Сполучене Королівство Великої Британії та Північної Ірландії (до 31.01.2020 р.);
- у сфері промисловості: ACEA (Асоціація європейських виробників автомобілів (Association des Constructeurs Européens des Automobiles)), AFERA (Асоціація європейських виробників клейкої стрічки (Association des fabricants européens de rubans auto-adhésifs)), ASD (Європейська асоціація аерокосмічної та оборонної промисловості (AeroSpace and Defence Industries Association of Europe)), BUSINESS EUROPE, CEFIC (Європейська рада хімічної промисловості (Conseil Européen de l'Industrie Chimique)), CEPE (Європейська рада індустрії фарб, друкарських фарб та художніх фарб), ECCA (Європейська асоціація нанесення покриття на рулонний метал (European Coil Coating Association)), ERA (Європейська асоціація ротогравюрного друку (European Rotogravure Association)), ESVOC (Європейська група наступних споживачів розчинників (European Solvents Downstream Users Group)), EURATEX (Європейська конфедерація одягу та текстилю), EUROFER (Європейська асоціація сталі), EUROMETAUX (Європейська асоціація виробників кольорових металів), EWPM (Європейська група виробників консервантів для деревини (European Wood Preservative Manufacturers Group)), EWWG (Група виробників обмоткового дроту Eurocable (Eurocable Winding Wire Group)), FEDUSTRIA (Бельгійська федерація текстильної, деревообробної та меблевої промисловості), FPE (Європейська асоціація гнучкої упаковки (Flexible Packaging Europe)), INTERGRAF (Європейська федерація друку та цифрових комунікацій), MPE (Європейська асоціація металевої упаковки (Metal Packaging Europe)), ORGALIM (Європейська асоціація технологічних промислових підприємств), SEA SMRC (Асоціація кораблів та морського обладнання (Ships & Maritime Equipment Association)), WEI (Європейський інститут захисту деревини) та WPA (Асоціація захисту деревини (Wood Protection Association));
- серед недержавних організацій у галузі охорони довкілля: ЕЕБ (Європейське екологічне бюро (European Environmental Bureau)).

Федерік Нойваль та Мішель Санова з Європейського бюро комплексного запобігання та контролю забруднення зробили значний внесок у внутрішні обговорення та засідання групи спеціалістів для розробки цього документа.

Весь колектив Європейського бюро комплексного запобігання та контролю забруднення зробив свій внесок та рецензування.

Цей звіт був відредагований Анною Аткінсон та відформатований Ріком Ноуфером.



Цей документ є одним із серії передбачених документів, перелічених нижче (на час написання не всі документи були складені):

| <b>Довідковий документ за найкращими доступними технологіями та методами управління (ДД НДТМ)</b>                            | <b>Код</b> |
|--|------------|
| Керамічна промисловість  | CER        |
| Загальні принципи очищення відхідних газів у хімічній промисловості  | WGC        |
| Загальні системи обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі                                     | CWW        |
| Викиди зі складів  | EFS        |
| Енергоефективність   | ENE        |
| Обробка чорних металів   | FMP        |
| Виробництво харчових продуктів, напоїв та молочної продукції   | FDM        |
| Промислові системи охолодження   | ICS        |
| Інтенсивне птахівництво і свинарство   | IRPP       |
| Виробництво заліза та сталі  | IS         |
| Великі спалювальні установки   | LCP        |
| Неорганічна хімічна промисловість у великих обсягах  | LVIC       |
| Неорганічна хімічна промисловість у великих обсягах — аміак, кислоти, добрива  | LVIC-AAF   |
| Неорганічна хімічна промисловість у великих обсягах — тверді та інші речовини  | LVIC-S     |
| Органічна хімічна промисловість у великих обсягах.   | LVOC       |
| Поводження з відходами та порожніми породами гірничодобувної промисловості   | MTWR       |
| Виробництво скла   | GLS        |
| Виробництво продуктів тонкого органічного синтезу  | OFC        |
| Кольорова металургія   | NFM        |
| Виробництво цементу, вапна та оксиду магнію  | CLM        |
| Хлорно-лужне виробництво   | CAK        |
| Виробництво полімерів  | POL        |
| Виробництво целюлози, паперу й картону   | PP         |
| Виробництво спеціальних неорганічних хімічних продуктів  | SIC        |
| Виробництво деревних плит  | WBP        |
| Переробка нафти і газу   | REF        |
| Бойні та переробка побічних продуктів тваринної промисловості  | SA         |
| Ковальська та ливарна промисловість  | SF         |
| Поверхнева обробка металів та пластмас   | STM        |
| <i>Поверхнева обробка за допомогою органічних розчинників, у тому числі хімічного захисту деревини та деревних продуктів</i> | STS        |
| Дублення шкір та шкір  | TAN        |
| Текстильна промисловість   | TXT        |
| Спалювання відходів  | WI         |
| Перероблення відходів  | WT         |
| <b>Довідковий документ (ДД)</b>  |            |
| Економічні та міжсередовищні наслідки  | ECM        |
| Моніторинг викидів у повітря і воду з установок, на які поширюється дія Директиви про промислові викиди                      | ROM        |

Електронні версії проєктів і допрацьованих документів є загальнодоступними, і їх можна завантажити на сайті <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/>.







## ПЕРЕДМОВА

### 1. Статус цього документа

Якщо не зазначено інше, посилання на «Директиву» в документі належать до Директиви 2010/75/ЄС Європейського Парламенту та Ради ЄС про промислові викиди (інтегрований підхід до запобігання забрудненню та його контролю) (в новій редакції).

Оригінальний Довідковий документ за найкращими доступними технологіями та методами управління (ДД НДТМ) щодо Поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників було прийнято Європейською Комісією у 2007 році. Цей документ є результатом перегляду того ДД НДТМ. Перегляд розпочався в червні 2015 р.

Цей довідковий документ за найкращими доступними технологіями та методами управління для Поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, у тому числі хімічного захисту деревини та деревних продуктів є частиною серії, яка представляє результати обміну інформацією між країнами-членами ЄС, відповідними експертами, що представляють промисловий сектор, недержавними організаціями, які сприяють охороні довкілля, та Комісією для складання, перегляду і, у разі потреби, оновлення довідкового документа за НДТМ, відповідно до вимог статті 13(1) Директиви. Цей документ опублікований Європейською Комісією відповідно до статті 13(6) Директиви.

Як зазначено в статті 13(5) Директиви, виконавче рішення Комісії 2020/2009/ЄС щодо висновків щодо НДТМ, що містяться в Главі 18, було прийняте 22.06.2020 року та опубліковане 09.12.2020 року<sup>1</sup>.

### 2. Учасники обміну інформацією

Відповідно до вимог статті 13(3) Директиви, Комісія створила форум для сприяння обміну інформацією, який складався з представників із країн-членів, відповідних експертів, що представляють промисловий сектор, недержавних організацій, які сприяють захисту навколишнього середовища (Рішення Комісії від 16 травня 2011 року про створення форуму для обміну інформацією відповідно до статті 13 Директиви 2010/75/ЄС про промислові викиди (2011/C – 146/03), Офіційний вісник ЄС OJ C 146, 17.05.2011 р., стор. 3).

Члени форуму призначили технічних експертів, які сформували технічну робочу групу (ТРГ), яка була основним джерелом інформації для складання цього документа. Роботу ТРГ очолило Європейське бюро комплексного запобігання та контролю забруднення (Спільного дослідницького центру Європейської Комісії).

### 3. Структура та зміст документа

У Главі 1 надається загальна інформація про сектор поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників (STS) та про основні екологічні проблеми цього сектору.

У Главах із 2 до 16 надається інформація, наведена нижче, про конкретні сектори (тобто нанесення покриття на транспортні засоби, нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні, нанесення покриття на кораблі та яхти, нанесення покриття на повітряні судна, індустрії нанесення покриття на рулонний метал, виробництво клейкої стрічки, нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір, виробництво обмоткового дроту, для нанесення покриття та друк на металевій упаковці, рулонний офсетний друк із температурним закріпленням, флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк, публікаційний ротогравюрний друк, нанесення покриття на деревні поверхні, хімічний захист деревини та деревних продуктів, виробництво дзеркал та абразивів із покриттям), з використанням такої структури (X – це номер глави):

- У Розділі X.1 надається загальна інформація про сектор.

<sup>1</sup> Офіційний вісник ЄС OJ L 414, 09.12.2020 р., стор. 19.

- У Розділі X.2 надана інформація про прикладні процеси та технології.
- У Розділі X.3 надано дані та інформацію щодо екологічної ефективності, установок у секторі та в експлуатації на момент написання цього документа з погляду поточних викидів, споживання та характеру сировини, а також використання енергії.
- Розділ X.4 більш детально описує технології для запобігання або, якщо це неможливо, для зменшення впливу на довкілля установок, що працюють у цих секторах, які були враховані у визначенні НДТМ. Ця інформація передбачає у відповідних випадках рівні екологічної ефективності (наприклад, рівні викидів та споживання).

Глава 17 надає інформацію про загальні виробничі процеси та технології, системи зниження викидів і загальні технології, які використовуються в більшості секторів діяльності з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників. Він більш детально описує технології для запобігання або, якщо це неможливо, для зменшення впливу на довкілля установок, що працюють у цих секторах, які були враховані у визначенні НДТМ. Ця інформація включає, де це актуально, рівні екологічної ефективності (наприклад, рівні викидів та споживання), які можуть бути досягнуті за допомогою технологій, відповідні питання моніторингу, витрат і впливу на різні компоненти довкілля, пов'язані із застосуванням цих технологій. Технології, що стосуються хімічного захисту деревини, описані в Розділі 15.4.

Глава 18 містить висновки щодо НДТМ відповідно до визначення, наведеного в статті 3(12) Директиви, як загальні, так і щодо конкретного сектору для двох охоплених видів діяльності.

У Главі 19 надана інформація про «перспективні технології» для діяльності з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників і хімічного захисту деревини, відповідно до визначення в Статті 3(14) Директиви.

Глава 20 присвячена прикінцевим зауваженням та рекомендаціям для подальшої роботи.

Глава 21 містить додатки з цінною інформацією, яка не увійшла в інші глави.

#### 4. Джерела інформації та походження НДТМ

Цей документ ґрунтується на інформації, зібраній із низки джерел, зокрема, з ТРГ, яка була створена спеціально для обміну інформацією відповідно до статті 13 Директиви. Інформацію було зібрано та оцінено Європейським бюро комплексного запобігання та контролю забруднення (Спільного дослідницького центру Європейської Комісії), яке очолило роботу над визначенням НДТМ, керуючись принципами технічної компетентності, прозорості та нейтралітету. Роботу ТРГ та інших співавторів було із вдячністю визнано.

Висновки щодо найкращих доступних технологій було зроблено через ітераційний процес, який включає такі кроки:

- виявлення основних екологічних проблем для діяльності з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників і хімічного захисту деревини;
- вивчення технологій, найбільш актуальних для розв'язання цих ключових проблем;
- визначення найкращих рівнів екологічної ефективності на основі даних, наявних у Європейському Союзі й у всьому світі;
- вивчення умов, за яких ці рівні екологічної ефективності були досягнуті, таких як витрати, вплив на різні компоненти довкілля, а також основні рушійні сили, залучені в процес впровадження технологій;
- відбір найкращих доступних технологій (НДТМ), пов'язаних із ними рівнів викидів (та інших рівнів екологічної ефективності) та відповідний моніторинг для цього сектору відповідно до статті 3(10) Додатку III до Директиви.

Експертна оцінка Європейського бюро комплексного запобігання та контролю забруднення (Спільного дослідницького центру Європейської Комісії) та ТРГ мала велику вагу в кожному з цих кроків і в тому, як інформація представлена в цьому документі.

Де це можливо, економічні дані були надані разом з описом технологій, представлених у розділах, присвячених «Технологіям, які необхідно враховувати у визначенні НДТМ».

Ці дані дають приблизне уявлення про величину витрат і переваг. Проте, фактичні витрати та переваги, пов'язані із застосуванням технологій, можуть сильно залежати від конкретної ситуації на окремій установці, що не може бути повністю оцінено в цьому документі. За браком даних стосовно витрат висновки щодо економічної життєздатності технологій складаються зі спостережень на наявних установках.

## **5. Перегляд Довідкового документа за найкращими доступними технологіями та методами управління (ДД НДТМ)**

Найкращі доступні технології є динамічною концепцією, і тому перегляд ДД НДТМ є безперервним процесом. Наприклад, можуть з'явитися нові заходи та технології, наука й технології постійно розвиваються, і нові та перспективні процеси успішно впроваджуються в промисловості. Для того, щоби відбити такі зміни і їхні наслідки для НДТМ, періодично будуть проводитися перегляди цих документів і, у разі необхідності, їхнє відповідне оновлення.

## **6. Контактна інформація**

Усі коментарі та пропозиції надсилати до Європейського бюро комплексного запобігання та контролю забруднення при Спільному дослідницькому центрі (СДЦ) за адресою:

Європейська Комісія  
Спільний дослідницький центр, Директорат В: Розвиток та інновації  
Європейське бюро комплексного запобігання та контролю забруднення  
Едіфіціо Експо (Edificio Expo/c)  
Інка Гарсіласо, 3 (Inca Garcilaso, 3)  
Іспанія, Севілья Е-41092 (E-41092 Seville, Spain)  
Телефон: +34 95 4488 284  
Електронна адреса: [JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu](mailto:JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu)  
Інтернет: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu>

**ПЕРЕДМОВА** ..... і

**СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ** ..... xxix

**1 ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПОВЕРХНЕВУ ОБРОБКУ ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКІВ**..... 1

|        |   |   |
|--------|---|---|
| 1.1    | Органічні розчинники та поверхнева обробка.....   | 1 |
| 1.2    | Загальні екологічні проблеми, пов'язані з установками для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників ..... | 3 |
| 1.2.1  | Загальна інформація .....   | 3 |
| 1.2.2  | Розчинники .....  | 3 |
| 1.2.3  | Пил .....   | 5 |
| 1.2.4  | NOX та CO.....  | 5 |
| 1.2.5  | Метали .....  | 5 |
| 1.2.6  | Інші забруднювальні речовини.....   | 7 |
| 1.2.7  | Енергія .....   | 7 |
| 1.2.8  | Використання сировини .....   | 7 |
| 1.2.9  | Використання води .....   | 7 |
| 1.2.10 | Тверді та рідкі відходи .....   | 7 |
| 1.2.11 | Виділення запахів .....   | 7 |

**2 НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ** ..... 9

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.1   | Загальна інформація про нанесення покриття на транспортні засоби .....                             | 9  |
| 2.1.1 | Загальна інформація .....  | 9  |
| 2.1.2 | Кількість, розмір та розподіл установок .....  | 9  |
| 2.1.3 | Географічний розподіл .....  | 10 |
| 2.1.4 | Економічне значення .....  | 11 |
| 2.1.5 | Основні екологічні проблеми .....  | 13 |
| 2.2   | Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на транспортні засоби.....                    | 17 |
| 2.2.1 | Загальна інформація .....  | 17 |
| 2.2.2 | Огляд інвестицій, проектування та експлуатації фарбувального цеху .....                            | 17 |
| 2.2.3 | Покриття легкових автомобілів .....  | 18 |
| 2.2.4 | Фарбування фургонів .....  | 29 |
| 2.2.5 | Фарбування вантажних автомобілів (шасі вантажних автомобілів) .....                                | 31 |
| 2.2.6 | Фарбування кабін вантажних автомобілів .....   | 33 |
| 2.2.7 | Нанесення покриття на автобуси .....   | 35 |
| 2.3   | Поточні рівні споживання та викидів від нанесення покриття на транспортні засоби .....             | 37 |
| 2.3.1 | Споживання .....   | 39 |
| 2.3.2 | Викиди .....   | 45 |
| 2.4   | ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА АВТОМОБІЛІ ..... | 77 |
| 2.4.1 | Баланс маси розчинника для цеху з фарбування механічних транспортних засобів .....                 | 79 |
| 2.4.2 | Вибір системи покриття (тип фарбувального цеху, «сімейство фарбувального цеху») .....              | 79 |
| 2.4.3 | Технології на основі матеріалів .....  | 84 |
| 2.4.4 | Технології та обладнання для нанесення фарби та інших матеріалів для покриття.....                 | 91 |
| 2.4.5 | Мінімізація споживання сировини .....  | 96 |
| 2.4.6 | Технології сушіння .....   | 98 |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 2.4.7    | Видалення та очищення відхідних газів .....   | 98         |
| 2.4.8    | Водокористування та очищення стічних вод .....  | 105        |
| <b>3</b> | <b>НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА ІНШІ МЕТАЛЕВІ ТА ПЛАСТМАСОВІ ПОВЕРХНІ.....</b>                                     | <b>107</b> |
| 3.1      | Загальна інформація про нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні .....                   | 107        |
| 3.1.1    | Нанесення покриття на інші металеві поверхні .....  | 108        |
| 3.1.2    | Загальна інформація про нанесення покриття на сільськогосподарське та будівельне обладнання .....           | 109        |
| 3.1.3    | Загальна інформація про нанесення покриття на пластмасові поверхні .....                                    | 109        |
| 3.1.4    | Загальна інформація про нанесення покриття на потяги .....  | 110        |
| 3.2      | Прикладні процеси та технології .....   | 111        |
| 3.2.1    | Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на інші металеві поверхні .....                        | 111        |
| 3.2.2    | Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на сільськогосподарське та будівельне обладнання ..... | 111        |
| 3.2.3    | Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на пластмасові поверхні .....                          | 112        |
| 3.2.4    | Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на потяги .....  | 116        |
| 3.3      | Поточні рівні споживання та викидів від нанесення покриття на пластмасові та інші металеві поверхні.....    | 119        |
| 3.3.1    | Споживання.....   | 119        |
| 3.3.2    | Викиди .....  | 124        |
| 3.4      | ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ.....  | 132        |
| 3.4.1    | Мінімізація споживання сировини.....  | 132        |
| 3.4.2    | Технології на основі матеріалів (заміщення) .....   | 133        |
| 3.4.3    | Технології та обладнання для нанесення фарби/покриття.....  | 135        |
| 3.4.4    | Видалення та очищення відхідних газів .....   | 135        |
| 3.4.5    | Управління водними ресурсами .....  | 136        |
| <b>4</b> | <b>НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА КОРАБЛІ ТА ЯХТИ.....</b>   | <b>137</b> |
| 4.1      | Загальна інформація про нанесення покриття на кораблі та яхти .....   | 137        |
| 4.2      | Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на кораблі та яхти .....                               | 138        |
| 4.2.1    | Будівництво нових кораблів .....  | 138        |
| 4.2.2    | Ремонт корабля та технічне обслуговування корабля .....   | 139        |
| 4.2.3    | Нанесення покриття на кораблі .....   | 139        |
| 4.2.4    | Ремонт покриття та технічне обслуговування яхт .....  | 140        |
| 4.3      | Поточні рівні споживання та викидів від нанесення покриття на кораблі та яхти .....                         | 142        |
| 4.3.1    | Баланси маси .....  | 142        |
| 4.3.2    | Споживання.....   | 142        |
| 4.3.3    | Викиди .....  | 143        |
| 4.4      | ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА КОРАБЛІ ТА ЯХТИ .....     | 149        |
| 4.4.1    | Система управління – порядок обслуговування доку .....  | 149        |
| 4.4.2    | Технології зниження викидів пилу .....  | 150        |
| 4.4.3    | Підготування поверхні .....   | 153        |
| 4.4.4    | Технології на основі матеріалів (заміщення) .....   | 158        |
| 4.4.5    | Додатковий захист від корозії – катодний захист.....  | 160        |
| 4.4.6    | Технології та обладнання для нанесення покриття .....   | 161        |
| 4.4.7    | Альтернативи фарбам проти обростання на основі біоцидів .....   | 162        |
| 4.4.8    | Очищення відхідних газів .....  | 164        |
| 4.4.9    | Управління відходами та стічними водами.....  | 164        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>5</b> | <b>НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА ПОВІТРЯНІ СУДНА.....</b>  | <b>169</b> |
| 5.1      | Загальна інформація про нанесення покриття на повітряні судна.....                                     | 169        |
| 5.2      | Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на повітряні судна.....                           | 170        |
| 5.2.1    | Будівництво.....   | 170        |
| 5.2.2    | Технічне обслуговування.....   | 173        |
| 5.3      | Поточні рівні споживання та викидів від нанесення покриття на повітряні судна.....                     | 175        |
| 5.3.1    | Будівництво.....   | 175        |
| 5.3.2    | Викиди від процесів будівництва.....   | 177        |
| 5.3.3    | Технічне обслуговування.....   | 182        |
| 5.4      | ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА ПОВІТРЯНІ СУДНА..... | 184        |
| 5.4.1    | Технології на основі матеріалів.....   | 184        |
| 5.4.2    | Технології та обладнання для нанесення фарби.....  | 186        |
| 5.4.3    | Очищення відхідних газів від зовнішнього фарбування повітряних суден.....                              | 191        |
| <b>6</b> | <b>ГАЛУЗЬ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА РУЛОННИЙ МЕТАЛ.....</b>  | <b>193</b> |
| 6.1      | Загальна інформація про нанесення покриття на рулонний метал.....                                      | 193        |
| 6.1.1    | Масштаб індустрії нанесення покриття на рулонний метал.....  | 193        |
| 6.2      | Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на рулонний метал.....                            | 195        |
| 6.2.1    | Опис типового процесу лінії нанесення покриття на рулонний метал.....                                  | 195        |
| 6.2.2    | Типи покриття.....   | 199        |
| 6.3      | Поточні рівні споживання та викидів від нанесення покриття на рулонний метал.....                      | 202        |
| 6.3.1    | Споживання.....  | 202        |
| 6.3.2    | Викиди.....  | 208        |
| 6.4      | ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА РУЛОННИЙ МЕТАЛ.....  | 223        |
| 6.4.1    | Баланс маси розчинника для заводу з нанесення покриття на рулонний метал.....                          | 223        |
| 6.4.2    | Технології на основі матеріалів (в тому числі заміщення).....  | 223        |
| 6.4.3    | Технології та обладнання для нанесення покриття.....   | 228        |
| 6.4.4    | Сушіння.....   | 234        |
| 6.4.5    | Видалення та очищення відхідних газів.....   | 236        |
| 6.4.6    | Очищення відпрацьованих вод.....   | 241        |
| <b>7</b> | <b>ВИРОБНИЦТВО КЛЕЙКОЇ СТРІЧКИ.....</b>  | <b>245</b> |
| 7.1      | Загальна інформація про виробництво клейкої стрічки.....   | 245        |
| 7.1.1    | Нанесення клею, чутливого до тиску.....  | 245        |
| 7.2      | Прикладні процеси та технології у виробництві клейкої стрічки.....                                     | 247        |
| 7.2.1    | Виробництво клейкої стрічки.....   | 247        |
| 7.2.2    | Матеріали для виробництва клейкої стрічки.....   | 247        |
| 7.2.3    | Процес виробництва клейкої стрічки.....  | 249        |
| 7.3      | Поточні рівні споживання та викидів від виробництва клейкої стрічки.....                               | 253        |
| 7.3.1    | Споживання.....  | 253        |
| 7.3.2    | Викиди.....  | 256        |
| 7.4      | ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КЛЕЙКОЇ СТРІЧКИ.....           | 260        |
| 7.4.1    | Технології на основі матеріалів.....   | 260        |
| 7.4.2    | Сушіння/затвердіння.....   | 263        |
| 7.4.3    | Видалення та очищення відхідних газів.....   | 264        |
| <b>8</b> | <b>НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА ТЕКСТИЛЬ, ФОЛЬГУ ТА ПАПІР.....</b>  | <b>265</b> |



|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 8.1       | Загальна інформація про нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір.....                                       | 265        |
| 8.2       | Прикладні процеси та технології.....   | 266        |
| 8.2.1     | Покриття поліуретаном (PU).....  | 266        |
| 8.3       | ПОТОЧНІ РІВНІ СПОЖИВАННЯ ТА ВИКИДІВ ВІД PU АБО ПВХ ПОКРИТТЯ.....   | 269        |
| 8.3.1     | Споживання.....  | 269        |
| 8.3.2     | Викиди.....  | 271        |
| 8.4       | ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА ТЕКСТИЛЬ, ФОЛЬГУ ТА ПАПІР.....   | 281        |
| 8.4.1     | Технології на основі матеріалів.....   | 281        |
| 8.4.2     | Видалення та очищення відхідних газів.....   | 282        |
| <b>9</b>  | <b>ВИРОБНИЦТВО ОБМОТКОВОГО ДРОТУ.....</b>  | <b>283</b> |
| 9.1       | Загальна інформація про галузь виробництва обмоткового дроту.....  | 283        |
| 9.1.1     | Характеристики продукту та кінцеве застосування.....   | 284        |
| 9.2       | Прикладні процеси та технології у виробництві обмоткового дроту.....   | 285        |
| 9.2.1     | Типовий процес виробництва емальованих дротів.....   | 285        |
| 9.3       | Поточні рівні споживання та викидів від виробництва обмоткового дроту.....   | 288        |
| 9.3.1     | Споживання.....  | 288        |
| 9.3.2     | Викиди.....  | 291        |
| 9.4       | ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОБМОТКОВОГО ДРОТУ.....                     | 296        |
| 9.4.1     | Загальні технології у виробництві обмоткового дроту.....   | 296        |
| 9.4.2     | Технології на основі матеріалів.....   | 297        |
| 9.4.3     | Очищення відхідних газів.....  | 300        |
| <b>10</b> | <b>НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ ТА ДРУК НА МЕТАЛЕВІЙ УПАКОВЦІ.....</b>   | <b>303</b> |
| 10.1      | Загальна інформація про нанесення покриття та друк на металевій упаковці.....                                      | 303        |
| 10.2      | Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття та друку на металевій упаковці.....                           | 305        |
| 10.2.1    | Виробництво збірної банки з двох деталей (тягнені зі стоншеними стінками – DWI (draw and wall ironing)).....       | 305        |
| 10.2.2    | Ударне видавлювання алюмінію для аерозолів та гнучких туб.....   | 308        |
| 10.2.3    | Промислові бочки.....  | 310        |
| 10.2.4    | Нанесення покриття та друк на плоских листах.....  | 311        |
| 10.2.5    | Виробництво збірної банки з трьох деталей.....   | 313        |
| 10.2.6    | Тягнені збірні банки з двох деталей зі сталі та алюмінію.....  | 314        |
| 10.2.7    | Виробництво торців, крончатих та звичайних кришок.....   | 315        |
| 10.3      | Поточні рівні споживання та викидів від нанесення покриття та друку на металевій упаковці.....                     | 317        |
| 10.3.1    | Споживання.....  | 317        |
| 10.3.2    | Викиди.....  | 320        |
| 10.4      | ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ ТА ДРУКУ НА МЕТАЛЕВІЙ УПАКОВЦІ..... | 330        |
| 10.4.1    | Технології на основі матеріалів.....   | 330        |
| 10.4.2    | Нанесення покриттів та друкарських фарб.....   | 333        |
| 10.4.3    | Друк.....  | 337        |
| 10.4.4    | Затвердіння.....   | 339        |
| 10.4.5    | Видалення та очищення відхідних газів.....   | 340        |
| 10.4.6    | Очищення відпрацьованих вод.....   | 340        |
| <b>11</b> | <b>РУЛОННИЙ ОФСЕТНИЙ ДРУК ІЗ ТЕМПЕРАТУРНИМ ЗАКРІПЛЕННЯМ.....</b>   | <b>343</b> |
| 11.1      | Загальна інформація про рулонний офсетний друк із температурним закріпленням.....                                  | 343        |
| 11.2      | Прикладні процеси та технології для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням.....                    | 344        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 11.3      | Поточні рівні споживання та викидів від рулонного офсетного друку з температурним закріпленням .....                               | 347        |
| 11.3.1    | Споживання .....   | 353        |
| 11.3.2    | Викиди .....   | 356        |
| 11.4      | ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ РУЛОННОГО ОФСЕТНОГО ДРУКУ З ТЕМПЕРАТУРНИМ ЗАКРІПЛЕННЯМ .....           | 367        |
| 11.4.1    | Баланс маси розчинника для сектору рулонного офсетного друку з температурним закріпленням .....                                    | 367        |
| 11.4.2    | Технології на основі матеріалів .....  | 368        |
| 11.4.3    | Видалення та очищення відхідних газів .....  | 373        |
| 11.4.4    | Очищення .....   | 376        |
| <b>12</b> | <b>ФЛЕКСОГРАФІЧНИЙ ДРУК ТА НЕПУБЛІКАЦІЙНИЙ РОТОГРАВІЮРНИЙ ДРУК.....</b>  | <b>379</b> |
| 12.1      | Загальна інформація про галузь флексографічного друку та непублікаційного ротографіюрного друку .....                              | 379        |
| 12.2      | Прикладні процеси та технології для флексографічного друку та непублікаційного ротографіюрного друку .....                         | 381        |
| 12.2.1    | Флексографічний друк .....   | 381        |
| 12.2.2    | Ротографіюрний друк .....  | 382        |
| 12.2.3    | Ламінування та лакування гнучкої упаковки .....  | 383        |
| 12.3      | Поточні рівні споживання та викидів від флексографічного друку та непублікаційного ротографіюрного друку .....                     | 384        |
| 12.3.1    | Споживання .....   | 384        |
| 12.3.2    | Викиди .....   | 392        |
| 12.4      | ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ ФЛЕКСОГРАФІЧНОГО ДРУКУ ТА НЕПУБЛІКАЦІЙНОГО РОТОГРАВІЮРНОГО ДРУКУ ..... | 410        |
| 12.4.1    | Баланс маси розчинника для флексографічного друку та непублікаційного ротографіюрного друку .....                                  | 410        |
| 12.4.2    | Технології на основі матеріалів .....  | 410        |
| 12.4.3    | Видалення та очищення відхідних газів .....  | 418        |
| 12.4.4    | Технології очищення .....  | 420        |
| <b>13</b> | <b>ПУБЛІКАЦІЙНИЙ РОТОГРАВІЮРНИЙ ДРУК .....</b>   | <b>423</b> |
| 13.1      | Загальна інформація про публікаційний ротографіюрний друк .....  | 423        |
| 13.2      | Прикладні процеси та технології для публікаційного ротографіюрного друку .....   | 425        |
| 13.3      | Поточні рівні споживання та викидів від публікаційного ротографіюрного друку .....   | 429        |
| 13.3.1    | Баланси маси .....   | 429        |
| 13.3.2    | Споживання .....   | 433        |
| 13.3.3    | Викиди .....   | 436        |
| 13.4      | ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ ПУБЛІКАЦІЙНОГО РОТОГРАВІЮРНОГО ДРУКУ .....                             | 444        |
| 13.4.1    | Технології на основі матеріалів .....  | 444        |
| 13.4.2    | Технології видалення та очищення відхідних газів .....   | 445        |
| 13.4.3    | Технології очищення .....  | 448        |
| <b>14</b> | <b>НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА ДЕРЕВНІ ПОВЕРХНІ.....</b>   | <b>449</b> |
| 14.1      | Загальна інформація про нанесення покриття на деревні поверхні .....   | 449        |
| 14.2      | Прикладні процеси та технології для нанесення покриття на деревні поверхні .....   | 452        |
| 14.2.1    | Попередня обробка деревної поверхні .....  | 453        |
| 14.2.2    | Нанесення базового покриття .....  | 455        |
| 14.2.3    | Нанесення верхнього шару .....   | 455        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 14.2.4    | Нанесення фарби.....  | 458        |
| 14.2.5    | Випаровування та сушіння/затвердіння .....  | 458        |
| 14.2.6    | Приклади деяких процесів нанесення покриття .....   | 459        |
| 14.2.7    | Оздоблювальна обробка твердими речовинами для покриття .....  | 461        |
| 14.3      | Поточні рівні споживання та викидів від нанесення покриття на деревні поверхні.....                                   | 462        |
| 14.3.1    | Споживання .....  | 462        |
| 14.3.2    | Викиди .....  | 464        |
| 14.4      | ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ<br>ПОКРИТТЯ НА ДЕРЕВНІ ПОВЕРХНІ .....           | 467        |
| 14.4.1    | Мінімізація споживання сировини.....  | 467        |
| 14.4.2    | Технології на основі матеріалів (заміщення) .....   | 468        |
| 14.4.3    | Технології та обладнання для нанесення фарби .....  | 470        |
| 14.4.4    | Камери для фарбування розпиленням .....   | 473        |
| 14.4.5    | Сушіння/затвердіння .....   | 473        |
| 14.4.6    | Очищення відхідних газів .....  | 474        |
| 14.4.7    | Очищення відпрацьованих вод.....  | 476        |
| 14.4.8    | Перероблення відходів .....   | 476        |
| <b>15</b> | <b>ХІМІЧНИЙ ЗАХИСТ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВНИХ ПРОДУКТІВ .....</b>   | <b>477</b> |
| 15.1      | Загальна інформація про хімічний захист деревини та деревних продуктів .....  | 477        |
| 15.2      | Прикладні процеси та технології для хімічного захисту деревини та деревних продуктів .....                            | 484        |
| 15.2.1    | Огляд.....  | 484        |
| 15.2.2    | Доставка, зберігання та поводження із сировиною .....   | 486        |
| 15.2.3    | Підготовка/кондиціонування деревини .....   | 486        |
| 15.2.4    | Процес нанесення консерванту .....  | 487        |
| 15.2.5    | Кондиціонування після обробки та тимчасове зберігання.....  | 494        |
| 15.2.6    | Просочення гідрофобними речовинами .....  | 495        |
| 15.2.7    | Очищення обладнання для обробки.....  | 495        |
| 15.2.8    | Інші види діяльності на об'єкті .....   | 496        |
| 15.2.9    | Управління відходами .....  | 496        |
| 15.2.10   | Водокористування та очищення стічних вод .....  | 497        |
| 15.3      | Поточні рівні споживання та викидів від хімічного захисту деревини та деревних продуктів .....                        | 502        |
| 15.3.1    | Загальний огляд вхідних та вихідних потоків із заводів для хімічного захисту деревини .....                           | 502        |
| 15.3.2    | Вхідні потоки та споживання .....   | 503        |
| 15.3.3    | Вихідні потоки та викиди .....  | 510        |
| 15.4      | ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ ХІМІЧНОГО<br>ЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВНИХ ПРОДУКТІВ ..... | 521        |
| 15.4.1    | Системи екологічного менеджменту (СЕМ) .....  | 521        |
| 15.4.2    | Заміщення небезпечних/шкідливих речовин .....   | 524        |
| 15.4.3    | Захист ґрунту, води та підземних вод та управління матеріальними ресурсами.....                                       | 528        |
| 15.4.4    | Доставка, зберігання та поводження з хімічними речовинами для обробки .....   | 542        |
| 15.4.5    | Підготовка/кондиціонування деревини .....   | 548        |
| 15.4.6    | Процес нанесення консервантів / Процес без тиску .....  | 553        |
| 15.4.7    | Процес нанесення консервантів / Процес під тиском .....   | 556        |
| 15.4.8    | Кондиціонування після обробки та тимчасове зберігання.....  | 559        |
| 15.4.9    | Мінімізація, управління та обробка відходів на об'єкті.....   | 564        |
| 15.4.10   | Водокористування та очищення стічних вод .....  | 567        |
| 15.4.11   | Управління енергоспоживанням та енергоефективність .....  | 573        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 15.4.12   | Моніторинг .....   | 574        |
| 15.4.13   | Видалення та очищення відхідних газів .....  | 580        |
| 15.4.14   | Шум.....   | 590        |
| <b>16</b> | <b>ДОДАТКОВІ СЕКТОРИ .....</b>   | <b>591</b> |
| 16.1      | ВИРОБНИЦТВО ДЗЕРКАЛ.....   | 591        |
| 16.1.1    | Загальна інформація про виробництво дзеркал .....  | 591        |
| 16.1.2    | Прикладні процеси та технології для виробництва дзеркал .....  | 591        |
| 16.1.3    | Поточні рівні споживання та викидів від виробництва дзеркал .....  | 593        |
| 16.1.4    | Технології, які необхідно враховувати у визначенні НДТМ для виробництва дзеркал.....   | 595        |
| 16.2      | ВИРОБНИЦТВА АБРАЗИВІВ ІЗ ПОКРИТТЯМ.....  | 597        |
| 16.2.1    | Загальна інформація про виробництво абразивів із покриттям.....  | 597        |
| 16.2.2    | Прикладні процеси та технології у виробництві абразивів із покриттям .....   | 603        |
| 16.2.3    | Поточні рівні споживання та викидів від виробництва абразивів із покриттям .....   | 609        |
| 16.2.4    | Технології, які необхідно враховувати у визначенні НДТМ для виробництва абразивів із покриттям .....   | 612        |
| <b>17</b> | <b>ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ БІЛЬШЕ НІЖ В ОДНОМУ СЕКТОРІ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКІВ.....</b> | <b>615</b> |
| 17.1      | Технології екологічного менеджменту.....   | 616        |
| 17.1.1    | Система екологічного менеджменту (СЕМ).....  | 616        |
| 17.1.2    | Загальна екологічна ефективність.....  | 619        |
| 17.1.3    | Зіставний аналіз споживання та викидів, а також подальші дії .....   | 620        |
| 17.2      | Зберігання та поводження із сировиною .....  | 622        |
| 17.2.1    | Підготовка та реалізація плану запобігання та контролю витоків та розливів .....   | 622        |
| 17.2.2    | Технології зберігання .....  | 624        |
| 17.2.3    | Технології перекачування та поводження із рідиною .....  | 625        |
| 17.2.4    | Мінімізація споживання сировини.....   | 628        |
| 17.2.5    | Автоматизація обладнання .....   | 633        |
| 17.2.6    | Викиди під час УЕВН (умов експлуатації, відмінних від нормальних) .....  | 636        |
| 17.3      | Моніторинг .....   | 638        |
| 17.3.1    | Баланс маси розчинника.....  | 638        |
| 17.3.2    | Впровадження системи моніторингу розчинника .....  | 643        |
| 17.3.3    | Повна ідентифікація та кількісна оцінка відповідних вхідних та вихідних потоків розчинника ...   | 644        |
| 17.3.4    | Моніторинг змін, які можуть вплинути на невизначеність даних балансу маси розчинника .....   | 645        |
| 17.3.5    | Моніторинг викидів у відпрацьованих газах .....  | 646        |
| 17.3.6    | Моніторинг викидів у воду .....  | 647        |
| 17.4      | Використання води та утворення стічних вод .....   | 648        |
| 17.4.1    | План використання водних ресурсів та аудити водних ресурсів .....  | 648        |
| 17.4.2    | Оптимізація використання та скидання води .....  | 649        |
| 17.4.3    | Зворотне каскадне промивання .....   | 650        |
| 17.4.4    | Повторне використання та рециркуляція води .....   | 650        |
| 17.5      | Управління енергоспоживанням та енергоефективність .....   | 653        |
| 17.5.1    | План з енергоефективності .....  | 653        |
| 17.5.2    | Реєстрація балансу енергії .....   | 654        |
| 17.5.3    | Теплова ізоляція резервуарів та чанів, що містять охолоджені або нагріті рідини, а також спалювальних та парових систем .....  | 655        |
| 17.5.4    | Регенерація тепла шляхом когенерації – СНР (комбіноване утворення тепла та електроенергії) або ССНР (комбіноване охолодження, утворення тепла та електроенергії).....      | 655        |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 17.5.5  | Регенерація тепла з потоків гарячого газу.....   | 655 |
| 17.5.6  | Економія тепла окисника в періоди простою.....   | 655 |
| 17.5.7  | Регулювання потоку технологічного повітря та відхідних газів.....  | 656 |
| 17.5.8  | Рециркуляція відхідних газів камери для фарбування розпиленням.....  | 656 |
| 17.5.9  | Оптимізована циркуляція теплого повітря в камерах затвердіння для великого обсягу з використанням повітряного турбулізатора..... | 656 |
| 17.5.10 | Належні розміри системи видалення відпрацьованих газів та системи боротьби з викидами.....                                       | 656 |
| 17.5.11 | Оптимізація процесів видалення та зменшення викидів відпрацьованого газу.....  | 657 |
| 17.6    | Управління сировиною (у тому числі заміщення).....   | 658 |
| 17.6.1  | Використання сировини з низьким рівнем впливу на довкілля.....   | 658 |
| 17.6.2  | Оптимізація використання органічних розчинників у процесі.....   | 662 |
| 17.7    | Процеси та обладнання для нанесення покриття.....  | 665 |
| 17.7.1  | Попередня обробка перед фарбуванням (крім очищення).....   | 665 |
| 17.7.2  | Технології на основі матеріалів.....   | 666 |
| 17.7.3  | Процеси та обладнання для нанесення фарби.....   | 677 |
| 17.8    | Технології сушіння та/або затвердіння.....   | 692 |
| 17.8.1  | Конвективне сушіння/затвердіння за допомогою інертного газу.....   | 692 |
| 17.8.2  | Індукційне сушіння/затвердіння.....  | 693 |
| 17.8.3  | Затвердіння/сушіння за допомогою надвисокочастотного та високочастотного випромінювання.....                                     | 694 |
| 17.8.4  | Комбіноване сушіння/затвердіння конвективне та інфрачервоним випромінюванням.....  | 694 |
| 17.8.5  | Процес затвердіння за допомогою випромінювання.....  | 695 |
| 17.8.6  | Конвективне сушіння/затвердіння в комбінації з регенерацією тепла.....   | 701 |
| 17.9    | Технології очищення.....   | 704 |
| 17.9.1  | Мінімізація використання очищувальних засобів на основі розчинника.....  | 704 |
| 17.9.2  | Захист зон та обладнання розпилення.....   | 707 |
| 17.9.3  | Видалення твердих частинок перед повним очищенням.....   | 708 |
| 17.9.4  | Ручне очищення попередньо просоченими серветками.....  | 709 |
| 17.9.5  | Використання низьколетких очищувальних засобів.....  | 710 |
| 17.9.6  | Очищення на основі води.....   | 713 |
| 17.9.7  | Закриті мийні машини.....  | 714 |
| 17.9.8  | Продування з відновленням розчинника.....  | 716 |
| 17.9.9  | Очищення за допомогою розпилення води під високим тиском.....  | 717 |
| 17.9.10 | Ультразвукове очищення.....  | 717 |
| 17.9.11 | Очищення сухим льодом (CO <sub>2</sub> ).....  | 718 |
| 17.9.12 | Дробоструминне очищення пластмаси.....   | 722 |
| 17.10   | Видалення та очищення відхідних газів.....   | 723 |
| 17.10.1 | Вибір, проєктування та оптимізація системи.....  | 723 |
| 17.10.2 | Утримування та вловлювання відхідних газів.....  | 732 |
| 17.10.3 | Підтримання концентрації ЛОС перед обробкою.....   | 738 |
| 17.10.4 | Зниження викидів пилу.....   | 747 |
| 17.10.5 | Технології окиснення.....  | 755 |
| 17.10.6 | Технології вловлювання розчинника у відхідних газах.....   | 768 |
| 17.10.7 | Біологічне очищення відхідних газів.....   | 781 |
| 17.10.8 | Технології зниження викидів NO <sub>x</sub> .....  | 785 |
| 17.11   | Технології очищення відпрацьованих вод.....  | 787 |
| 17.11.1 | Попередні, первинні та загальні технології.....  | 787 |
| 17.11.2 | Технології фізико-хімічної обробки.....  | 787 |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 17.11.3   | Біологічне очищення .....   | 789        |
| 17.11.4   | Технології остаточного видалення твердих частинок .....   | 789        |
| 17.12     | Технології управління відходами .....   | 791        |
| 17.12.1   | План управління відходами .....   | 791        |
| 17.12.2   | Моніторинг кількостей викидів .....   | 791        |
| 17.12.3   | Відновлення/перероблення розчинників .....  | 792        |
| 17.12.4   | Технології для відповідних потоків відходів .....   | 797        |
| 17.13     | Виділення запахів .....   | 801        |
| 17.13.1   | План боротьби з запахами .....  | 801        |
| <b>18</b> | <b>ВИСНОВКИ ЩОДО НАЙКРАЩИХ ДОСТУПНИХ ТЕХНОЛОГІЙ (НДТМ) ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКІВ, У ТОМУ ЧИСЛІ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВНИХ ПРОДУКТІВ .....</b> | <b>803</b> |
|           | СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ .....  | 803        |
|           | ВИЗНАЧЕННЯ .....  | 805        |
|           | АКРОНІМИ .....  | 807        |
|           | ЗАГАЛЬНІ МІРКУВАННЯ .....   | 808        |
| 18.1      | ВИСНОВКИ ЩОДО НДТМ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКІВ .....  | 811        |
| 18.1.1    | Висновки щодо загальних НДТМ .....  | 811        |
| 18.1.2    | Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття на транспортні засоби .....   | 837        |
| 18.1.3    | Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні .....  | 838        |
| 18.1.4    | Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття на кораблі та яхти .....  | 839        |
| 18.1.5    | Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття на повітряні судна .....  | 840        |
| 18.1.6    | Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття на рулонний метал .....   | 841        |
| 18.1.7    | Висновки щодо НДТМ для виробництва клейкої стрічки .....  | 841        |
| 18.1.8    | Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір .....  | 842        |
| 18.1.9    | Висновки щодо НДТМ для виробництва обмоткового дроту .....  | 843        |
| 18.1.10   | Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття та друку на металевій упаковці .....  | 844        |
| 18.1.11   | Висновки щодо НДТМ для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням .....   | 845        |
| 18.1.12   | Висновки щодо НДТМ для флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку .....  | 846        |
| 18.1.13   | Висновки щодо НДТМ для публікаційного ротогравюрного друку .....  | 847        |
| 18.1.14   | Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття на деревні поверхні .....   | 848        |
| 18.2      | ВИСНОВКИ ЩОДО НДТМ ДЛЯ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВНИХ ПРОДУКТІВ .....   | 849        |
| 18.2.1    | Системи екологічного менеджменту .....  | 849        |
| 18.2.2    | Заміщення небезпечних/шкідливих речовин .....   | 849        |
| 18.2.3    | Ефективність використання ресурсів .....  | 850        |
| 18.2.4    | Доставка, зберігання та поводження з хімічними речовинами для обробки .....   | 851        |
| 18.2.5    | Підготовка/кондиціонування деревини .....   | 852        |
| 18.2.6    | Процес нанесення консерванту .....  | 852        |
| 18.2.7    | Кондиціонування після обробки та тимчасове зберігання .....   | 854        |
| 18.2.8    | Управління відходами .....  | 854        |
| 18.2.9    | Моніторинг .....  | 855        |
| 18.2.10   | Викиди в ґрунт та підземні води .....   | 857        |
| 18.2.11   | Викиди у воду та очищення стічних вод .....   | 858        |
| 18.2.12   | Викиди в повітря .....  | 859        |

|   |            |
|---|------------|
| 18.2.13 Шум.....  | 861        |
| <b>19 ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗЧИННИКІВ ТА ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВНИХ ПРОДУКТІВ .....</b>                                  | <b>863</b> |
| 19.1 Виробництво обмоткового дроту.....   | 864        |
| 19.1.1 Емалеві покриття на водній основі .....  | 864        |
| 19.1.2 УФ-затвердіння емалевих покриттів.....   | 864        |
| 19.1.3 Нанесення емалевого покриття в гарячому стані .....  | 865        |
| 19.1.4 Воскування тонкого дроту .....   | 866        |
| 19.2 Нанесення покриття на транспортні засоби (легкові автомобілі та легкі фургони) .....   | 867        |
| 19.2.1 Одно- або двокомпонентне прозоре покриття на водній основі або з надвисоким вмістом твердих частинок .....   | 867        |
| 19.2.2 Розробки в галузі порошкового покриття.....  | 867        |
| 19.2.3 Збільшене використання попередньо покритих матеріалів .....  | 868        |
| 19.2.4 Системи поліуретанових фарб (PU).....  | 868        |
| 19.2.5 Нанесення фарби без надлишку розпилення.....   | 868        |
| 19.2.6 Затвердіння зсередини назовні .....  | 869        |
| 19.3 Нанесення покриття на кораблі та яхти .....  | 870        |
| 19.3.1 Заміна фарб проти обростання на основі біоцидів (заміщення).....   | 870        |
| 19.3.2 Видалення покриття з корпусу корабля шляхом індукційного нагрівання лазером .....  | 871        |
| 19.4 Галузь нанесення покриття на рулонний метал .....  | 872        |
| 19.4.1 Процеси затвердіння за допомогою УФ-випромінювання та електронно-променевого затвердіння .....   | 872        |
| 19.5 Нанесення покриття на деревні поверхні.....  | 873        |
| 19.5.1 Порошкове покриття .....   | 873        |
| 19.5.2 Відбілювання перекисом та ІЧ-випромінюванням .....   | 873        |
| 19.5.3 Нетермічне плазмове очищення відхідних газів.....  | 873        |
| 19.6 Хімічний захист деревини та деревних продуктів .....   | 875        |
| 19.6.1 Хімічне облагороджування деревини (ХОД) .....  | 875        |
| 19.6.2 Термічне облагороджування деревини (ТОД) .....   | 876        |
| 19.6.3 Процес із надкритичним вуглекислим газом .....   | 879        |
| 19.7 Очищення відхідних газів.....  | 881        |
| 19.7.1 Вугільні адсорбційні труби з електричним нагрівом .....  | 881        |
| 19.8 Очищення відпрацьованих вод .....  | 881        |
| 19.8.1 Камера для фарбування розпиленням із мокрим відділенням та частинками SiO <sub>2</sub> .....   | 881        |
| <b>20 ПРИКІНЦЕВІ ЗАУВАЖЕННЯ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ПОДАЛЬШОЇ РОБОТИ .....</b>  | <b>883</b> |
| <b>21 ДОДАТКИ .....</b>   | <b>887</b> |
| 21.1 Збір даних та представлення даних .....  | 887        |
| 21.1.1 Розподіл заводів, що беруть участь у зборі даних щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників/хімічного захисту деревини за секторами та країнами..... | 887        |
| 21.1.2 Список заводів, що беруть участь у зборі інформації щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників .....   | 889        |
| 21.1.3 Список заводів, що беруть участь у зборі інформації щодо хімічного захисту деревини .....  | 897        |
| 21.1.4 Надання даних щодо викидів у відпрацьованих газах .....  | 898        |
| 21.2 ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПОВІДОМЛЕНЕ ВИКОРИСТАННЯ НДТМ У РІЗНИХ СЕКТОРАХ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКІВ.....  | 899        |
| 21.3 Моделі оцінювання екологічних та економічних ефектів (витрати та прибуток).....  | 906        |

|                          |  |             |
|--------------------------|--|-------------|
| 21.3.1                   | Звіти TFTEI, інструмент ERICCa_VOC та довідкові документи EGTEI .....  | 906         |
| 21.3.2                   | Регіональна модель екологічних витрат (МКМ, MilieuKostenModel) .....   | 909         |
| 21.4                     | Вимірювання неорганізованих викидів – прямий метод .....   | 913         |
| 21.4.1                   | Застосування в поліграфічному секторі.....   | 919         |
| 21.5                     | БАЛАНС МАСИ РОЗЧИННИКА (БМР) .....   | 922         |
| 21.5.1                   | Баланс маси розчинника для цеху з фарбування транспортних засобів .....  | 922         |
| 21.5.2                   | Баланс маси розчинника для сектору нанесення покриття на рулонний метал.....   | 944         |
| 21.5.3                   | Баланс маси розчинника для сектору рулонного офсетного друку з температурним закріпленням .....  | 955         |
| 21.5.4                   | Баланс маси розчинника для флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку .....   | 966         |
| 21.5.5                   | Загальні кейси щодо балансів маси.....   | 968         |
| 21.6                     | Ефективність боротьби з викидами технологій очищення відхідних газів .....   | 972         |
| 21.6.1                   | Ефективність застосовуваних технологій у боротьбі з викидами, як повідомляється даними щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників (2016 р.)..... | 982         |
| 21.7                     | Додаткова інформація про друк.....   | 986         |
| 21.7.1                   | Поліграфічна промисловість у Європейському Союзі.....  | 986         |
| 21.7.2                   | Процеси друку.....   | 987         |
| 21.7.3                   | Друкована продукція .....  | 989         |
| <b>ГЛОСАРІЙ</b>          | .....  | <b>993</b>  |
| I.                       | ISO КОДИ КРАЇН .....   | 994         |
| II.                      | Грошові одиниці.....   | 994         |
| III.                     | Префікси одиниць вимірювання, роздільники чисел та позначення.....   | 995         |
| IV.                      | Одиниці вимірювання та фізичні величини.....   | 996         |
| V.                       | Хімічні елементи .....   | 998         |
| VI.                      | Хімічні формули, які застосовуються в цьому документі .....  | 999         |
| VII.                     | Акроніми .....   | 1000        |
| IX.                      | Визначення .....   | 1003        |
| <b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> | .....  | <b>1009</b> |



## Перелік рисунків

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| Рисунок 1.1:  | Кінцеве споживання розчинників у країнах-членах ЄС.....  | 1  |
| Рисунок 1.2:  | Викиди неметанових летких органічних розчинників у результаті промислової діяльності за 2016 р. ....   | 5  |
| Рисунок 2.1:  | Економічні дані європейської автомобільної промисловості.....  | 11 |
| Рисунок 2.2:  | Торговельний баланс автомобільної промисловості ЄС.....  | 11 |
| Рисунок 2.3:  | Витрати на промислові НДДКР у ЄС, 2016 р. ....   | 12 |
| Рисунок 2.4:  | Споживання води в автомобільній промисловості ЄС.....  | 13 |
| Рисунок 2.5:  | Споживання енергії в автомобільній промисловості ЄС.....   | 14 |
| Рисунок 2.6:  | Викиди ЛОС в автомобільній промисловості ЄС.....   | 15 |
| Рисунок 2.7:  | Утворення відходів від виробництва легкових автомобілів (без урахування брухту та відходів від демонтажу).....   | 16 |
| Рисунок 2.8:  | Приклади кузовів легкових автомобілів, що демонструють діапазон від великих до дуже малих кузовів автомобілів.....   | 18 |
| Рисунок 2.9:  | Послідовність шарів та типова товщина покриттів легкових автомобілів.....  | 19 |
| Рисунок 2.10: | Стандартний технологічний процес нанесення покриття на легкові автомобілі (РС).....  | 21 |
| Рисунок 2.11: | Приклади транспортних засобів, визначених як фургони.....  | 30 |
| Рисунок 2.12: | Типова конструкція вантажного автомобіля (окремі відсіки для водія та вантажу).....  | 31 |
| Рисунок 2.13: | Фарбування вантажного автомобіля.....  | 33 |
| Рисунок 2.14: | Фарбування кабіни вантажного автомобіля.....   | 34 |
| Рисунок 2.15: | Різні концепції конструкції для великих (А: послідовна лінія фарбування) та середніх або малих (В: фарбувальні бокси) виробничих потужностей.....                      | 35 |
| Рисунок 2.16: | Операції нанесення покриття на автобуси: електроосадження покриття (ліворуч) та верхній шар (праворуч).....  | 36 |
| Рисунок 2.17: | Питоме споживання енергії (МВт-год/транспортний засіб) для заводів для легкових автомобілів (фарбувальний цех для РС).....   | 41 |
| Рисунок 2.18: | Питоме споживання енергії (МВт-год/транспортний засіб) для заводів із нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажного автомобіля.....          | 42 |
| Рисунок 2.19: | Питоме споживання води (м <sup>3</sup> /транспортний засіб) для цехів фарбування автомобілів (дані за 2015 р.).....  | 44 |
| Рисунок 2.20: | Загальні ЛОС (г/м <sup>2</sup> ) від нанесення покриття на легкові автомобілі за період 2013–2015 рр.....  | 47 |
| Рисунок 2.21: | Зміна загальних викидів ЛОС (г/м <sup>2</sup> ) та загальної поверхні з покриттям, нанесеним електроосадженням за 2013–2015 р. у відсотках.....                        | 48 |
| Рисунок 2.22: | Загальні ЛОС(г/м <sup>2</sup> ) від нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажного автомобіля за період 2013–2015 рр.....                     | 50 |
| Рисунок 2.23: | Викиди пилу у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) – Середні значення за період 2013–2015 рр. (1/2).....  | 52 |
| Рисунок 2.24: | Викиди пилу у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) – Середні значення за період 2013–2015 рр. (2/2).....  | 53 |
| Рисунок 2.25: | Статистичні параметри повідомлених даних про викиди пилу (періодичний моніторинг).....   | 54 |
| Рисунок 2.27: | Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах – Середні значення за період 2013–2015 рр. (2/2).....   | 56 |
| Рисунок 2.28: | Викиди NOX у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....   | 58 |
| Рисунок 2.29: | Викиди CO у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....  | 59 |
| Рисунок 2.30: | Типова конфігурація очищення відпрацьованих вод у великих фарбувальних цехах.....  | 60 |
| Рисунок 2.31: | Значення концентрації TSS для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.).....                     | 63 |
| Рисунок 2.32: | Значення концентрації ХСК для прямого скидання стічних вод заводів від нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.).....                                 | 64 |
| Рисунок 2.33: | Значення концентрації Ni для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.).....                      | 65 |
| Рисунок 2.34: | Значення концентрації Zn для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.).....                      | 66 |
| Рисунок 2.35: | Значення концентрації АOX для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.).....                     | 70 |
| Рисунок 2.36: | Значення концентрації фторидів для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.).....                | 71 |
| Рисунок 2.37: | Значення концентрації загального фосфору (ЗФ) для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.)..... | 71 |
| Рисунок 2.38: | Значення концентрації кадмію (Cd) для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.).....             | 72 |
| Рисунок 2.39: | Загальні дані про утворення відходів (кг/транспортний засіб) для цехів фарбування.....   |    |

|               |  |     |
|---------------|--|-----|
|               | автомобілів (дані за період 2013–2015 р.) .....  | 73  |
| Рисунок 2.40: | Автоматизоване нанесення фарби за допомогою фарбувальних машин.....  | 91  |
| Рисунок 2.41: | а) автоматизоване нанесення фарби за допомогою роботів б) автоматизоване нанесення герметика з допомогою роботів.....                          | 94  |
| Рисунок 2.42: | Схема різних частин системи подання фарби з кільцевими лініями .....   | 97  |
| Рисунок 2.43: | Структура та ведення повітря в камері для фарбування розпиленням .....   | 100 |
| Рисунок 2.44: | Різні варіанти спрямування повітря та регенерації енергії .....  | 101 |
| Рисунок 2.45: | Система промивного електростатичного фільтра.....  | 104 |
| Рисунок 2.46: | Детальний рисунок електростатичних фільтрів та застосування розділювального засобу .....   | 105 |
| Рисунок 3.1:  | Процес нанесення покриття на водній основі на бампер .....   | 114 |
| Рисунок 3.2:  | Технологічний процес нанесення покриття на ковпаки коліс за допомогою звичайного покриття.....   | 115 |
| Рисунок 3.3:  | Загальні викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси за період 2013–2015 рр. ....   | 124 |
| Рисунок 3.4:  | Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр. ....                                    | 125 |
| Рисунок 3.5:  | Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) – Середні значення за період 2013–2015 рр. ....                                    | 126 |
| Рисунок 3.6:  | Викиди пилу у відпрацьованих газах (дані за 2015 р.).....  | 127 |
| Рисунок 3.7:  | Викиди NO <sub>x</sub> у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....   | 128 |
| Рисунок 3.8:  | Викиди CO у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....  | 129 |
| Рисунок 4.1:  | Загальні викиди ЛОС, виражені в г ЛОС на м <sup>2</sup> покритої поверхні для двох заводів за період 2013–2015 рр. ....                        | 144 |
| Рисунок 4.2:  | Повідомлені застосовувані технології для мінімізації викидів ЛОС .....   | 145 |
| Рисунок 4.3:  | Корпус навколо наконечника трубки в деяких більш вдосконалених моделях роботів .....   | 155 |
| Рисунок 5.1:  | Традиційна схема фарбування.....   | 171 |
| Рисунок 5.2:  | Схема фарбування з високим вмістом твердих часток .....  | 173 |
| Рисунок 5.3:  | Відсотковий розподіл використання розчинника за процесами для однієї установки (виробництво компонентів) .....                                 | 176 |
| Рисунок 5.4:  | Загальні викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси .....  | 177 |
| Рисунок 5.5:  | Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідного потоку розчинника за період 2013–2015 рр. ....                                    | 178 |
| Рисунок 5.6:  | Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) – Середні значення за період 2013–2015 рр. ....                                    | 179 |
| Рисунок 5.7:  | Викиди пилу у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) – Середні значення за період 2013–2015 рр. ....                                    | 181 |
| Рисунок 5.8:  | Портальний пристрій з усіма осями та друкувальною головкою.....  | 187 |
| Рисунок 5.9:  | Принцип роботи рами з осями x, y, z.....   | 188 |
| Рисунок 5.10: | Ланцюг технологічного процесу, включно з прямим друком .....   | 188 |
| Рисунок 5.11: | Порівняння системи БППП (базове покриття / прозоре покриття) з прямим друком у системі БППП .....  | 189 |
| Рисунок 5.12: | Сучасна галузь промислового застосування .....   | 190 |
| Рисунок 5.13: | Пристрій прямого друку.....  | 191 |
| Рисунок 6.1:  | Типова схема лінії нанесення покриття на рулонний метал.....   | 196 |
| Рисунок 6.2:  | Типові шари сталевого продукту з покриттям.....  | 200 |
| Рисунок 6.3:  | Питоме споживання води, виражене в л на м <sup>2</sup> рулонної продукції з покриттям (дані за 2015 р.).....                                   | 206 |
| Рисунок 6.4:  | Питоме споживання енергії, виражене у кВт-год на м <sup>2</sup> покритого рулонного металу за період 2013–2015 рр. ....                        | 207 |
| Рисунок 6.5:  | Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за звітний період 2013–2015 рр. ....                            | 209 |
| Рисунок 6.6:  | Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) за період 2013–2015 рр. ....   | 211 |
| Рисунок 6.7:  | Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (безперервний моніторинг) за період 2013–2015 рр. ....  | 212 |
| Рисунок 6.8:  | Викиди NO <sub>x</sub> у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....   | 214 |
| Рисунок 6.9:  | Викиди CO у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....  | 215 |
| Рисунок 6.10: | Значення концентрації TSS для прямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.) .....             | 217 |
| Рисунок 6.11: | Значення концентрації ХСК для прямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.) .....             | 218 |
| Рисунок 6.12: | Значення концентрації Zn для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.) ..... | 218 |
| Рисунок 6.13: | Значення концентрації Ni для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.) ..... | 219 |

|                |  |     |
|----------------|--|-----|
| Рисунок 6.14:  | Значення концентрації Cr(VI) для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.) .....   | 219 |
| Рисунок 6.15:  | Значення концентрації Cr для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.) .....   | 220 |
| Рисунок 6.16:  | Значення концентрації фторидів для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.) .....   | 221 |
| Рисунок 6.17:  | Значення концентрації АОХ для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.) .....  | 221 |
| Рисунок 6.18:  | Схема валкового пристрою для нанесення фарби: а) пристрій для нанесення покриття з двома валками, б) пристрій для прямого нанесення покриття з двома валками, с) валковий пристрій для нанесення покриття із зазором для подання, d) дозувальний валик ..... | 231 |
| Рисунок 6.19:  | Схема ланцюгової (конвективної) печі та флотаційної печі .....   | 235 |
| Рисунок 7.1:   | Схема лінії виробництва клейкої стрічки .....  | 249 |
| Рисунок 7.2:   | Різні типи установок для нанесення клейкої речовини .....  | 250 |
| Рисунок 7.3:   | Установка нашарування .....  | 250 |
| Рисунок 7.4:   | Потік розчинника (дані за 2004 р.) .....   | 253 |
| Рисунок 7.5:   | Споживання енергії (дані за 2004 р.) .....   | 254 |
| Рисунок 7.6:   | Утворення відходів (дані за 2004 р.) .....   | 255 |
| Рисунок 7.7:   | Загальні викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр. ....  | 256 |
| Рисунок 7.8:   | Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр. ....  | 257 |
| Рисунок 7.9:   | Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....  | 258 |
| Рисунок 7.10:  | Вхідний потік розчинника та основний вихідний потік ЛОС для покриття клейкої стрічки .....   | 258 |
| Рисунок 8.1:   | Середні значення загального споживання матеріалу (в тому числі клейкої речовини для покриття та очисних матеріалів) та споживання розчинника (на 1 000 м <sup>2</sup> покритої поверхні) за період 2013–2015 рр. ....  | 270 |
| Рисунок 8.2:   | Питоме споживання енергії, виражене у кВт-год на м <sup>2</sup> покритої поверхні за період 2013–2015 рр. ....   | 271 |
| Рисунок 8.3:   | Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр. ....  | 272 |
| Рисунок 8.4:   | Загальні викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр. ....  | 272 |
| Рисунок 8.5:   | Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....  | 274 |
| Рисунок 8.6:   | Викиди DMF у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....   | 276 |
| Рисунок 8.7:   | Викиди NOX у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. (періодичний моніторинг) .....   | 279 |
| Рисунок 8.8:   | Викиди CO у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. (періодичний моніторинг) .....  | 280 |
| Рисунок 9.1:   | Типовий виробничий процес та схема виробництва обмоткового дроту .....   | 285 |
| Рисунок 9.2:   | Загальні викиди ЛОС, виражені у г ЛОС на кг покритого дроту за період 2013–2015 рр. ....   | 291 |
| Рисунок 9.3:   | Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....  | 292 |
| Рисунок 9.4:   | Питомі значення утворення відходів (г відходів фарби /лаку та осаду фарби/лаку на кг вхідного потоку розчинника) – Середні значення за період 2013–2015 рр. ....   | 295 |
| Рисунок 10.1:  | Процес виробництва банок для напоїв .....  | 305 |
| Рисунок 10.2:  | Процес виробництва консервних банок .....  | 306 |
| Рисунок 10.3:  | Процес виробництва екструдованих алюмінієвих туб .....   | 308 |
| Рисунок 10.4:  | Процес виробництва бочок .....   | 310 |
| Рисунок 10.5:  | Процес виробництва для плаского металевого листа .....   | 311 |
| Рисунок 10.6:  | Процес виробництва збірних банок із трьох деталей .....  | 313 |
| Рисунок 10.7:  | Послідовність виробництва тягнутих збірних банок із двох деталей .....   | 314 |
| Рисунок 10.8:  | Процес виробництва торців, крончатих та звичайних кришок .....   | 315 |
| Рисунок 10.9:  | Споживання лаку установками для металевої упаковки (г споживання лаку на м <sup>2</sup> продукту) – Середні значення за період 2013–2015 рр. ....  | 317 |
| Рисунок 10.10: | Споживання органічних розчинників установками для металевої упаковки (г вхідного потоку розчинника на м <sup>2</sup> продукту) – Середні значення за період 2013–2015 рр. ....   | 318 |
| Рисунок 10.11: | Питоме споживання енергії, виражене у кВт-год на м <sup>2</sup> покритої поверхні за період 2013–2015 рр. ....   | 319 |
| Рисунок 10.12: | Загальні викиди ЛОС, виражені в г ЛОС на м <sup>2</sup> покритої/друкованої поверхні за період 2013–2015 рр. ....  | 321 |
| Рисунок 10.13: | Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр. ....  | 323 |
| Рисунок 10.14: | Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....  | 325 |
| Рисунок 10.15: | Викиди пилу у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) – Середні значення за період 2013–2015 рр. ....  | 326 |

|                |  |     |
|----------------|--|-----|
| Рисунок 10.16: | Викиди NOX у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....   | 327 |
| Рисунок 10.17: | Викиди CO у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....  | 328 |
| Рисунок 11.1:  | Баланс ЛОС для віртуального заводу .....   | 350 |
| Рисунок 11.2:  | Питоме споживання ЛОС та рівні викидів у віртуальному процесі температурного закріплення.....  | 351 |
| Рисунок 11.3:  | Питомий вхідний потік речовин та вихідний потік відходів у віртуальному процесі температурного закріплення.....  | 352 |
| Рисунок 11.4:  | Основні вхідні та вихідні потоки для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням .....  | 353 |
| Рисунок 11.5:  | Питоме споживання енергії, виражене у Вт-год на м <sup>2</sup> друкованої паперової поверхні (дані за 2015 р.).....  | 354 |
| Рисунок 11.6:  | Загальні викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку друкарської фарби за період 2013–2015 рр. ....  | 356 |
| Рисунок 11.7:  | Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр. ....  | 358 |
| Рисунок 11.8:  | Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.....   | 360 |
| Рисунок 11.9:  | Викиди NOX у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....   | 362 |
| Рисунок 11.10: | Викиди CO у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....  | 363 |
| Рисунок 11.11: | Звичайна друкарська форма для офсетного друку зі зволоженням та друкарська форма без зволоження .....  | 372 |
| Рисунок 11.12: | Інтегроване очищення відхідних газів у сушарці машини для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням .....   | 375 |
| Рисунок 12.1:  | Восьмиколірна флексографічна друкарська машина з центральним друкарським циліндром (друкарська машина планетарного типу) .....   | 382 |
| Рисунок 12.2:  | Питоме споживання енергії, виражене у Вт-год/м <sup>2</sup> друкованої поверхні за період 2013–2015 рр. ....   | 391 |
| Рисунок 12.3:  | Загальні викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси за період 2013–2015 рр. ....   | 396 |
| Рисунок 12.4:  | Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр. ....  | 400 |
| Рисунок 12.5:  | Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) за період 2013–2015 рр. (1/2) .....  | 402 |
| Рисунок 12.6:  | Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) за період 2013–2015 рр. (2/2) .....  | 403 |
| Рисунок 12.7:  | Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (безперервний моніторинг) за період 2013–2015 рр. ....  | 404 |
| Рисунок 12.8:  | Викиди NOX у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....   | 405 |
| Рисунок 12.9:  | Викиди CO у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....  | 406 |
| Рисунок 13.1:  | 4 + 4-колірна друкарська машина публікаційного ротогравюрного друку .....  | 427 |
| Рисунок 13.2:  | Баланс ЛОС віртуального заводу публікаційного ротогравюрного друку .....   | 430 |
| Рисунок 13.3:  | Основні вхідні потоки розчинника та вихідні потоки ЛОС для заводу з публікаційного ротогравюрного друку.....   | 432 |
| Рисунок 13.4:  | Схема використання води на установці з публікаційного ротогравюрного друку .....   | 435 |
| Рисунок 13.5:  | Загальні викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр. ....  | 437 |
| Рисунок 13.6:  | Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр. ....  | 439 |
| Рисунок 13.7:  | Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах установки відновлення толуолу за період 2013–2015 рр. ....  | 440 |
| Рисунок 13.8:  | Схема утворення відпрацьованих вод на заводі з публікаційного ротогравюрного друку .....   | 442 |
| Рисунок 14.1:  | Типові етапи технологічного процесу та основні вхідні та вихідні потоки ЛОС для нанесення покриття на деревні поверхні .....   | 453 |
| Рисунок 14.2:  | Схема вхідних потоків енергії .....  | 464 |
| Рисунок 15.1:  | Продукція європейської галузі захисту деревини, класифікована за типами продукції.....   | 479 |
| Рисунок 15.2:  | Продукція європейської галузі захисту деревини, класифікована за типами консерванту .....  | 480 |
| Рисунок 15.3:  | Огляд етапів процесу захисту деревини .....  | 485 |
| Рисунок 15.4:  | Схема процесу короткочасного занурення (короткострокове занурення/занурення на певний час) .....   | 488 |
| Рисунок 15.5:  | Приклад короткочасного занурення (короткострокове занурення/занурення на певний час) – резервуар, що дає можливість одночасно обробляти декілька акумуляторів із кріпленням на стендах поряд із резервуарами для занурення ..... | 488 |
| Рисунок 15.6:  | Схема процесу розпилення / розпилювального тунелю.....   | 489 |
| Рисунок 15.7:  | Деревина в закритому розпилювальному тунелі .....  | 490 |
| Рисунок 15.8:  | Схема просочення у ванні.....  | 491 |

|                   |  |     |
|-------------------|--|-----|
| Рисунок 15.9:     | Приклад заводу обробки під тиском на водній основі з відкритим резервуаром для змішування/зберігання .....   | 492 |
| Рисунок 15.10:    | Приклад схеми заводу обробки під тиском для консервантів на водній основі .....  | 493 |
| Рисунок 15.11:    | Типові вхідні та вихідні потоки для заводів із захисту деревини .....  | 502 |
| Рисунок 15.12:    | Схема типової установки для захисту деревини, що демонструє споживання та викиди .....   | 510 |
| Рисунок 15.13:    | Типові вхідні та вихідні потоки ЛОС у процесах просочення деревини з використанням консервантів на основі розчинників.....                                     | 515 |
| Рисунок 15.14:    | Повідомлені викиди ЛОС у відпрацьованих газах від заводів із використанням креозоту.....   | 516 |
| Рисунок 15.15:    | Повідомлені викиди ПАВ, нафталіну та бензо[а]пірену у відпрацьованих газах від заводів із використанням креозоту .....   | 517 |
| Рисунок 15.16:    | Повідомлені викиди бензолу у відпрацьованих газах від заводів із використанням креозоту .....  | 518 |
| Рисунок 15.17:    | Повідомлені викиди NOX та CO у відпрацьованих газах від заводів із використанням креозоту .....  | 519 |
| Рисунок 15.18:    | Постійне вдосконалення в моделі СЕМ.....   | 521 |
| Рисунок 15.19:    | Зменшення рівня заповнення (на прикладі заводу DE-3) .....   | 526 |
| Рисунок 15.20:    | Схема, що демонструє різні варіанти запобіжних заходів (утримування, краплевловлювачі, покрівельні покриття).....  | 529 |
| Рисунок 15.21:    | Приклади конструкцій для систем утримування для процесу.....   | 530 |
| Рисунок 15.22:    | Приклади конструкцій для систем утримування для процесу.....   | 530 |
| Рисунок 15.23:    | Приклад піддона під дверима автоклава .....  | 532 |
| Рисунок 15.24:    | Приклад піддона, вбудованого в систему розвантаження (під зоною вилучення) .....   | 532 |
| Рисунок 15.25:    | Схема заводу DE 1 для обробки креозотом під тиском .....   | 543 |
| Рисунок 15.26:    | Основний принцип кондуктометричного вимірювання вологості деревини .....   | 549 |
| Рисунок 15.27:    | Ручне вимірювання вологості деревини .....   | 549 |
| Рисунок 15.28:    | Приклад краплевловлювача з розчином для обробки крапель, що стікає назад у ємність для обробки .....   | 556 |
| Рисунок 15.29:    | Приклад покриття даху в районі ванн (Завод DE-4).....  | 560 |
| Рисунок 15.30:    | Схема заводу DE-1 .....  | 573 |
| Рисунок 15.31:    | Схема системи бороти з викидами (скрубера), встановленої на заводі з обробки креозотом у гарячих та холодних ваннах.....                                       | 581 |
| Рисунок 16.1:     | Схема виробництва дзеркал.....   | 592 |
| Рисунок 16.2:     | Огляд різних типів абразивів із покриттям .....  | 598 |
| Рисунок 16.3:     | Схема процесу для абразивів із покриттям .....   | 605 |
| Рисунок 17.1:     | Постійне вдосконалення в моделі СЕМ.....   | 616 |
| Рисунок 17.2:     | Пристрій для збору розлитої рідини в транзитній зоні між зонами зберігання та виробництва .....  | 623 |
| Рисунок 17.3:     | Вбудована система утримування для переміщення та зберігання барабанів у виробничих зонах.....  | 628 |
| Рисунок 17.4:     | Автоматична система змішування на заводі флексографічного друку.....   | 630 |
| Рисунок 17.5:     | Подання фарби в головку для нанесення покриття на рулонну сталь .....  | 633 |
| Рисунок 17.6:     | Всі вхідні та вихідні потоки розчинника (з використанням визначень із ДПВ).....  | 640 |
| Рисунок 17.7:     | Спрощена система рециркуляції води камер для фарбування з коагуляцією осаду фарби .....  | 651 |
| Рисунок 17.8:     | Ракель .....   | 679 |
| Рисунок 17.9:     | Процес покриття електроосадженням.....   | 682 |
| Рисунок 17.10:(a) | Виробництво азоту з використанням полімерної мембрани (b) порівняння конусних розпилювачів .....   | 685 |
| Рисунок 17.11:    | Роботизований аплікатор для герметика, захищений тканинним чохлам.....   | 707 |
| Рисунок 17.12:    | Закрита автоматична мийна машина.....  | 715 |
| Рисунок 17.13:    | Викид рідкого CO2 .....  | 719 |
| Рисунок 17.14:    | (a) Робот-аплікатор, (b) Резервуар з CO2 високого тиску, (c) Резервуар з CO2 низького тиску .....  | 720 |
| Рисунок 17.15:    | Огляд галузей застосування доступних технологій зменшення викидів ЛОС .....  | 725 |
| Рисунок 17.16:    | Приклад споживання газу нижче автотермічної точки для заводу з флексографічного друку та публікаційного ротографічного друку для трьох сценаріїв витрати ..... | 726 |
| Рисунок 17.17:    | Схема рівнів викидів ЗЛОВ, NOX та CO, що досягаються, для типового рекуперативного термічного окисника.....  | 728 |
| Рисунок 17.18:    | Повідомлені викиди ЗЛОВ, NOX та CO, з заводів у секторі поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, де застосовується термічна обробка.....       | 731 |
| Рисунок 17.19:    | Схема системи очищення вихлопних газів із буфером молекулярного сита .....   | 743 |
| Рисунок 17.20:    | Крива вмісту ЛОС мийної машини до та після буферу молекулярного сита .....   | 743 |
| Рисунок 17.21:    | Гранульоване природне молекулярне сито (цеоліт).....   | 744 |
| Рисунок 17.22:    | Повітророзподільна камера .....  | 746 |
| Рисунок 17.23:    | Схема очищення відпрацьованих вод, що застосовується в камері для фарбування .....   |     |

|                |   |     |
|----------------|---|-----|
|                | розпиленням із мокрим відділенням .....   | 747 |
| Рисунок 17.24: | а) Візок для фільтра із 6 картонними фільтрувальними коробками (постачальник Dütt) та б) концепція фільтра E-Cube (постачальник Eisenmann).....   | 753 |
| Рисунок 17.25: | Схема системи адсорбційного очищення відхідних газів.....   | 776 |
| Рисунок 17.26: | Перехресний потік в адсорбційній установці.....   | 777 |
| Рисунок 17.27: | Кедерна трубка в адсорбційній установці .....   | 778 |
| Рисунок 17.28: | Фільтрувальний каскад в адсорбційній установці .....  | 778 |
| Рисунок 17.29: | Характеристики десорбційної установки .....   | 779 |
| Рисунок 17.30: | Схема біологічного очищення відхідних газів.....  | 781 |
| Рисунок 17.31: | Реактор для біологічного очищення відхідних газів .....   | 782 |
| Рисунок 17.32: | Матеріал біофільтра .....   | 783 |
| Рисунок 19.1:  | Порівняння питомого споживання для просоченої деревини та термічно облагородженої деревини .....  | 878 |
| Рисунок 21.1:  | Кількість заводів, що беруть участь у зборі даних щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників/хімічного захисту деревини за країнами.....  | 887 |
| Рисунок 21.2:  | Кількість заводів, що беруть участь у зборі даних щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників/хімічного захисту деревини за секторами .....  | 888 |
| Рисунок 21.3:  | Масовий потік розчинника у фарбувальному цеху .....   | 923 |
| Рисунок 21.4:  | Масовий потік розчинника на лінії фарбувальному цеху (приклад) .....  | 924 |
| Рисунок 21.5:  | Точки вимірювання для визначення ефективності боротьби з викидами на установках з очищення відхідних газів у комбінації очищення відхідних газів сушильної печі .....   | 938 |
| Рисунок 21.6:  | Приклад автоматизованого проектування площ поверхонь деталей транспортних засобів.....  | 942 |
| Рисунок 21.7:  | Приклад типового БМР для лінії нанесення покриття на рулонний метал .....   | 946 |
| Рисунок 21.8:  | Приклад листка технічної інформації для сектору нанесення покриття на рулонний метал .....  | 948 |
| Рисунок 21.9:  | Приклад вимог до даних для розрахунку неорганізованих викидів для сектору нанесення покриття на рулонний метал.....   | 951 |
| Рисунок 21.10: | Відсутність заходів боротьби з викидами наприкінці виробничого циклу та внутрішньої переробки .....   | 968 |
| Рисунок 21.11: | Відсутність заходів боротьби з викидами наприкінці виробничого циклу, але наявність внутрішнього відновлення та повторного використання розчинника .....  | 969 |
| Рисунок 21.12: | З вловлюванням та повторним використанням розчинника (внутрішнім та зовнішнім).....   | 970 |
| Рисунок 21.13: | Боротьба з викидами, спрямована на знищення, наприкінці виробничого циклу .....   | 971 |
| Рисунок 21.14: | Частка точок викидів, які повідомляють про застосування технологій зменшення викидів ЛОС за секторами в загальній кількості точок викидів .....   | 982 |
| Рисунок 21.15: | Застосування методу усунення забруднення довкілля у відсотках від загальної кількості точок викидів .....   | 983 |
| Рисунок 21.16: | Розподіл застосовуваних технологій за секторами поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, виражений у відсотках від загальної кількості точок викидів (у секторі), де застосовується метод усунення забруднення довкілля ..... | 984 |
| Рисунок 21.17: | Огляд основних процесів друку .....   | 988 |

## Перелік таблиць

|               |   |     |
|---------------|---|-----|
| Таблиця 2.1:  | Типи транспортних засобів.....  | 9   |
| Таблиця 2.2   | а) Підприємства з виробництва механічних транспортних засобів у ЄС (дані за 2015 р.); б) Цехи з фарбування механічних транспортних засобів, що перевищують граничні значення для виду діяльності 6.7 Додатку I до ДПВ у ЄС..... | 10  |
| Таблиця 2.3:  | Виробництво механічних транспортних засобів у ЄС у 2014 р. (транспортні засоби/рік).....  | 10  |
| Таблиця 2.4:  | Забруднювачі повітря, крім ЛОС, з цехів фарбування легкових автомобілів у порівнянні з даними ЄМЕП (ЕМЕР) ЄС-28.....  | 15  |
| Таблиця 2.5:  | Характеристики типових покриттів, що наносяться розпиленням, для легкових автомобілів .....   | 27  |
| Таблиця 2.6:  | Технічні відмінності між сімействами фарбувальних цехів на основі розчинників та на водній основі .....   | 28  |
| Таблиця 2.7:  | Розрахунковий відсоток різних сімейств фарбувальних цехів у ЄС .....  | 28  |
| Таблиця 2.8:  | Концепції нанесення покриття для фургонів.....  | 31  |
| Таблиця 2.9:  | Концепція покриття для вантажних автомобілів.....   | 32  |
| Таблиця 2.10: | Концепції нанесення покриття для кабін вантажівок .....   | 34  |
| Таблиця 2.11: | Концепція покриття для автобусів.....   | 36  |
| Таблиця 2.12: | Вміст розчинника та твердих часток у матеріалах покриття.....   | 38  |
| Таблиця 2.13: | Типове споживання енергії цехів фарбування автомобілів .....  | 40  |
| Таблиця 2.14: | Питоме споживання енергії для заводів із нанесення покриття на легкові автомобілі (фарбувальний цех для РС) .....   | 41  |
| Таблиця 2.15: | Питоме споживання енергії для заводів із нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі, кабінні вантажного автомобіля та автобуси.....   | 43  |
| Таблиця 2.16: | Питоме споживання води для цехів фарбування автомобілів .....   | 44  |
| Таблиця 2.17: | Загальні викиди ЛОС для різних типів фарбувальних цехів .....   | 45  |
| Таблиця 2.18: | Дані про загальні викиди ЛОС для цехів фарбування автомобілів .....   | 50  |
| Таблиця 2.19: | Статистичні дані про викиди пилу у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....  | 54  |
| Таблиця 2.20: | Статистичні параметри повідомлених даних про викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (дані за 2015 р.).....  | 57  |
| Таблиця 2.21: | Основні екологічні проблеми, пов'язані за стічними водами від нанесення покриття на легкові автомобілі, фургони, вантажні автомобілі та кабінні вантажних автомобілів, а також автобуси .....                                   | 61  |
| Таблиця 2.22: | Пояснення скорочень, що використовуються для даних про викиди у воду .....  | 62  |
| Таблиця 2.23: | Значення концентрації Cr(VI) для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.) .....  | 68  |
| Таблиця 2.24: | Значення концентрації Cr для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.).....   | 69  |
| Таблиця 2.25: | Загальні дані про утворення відходів для цехів фарбування автомобілів.....  | 74  |
| Таблиця 2.26: | Вміст розчинників у основних типах відходів цехів фарбування автомобілів .....  | 74  |
| Таблиця 2.27: | Внесок відходів, що містять розчинник, у масовий потік розчинника (параметр Об балансу маси розчинника).....  | 76  |
| Таблиця 2.28: | Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі.....  | 77  |
| Таблиця 2.29: | Зменшення викидів ЛОС – первинні заходи (кейс-стаді).....   | 78  |
| Таблиця 2.30: | Розрахункове зменшення викидів ЛОС і розраховані загальні викиди (г/м <sup>2</sup> ) для застосування вторинних заходів (кейс-стаді).....   | 79  |
| Таблиця 2.31: | Вимоги до кондиціонування повітря в прохідних фарбувальних камерах .....  | 102 |
| Таблиця 3.1:  | Розрахункова загальна кількість установок у ЄС та кількість установок, які надали дані про нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні .....  | 107 |
| Таблиця 3.2:  | Пропорції розчинників у різних системах покриття, що використовуються для нанесення покриття на бампери.....  | 115 |
| Таблиця 3.3:  | Порівняння пропорцій розчинника в системах покриття, що застосовуються для нанесення покриття ковпаків коліс.....   | 116 |
| Таблиця 3.4:  | Структура шарів для рейкових транспортних засобів відповідно до норм Deutsche Bahn AG.....  | 117 |
| Таблиця 3.5:  | Споживання матеріалу на покриття вагона.....  | 119 |
| Таблиця 3.6:  | Використання ЛОС для нанесення покриття на бампер (дані за 2000 р.) .....   | 120 |
| Таблиця 3.7:  | Розбивка звичайних матеріалів із вмістом ЛОС .....  | 121 |
| Таблиця 3.8:  | Розбивка матеріалів із низьким вмістом ЛОС для досягнення низьких викидів ЛОС .....   | 122 |
| Таблиця 3.9:  | Основні характеристики етапів технологічного процесу для установки для нанесення покриттів на СХБО .....  | 123 |
| Таблиця 3.10: | Інформація про матеріали покриття та технології, що застосовуються на установках для нанесення покриття на пластмасові та інші металеві поверхні .....  | 125 |
| Таблиця 3.11: | Статистичні параметри повідомлених даних про періодичний моніторинг викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....  | 127 |
| Таблиця 3.12: | Дані про утворення відходів .....   | 131 |

|   |     |
|---|-----|
| Таблиця 3.13: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі.....  | 132 |
| Таблиця 4.1: Загальні викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси за період 2013–2015 рр. ....                                       | 145 |
| Таблиця 4.2: Дані про відпрацьовані води корабельні .....   | 147 |
| Таблиця 4.3: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі.....   | 149 |
| Таблиця 5.1: Загальна інформація про нанесення покриття на Airbus A320 (вузькофюзеляжне повітряне судно) та на Airbus A330 (велике повітряне судно) ..... | 175 |
| Таблиця 5.2: Статистичні параметри для викидів пилу і відпрацьованих газів у 2015 р. ....   | 180 |
| Таблиця 5.3: Дані про утворення відходів від нанесення покриття на повітряне судно .....  | 182 |
| Таблиця 5.4: Споживання матеріалів для Boeing 747-400 у Lufthansa Technik.....  | 183 |
| Таблиця 5.5: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі.....   | 184 |
| Таблиця 6.1: Кількість та потужність ліній нанесення покриття на рулонний метал .....   | 194 |
| Таблиця 6.2: Статистика нанесення покриття на рулонний метал за 2016 р. ....  | 194 |
| Таблиця 6.3: Типові експлуатаційні параметри лінії нанесення органічного покриття на рулонний метал .....   | 196 |
| Таблиця 6.4: Типи органічних покриттів, що використовуються в індустрії нанесення покриття на рулонний метал .....  | 201 |
| Таблиця 6.5: Використання фарби в європейській індустрії нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2016 р.).....                                      | 202 |
| Таблиця 6.6: Вхідні потоки процесу нанесення покриття на рулонний метал, їхнє використання та типове призначення після використання .....                 | 203 |
| Таблиця 6.7: Розчинники, що найчастіше використовуються в процесі нанесення органічного покриття .....  | 204 |
| Таблиця 6.8: Типове споживання фарби в нанесенні покриття на рулонний метал.....  | 204 |
| Таблиця 6.9: Хімічні речовини без вмісту органічних сполук, що не змішуються з розчинниками .....   | 205 |
| Таблиця 6.10: Типові викиди в повітря від процесів нанесення покриття на рулонний метал .....   | 208 |
| Таблиця 6.11: Загальні викиди ЛОС для кількох систем нанесення покриття .....   | 209 |
| Таблиця 6.12: Основні види відходів, що утворюються в індустрії нанесення покриття на рулонний метал .....  | 222 |
| Таблиця 6.13: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі.....  | 223 |
| Таблиця 7.1: Нанесення чутливого до тиску клею на основі розчинника для клейкої стрічки.....  | 246 |
| Таблиця 7.2: Чутливий до тиску клей для виробництва клейкої стрічки .....   | 247 |
| Таблиця 7.3: Порівняння використовуваних розчинників та енергії, а також утворюваних відходів .....   | 255 |
| Таблиця 7.4: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі.....   | 260 |
| Таблиця 8.1: Список заводів, що надали дані про нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір .....   | 269 |
| Таблиця 8.2: Пояснення скорочень, що використовуються для типу процесу .....  | 273 |
| Таблиця 8.3: Статистичні параметри повідомлених даних про періодичний моніторинг викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....         | 275 |
| Таблиця 8.4: Значення викидів DMF та контекстуальна інформація щодо моніторингу DMF .....   | 277 |
| Таблиця 8.5: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі.....   | 281 |
| Таблиця 9.1: Дані про виробництво емальованих дротів у Європі та відповідне споживання органічних розчинників з 1970 до 2010 року.....                    | 283 |
| Таблиця 9.2: Групи типів круглих обмоткових дротів за діаметром .....   | 284 |
| Таблиця 9.3: Основні вироби з обмоткового дроту та застосовувані системи покриття .....   | 289 |
| Таблиця 9.4: Повідомлені рівні споживання NMP .....   | 290 |
| Таблиця 9.5: Обмоткові дроти: інші приклади викидів NOX .....   | 293 |
| Таблиця 9.6: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі.....   | 296 |
| Таблиця 10.1: Огляд виробничих процесів, що використовуються для нанесення покриття та друку на металевій упаковці .....                                  | 304 |
| Таблиця 10.2: Дані споживання лаку та органічних розчинників із заводів із виробництва збірних банок із двох деталей та торців банок.....                 | 318 |
| Таблиця 10.3: Дані споживання лаку та органічних розчинників із заводів із нанесення покриття та друку на плоскому листі .....                            | 318 |
| Таблиця 10.4: Скорочення, що використовуються в цій главі.....  | 320 |
| Таблиця 10.5: Статистичні параметри загальних викидів ЛОС, виражених у г ЛОС на м <sup>2</sup> покритої/друкованої поверхні за період 2013–2015 рр. ....  | 321 |
| Таблиця 10.6: Загальні значення викидів ЛОС (г ЛОС на м <sup>2</sup> покритої площі), що повідомляються галуззю промисловості.....                        | 322 |
| Таблиця 10.7: Статистичні параметри повідомлених даних про викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....                                | 324 |
| Таблиця 10.8: Повідомлені значення утворення відходів для основних потоків відходів від установок для нанесення покриття на банки з двох деталей .....    | 329 |
| Таблиця 10.9: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі.....  | 330 |
| Таблиця 11.1: Інформація про функціонування віртуального заводу офсетного друку з температурним закріпленням .....  | 348 |
| Таблиця 11.2: Виробничі умови віртуального заводу офсетного друку з температурним закріпленням .....  | 348 |



|   |     |
|---|-----|
| Таблиця 11.3: Вхідні та вихідні потоки для віртуального заводу з температурним закріпленням .....   | 349 |
| Таблиця 11.4: Проекти енергозбереження, впроваджені установкою для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням .....   | 355 |
| Таблиця 11.5: Загальні викиди ЛОС та контекстуальна інформація для заводів для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням .....   | 357 |
| Таблиця 11.6: Неорганізовані викиди ЛОС та контекстуальна інформація для заводів для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням.....  | 358 |
| Таблиця 11.7: Статистичні параметри повідомлених даних про викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....  | 361 |
| Таблиця 11.8: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі.....  | 367 |
| Таблиця 12.1: Основні технічні характеристики машин для ротогравюрного друку на упаковках .....   | 383 |
| Таблиця 12.2: Типові розчинники, що використовуються в процесах флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку для упаковок на основі розчинників .....  | 384 |
| Таблиця 12.3: Типові розчинники, що використовуються в процесах флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку для упаковок на водній основі .....   | 385 |
| Таблиця 12.4: Питоме споживання ЛОС у процесах флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку для упаковок.....  | 385 |
| Таблиця 12.5: Середній базовий склад друкарської фарби для флексографічного друку на основі розчинника .....  | 386 |
| Таблиця 12.6: Типова покупна друкарська фарба для флексографічного друку для паперу.....  | 386 |
| Таблиця 12.7: Типова покупна друкарська фарба без вмісту розчинника для флексографічного друку для паперу.....  | 387 |
| Таблиця 12.8: Типовий склад покупної друкарської фарби для ротогравюрного друку .....   | 387 |
| Таблиця 12.9: Середній базовий склад друкарської фарби для ротогравюрного друку на водній основі.....   | 388 |
| Таблиця 12.10: Типовий склад покупної друкарської фарби на водній основі для ротогравюрного друку для покритого паперу.....   | 388 |
| Таблиця 12.11: Типовий склад покупної друкарської фарби на водній основі для флексографічного друку для паперу та картону.....  | 388 |
| Таблиця 12.12: Типовий склад лаку на водній основі для картону в процесі ротогравюрного друку.....  | 389 |
| Таблиця 12.13: Середні значення нанесення друкарських фарб .....  | 389 |
| Таблиця 12.14: Зменшення неорганізованих викидів від флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку .....  | 393 |
| Таблиця 12.15: Основна виробнича та контекстуальна інформація про установки, що повідомляють про викиди ЛОС 397   |     |
| Таблиця 12.16: Пояснення скорочень, що використовуються для даних про флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк .....  | 398 |
| Таблиця 12.17: Статистичні параметри повідомлених даних про загальні викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси за період 2013–2015 рр.....   | 398 |
| Таблиця 12.18: Статистичні параметри повідомлених даних про загальні викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси у зв'язку із застосовуваними методами усунення забруднення довкілля за період 2013–2015 рр..... | 399 |
| Таблиця 12.19: Статистичні параметри повідомлених даних про періодичний моніторинг викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....   | 401 |
| Таблиця 12.20: Статистичні параметри повідомлених даних про безперервний моніторинг викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. ....  | 404 |
| Таблиця 12.21: Характеристики відпрацьованих вод від процесів із друкарськими фарбами на водній основі .....  | 408 |
| Таблиця 12.22: Дані про викиди у воду від установок для флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку .....   | 409 |
| Таблиця 12.23: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі.....   | 410 |
| Таблиця 13.1: Технічні характеристики машин для публікаційного ротогравюрного друку .....   | 425 |
| Таблиця 13.2: Баланс маси заводу публікаційного ротогравюрного друку передової практики .....   | 429 |
| Таблиця 13.3: ЛОС у публікаційному ротогравюрному друці .....   | 431 |
| Таблиця 13.4: Питоме споживання толуолу на двох заводах у Фландрії, Бельгія.....  | 431 |
| Таблиця 13.5: Дані про питоме споживання толуолу .....  | 431 |
| Таблиця 13.6: Баланси толуолу на двох заводах ротогравюрного друку .....  | 432 |
| Таблиця 13.7: Середній базовий склад покупної друкарської фарби для публікаційного ротогравюрного друку .....   | 433 |
| Таблиця 13.8: Дані про споживання друкарської фарби та споживання розчинника від заводів із публікаційного ротогравюрного друку .....   | 433 |
| Таблиця 13.9: Скорочення, що використовуються в цій главі.....  | 437 |
| Таблиця 13.10: Повідомлені значення загальних викидів ЛОС та контекстуальна інформація з заводів із публікаційного ротогравюрного друку .....   | 438 |
| Таблиця 13.11: Повідомлені значення неорганізованих викидів ЛОС та контекстуальна інформація з заводів із публікаційного ротогравюрного друку .....   | 439 |
| Таблиця 13.12: Основні види відходів, що утворюються в галузі публікаційного ротогравюрного друку .....   | 441 |
| Таблиця 13.13: Викиди металу в стічні води від двох заводів із публікаційного ротогравюрного друку (дані за 2015  |     |

|  |     |
|--|-----|
| Таблиця 13.14:Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі.....   | 444 |
| Таблиця 14.1: Виробництво меблів у ЄС-28 у 2012 р.....   | 450 |
| Таблиця 14.2: Сектор виробництва меблів у ЄС-28 .....  | 450 |
| Таблиця 14.3: Склад різних морилок для деревини.....   | 454 |
| Таблиця 14.4: Огляд властивостей морилок та фарб для деревини .....  | 456 |
| Таблиця 14.5: Досяжні коефіцієнти ефективності нанесення.....  | 458 |
| Таблиця 14.6: Кількість фарбувальних матеріалів, що наносяться за різними технологіями .....   | 462 |
| Таблиця 14.7: Фарби, що наносяться, та кількості органічних розчинників: приклади різних способів нанесення в деревообробній та меблевій промисловості.....  | 463 |
| Таблиця 14.8: Питомі викиди ЛОС для різних фарбових систем, деякі з первинними заходами для скорочення викидів.....  | 465 |
| Таблиця 14.9: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі.....   | 467 |
| Таблиця 15.1: Результати опитування щодо кількості та розмірів установок із захисту деревини .....   | 478 |
| Таблиця 15.2: Оцінка кількості та розмірів установок для захисту деревини в ЄС від одного постачальника креозоту .....   | 478 |
| Таблиця 15.3: Наявні установки для просочування деревини, на які поширюється дія Статті 2(2) ДВР, 2003–2004 рр.....  | 479 |
| Таблиця 15.4: Кількість заводів для хімічного захисту деревини (всього) та заводів для хімічного захисту деревини з виробничою потужністю > 75 м <sup>3</sup> на кожен тип консерванту, повідомлена країнами-членами ЄС (на 05.2017 р.)..... | 481 |
| Таблиця 15.5: Процеси нанесення консерванту, що використовуються для захисту деревини .....  | 487 |
| Таблиця 15.6: Приклади варіантів управління відходами, що утворюються на заводах для хімічного захисту деревини .....  | 497 |
| Таблиця 15.7: Збір незабрудненої дощової води/поверхневих стоків .....   | 498 |
| Таблиця 15.8: Збір потенційно забрудненої дощової води/поверхневих стоків .....  | 500 |
| Таблиця 15.9: Огляд типів консервантів для деревини та застосовуваних процесів захисту деревини .....  | 503 |
| Таблиця 15.10:Неповний огляд інгредієнтів типів біоцидних продуктів, що використовуються на заводах, що брали участь у зборі даних щодо хімічного захисту деревини у 2017 р. ....  | 504 |
| Таблиця 15.11: Повідомлене питома споживання біоциду для обробки консервантами на водній основі (звітний період 2014-2016 рр.) .....   | 505 |
| Таблиця 15.12:Зразкові дані за заводами з обробки креозотом.....   | 507 |
| Таблиця 15.13:Повідомлене питома споживання креозоту для обробки креозотом під тиском (звітний період 2014–2016 рр.).....  | 507 |
| Таблиця 15.14:Повідомлене питома споживання води на процеси обробки на водній основі за 2014–2016 рр.....  | 508 |
| Таблиця 15.15:Повідомлене питома споживання енергії на захист деревини (звітний період 2014–2016 рр.) .....  | 509 |
| Таблиця 15.16:Викиди у воду від заводів для хімічного захисту деревини .....   | 512 |
| Таблиця 15.17:Коефіцієнти викидів (КВ) за замовчуванням для захисту деревини, ефективність боротьби з викидами та витрати для кожної комбінації.....   | 513 |
| Таблиця 15.18:Захист деревини: Первинні заходи боротьби з викидами.....  | 514 |
| Таблиця 15.19:Захист деревини: Вторинні заходи боротьби з викидами.....  | 514 |
| Таблиця 15.20:Питомі значення утворення відходів на основі повідомлених типів та кількостях відходів від хімічного захисту деревини та деревних продуктів .....  | 520 |
| Таблиця 15.21:Викиди у воду, повідомлені за 2016 р. змішаним заводом для хімічного захисту деревини (обробка на водній основі та креозотом на місці) .....   | 571 |
| Таблиця 15.22:Інформація про моніторинг стічних вод та поверхневих стоків .....  | 575 |
| Таблиця 15.23:Інформація про моніторинг забруднення ґрунту.....  | 576 |
| Таблиця 15.24:Інформація про моніторинг підземних вод .....  | 577 |
| Таблиця 15.25:Інформація про моніторинг викидів у відпрацьованих газах.....  | 579 |
| Таблиця 15.26:Повідомлені значення викидів після термічного окиснення на установці DE 1 для просочення креозотом (кам'яновугільна смола) .....   | 583 |
| Таблиця 15.27:Повідомлені рівні викидів для заводів для обробки креозотом під тиском, обладнаних термічними окисниками.....  | 584 |
| Таблиця 15.28:Повідомлені рівні викидів для заводу з обробки креозотом під тиском, що застосовує спалювання в котлі на біомасі чистих відходів деревини.....   | 586 |
| Таблиця 15.29:Повідомлені рівні викидів для заводу з обробки креозотом під тиском, обладнаним системою адсорбції.....  | 587 |
| Таблиця 15.30:Повідомлені рівні викидів для заводу з використанням креозоту з обробкою в гарячих та холодних ваннах, обладнаного скруберам.....  | 588 |
| Таблиця 16.1: Значення викидів у повітря від трьох різних ліній виробництва дзеркал .....  | 594 |
| Таблиця 16.2: Значення викидів у воду після очищення.....  | 595 |
| Таблиця 16.3: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі.....   | 595 |
| Таблиця 16.4: Вибрані матеріали основи для абразивів із покриттям .....  | 599 |

|   |     |
|---|-----|
| Таблиця 16.5: Використання розчинників у виробництві для відповідних продуктів .....  | 602 |
| Таблиця 16.6: Елементи установки та диференціація .....   | 608 |
| Таблиця 16.7: Баланс маси виробництва абразивів на Заводі 1.....  | 609 |
| Таблиця 16.8: Баланс маси на заводі просочення для виробництва абразивів на Заводі 2 .....  | 610 |
| Таблиця 16.9: Баланс маси виробництва абразивів на Заводі 3.....  | 611 |
| Таблиця 16.10:Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі.....  | 612 |
| Таблиця 17.1: Розбивка інформації для кожної технології, описаної в Главі 17 і в усіх Розділах 4 кожної з Глав із 2 до 16.....  | 615 |
| Таблиця 17.2: Приклад впровадження внутрішнього роботизованого розпилення на лінії нанесення покриттів на автомобілі.....   | 634 |
| Таблиця 17.3: Приклад впровадження зовнішнього роботизованого розпилення з використанням металізованих фарб на лінії нанесення покриттів на автомобілі .....                              | 635 |
| Таблиця 17.4: Приклади заміників розчинників, що використовуються в секторі поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників .....   | 658 |
| Таблиця 17.5: Приклади застосовності технологій та варіантів очищення.....  | 706 |
| Таблиця 17.6: Порівняння граничних соціальних витрат, пов'язаних зі змінами клімату, з граничними витратами, пов'язаними зі шкодою від викидів ЛОС.....                                   | 727 |
| Таблиця 17.7: Максимально допустимі рівні НКГВ у сушарках у флексографічному друку та непублікаційному ротогравюрному друку.....  | 739 |
| Таблиця 17.8: Статистичні параметри викидів ЛОС у відпрацьованих газах від систем термічного окиснення.....   | 757 |
| Таблиця 17.9: Статистичні параметри викидів ЛОС у відпрацьованих газах від систем рекуперативного термічного окиснення .....  | 759 |
| Таблиця 17.10:Статистичні параметри викидів ЛОС у відпрацьованих газах від (трьох- або п'ятишарових) систем регенеративного термічного окиснення .....                                    | 762 |
| Таблиця 17.11:Статистичні параметри викидів ЛОС у відпрацьованих газах від систем регенеративного термічного окиснення .....  | 765 |
| Таблиця 17.12:Статистичні параметри викидів ЛОС у відпрацьованих газах від систем каталітичного окиснення.....  | 767 |
| Таблиця 18.1: Рівні викидів NOX у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), та орієнтовний рівень викидів CO у відпрацьованих газах від термічного очищення відхідних газів ..... | 828 |
| Таблиця 18.2: Рівні викидів пилу у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL).....  | 829 |
| Таблиця 18.3: Рівні екологічної ефективності, пов'язані з НДТМ (BAT-AEPL) для питомого споживання енергії .....   | 831 |
| Таблиця 18.4: Рівні екологічної ефективності, пов'язані за НДТМ (BAT-AEPL) для питомого споживання води .....   | 832 |
| Таблиця 18.5: Рівні викидів, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), унаслідок прямого скидання в приймальне водоймище ..   | 834 |
| Таблиця 18.6: Рівні викидів, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), унаслідок непрямого скидання в приймальне водоймище .....  | 835 |
| Таблиця 18.7: Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), від нанесення покриття на транспортні засоби.....  | 837 |
| Таблиця 18.8: Орієнтовні рівні питомої кількості відходів, що спрямовуються за межі об'єкта від нанесення покриття на транспортні засоби.....   | 838 |
| Таблиця 18.9: Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), від нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні .....  | 838 |
| Таблиця 18.10:Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), від нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні.....   | 838 |
| Таблиця 18.11:Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), від нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні .....                                 | 839 |
| Таблиця 18.12:Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), від нанесення покриття на кораблі та яхти .....  | 840 |
| Таблиця 18.13:Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), від нанесення покриття на повітряні судна .....  | 841 |
| Таблиця 18.14:Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), від нанесення покриття на рулонний метал.....  | 841 |
| Таблиця 18.15:Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), від нанесення покриття на рулонний метал.....   | 841 |
| Таблиця 18.16:Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), від виробництва клейкої стрічки .....  | 841 |
| Таблиця 18.17:Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), від виробництва клейкої стрічки .....   | 842 |
| Таблиця 18.18:Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), від нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір.....   | 842 |
| Таблиця 18.19:Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), від нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір.....  | 842 |
| Таблиця 18.20:Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), від виробництва обмоткового дроту .....  | 843 |
| Таблиця 18.21:Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), від виробництва обмоткового дроту.....  | 843 |

|  |     |
|--|-----|
| Таблиця 18.22:Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), від нанесення покриття та друку на металевій упаковці .....   | 844 |
| Таблиця 18.23:Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), від нанесення покриття та друку на металевій упаковці.....  | 844 |
| Таблиця 18.24:Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), від нанесення покриття та друку на металевій упаковці.....   | 844 |
| Таблиця 18.25:Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), від рулонного офсетного друку з температурним закріпленням .....  | 845 |
| Таблиця 18.26:Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), від рулонного офсетного друку з температурним закріпленням .....  | 846 |
| Таблиця 18.27:Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), від рулонного офсетного друку з температурним закріпленням.....  | 846 |
| Таблиця 18.28:Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), від флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку.....  | 846 |
| Таблиця 18.29:Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), від флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку.....  | 846 |
| Таблиця 18.30:Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), від флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку .....  | 847 |
| Таблиця 18.31:Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), від публікаційного ротогравюрного друку .....   | 847 |
| Таблиця 18.32:Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), від публікаційного ротогравюрного друку .....  | 847 |
| Таблиця 18.33:Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), від нанесення покриття на деревні поверхні .....  | 848 |
| Таблиця 18.34:Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), від нанесення покриття на деревні поверхні .....  | 848 |
| Таблиця 18.35:Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), від нанесення покриття на деревні поверхні .....   | 848 |
| Таблиця 18.36:Рівні викидів ЗЛОВ та ПАВ у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), від захисту деревини та деревних продуктів із використанням креозоту та/або хімічних речовин для обробки на основі розчинників .....   | 860 |
| Таблиця 18.37:Рівні викидів NOX у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL), та орієнтовний рівень викидів CO у відпрацьованих газах у повітря від термічного очищення відхідних газів від захисту деревини та деревних продуктів із використанням креозоту та/або хімічних речовин для обробки на основі розчинників ..... | 861 |
| Таблиця 20.1: Основні етапи процесу перегляду ДД НДТМ для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників .....  | 883 |
| Таблиця 20.2: Виражені протилежні думки .....  | 884 |
| Таблиця 21.1: ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПОВІДОМЛЕНЕ ВИКОРИСТАННЯ НДТМ У РІЗНИХ СЕКТОРАХ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКІВ.....  | 900 |
| Таблиця 21.2: Таблиця зведеної довідкової інформації EGTEI, звітів TFTEI та довідкових документів EGTEI, що стосуються цього документа .....   | 907 |
| Таблиця 21.3: Середні витрати та потенціал зменшення викидів ЛОС усіх заходів, проаналізованих у рамках моделі .....   | 910 |
| Таблиця 21.4: Можливі економічно ефективні заходи для скорочення викидів ЛОС для галузі .....  | 911 |
| Таблиця 21.5: Викиди, пов'язані з джерелами з заводів, що обробляють 1 000 тонн розчинників .....  | 915 |
| Таблиця 21.6: Приклад можливого результату розрахунку неточностей.....   | 916 |
| Таблиця 21.7: Приклад, що демонструє результати підвищення точності.....   | 917 |
| Таблиця 21.8: Приклад, що демонструє результати підвищеної точності.....   | 918 |
| Таблиця 21.9: Релевантність різних масових потоків.....  | 925 |
| Таблиця 21.10:Типове різноманіття матеріалів покриття в цеху фарбування легкових автомобілів .....   | 927 |
| Таблиця 21.11:Типовий вміст твердих частинок та розчинників у матеріалах покриття .....  | 929 |
| Таблиця 21.12:Коефіцієнти перетворення та коефіцієнти чутливості для звичайних розчинників та фарб.....  | 932 |
| Таблиця 21.13:Повідомлена ефективність боротьби з викидами систем очищення відхідних газів, що використовуються в цехах фарбування транспортних засобів .....  | 937 |
| Таблиця 21.14:Відходи, що містять розчинники .....   | 939 |
| Таблиця 21.15:Приклад автоматизованого проектування площ поверхонь деталей транспортних засобів .....  | 941 |
| Таблиця 21.16:Масові потоки для балансу маси розчинника та їхня значущість для сектору нанесення покриття на рулонний метал.....   | 945 |
| Таблиця 21.17:Основні фактори невизначеності в розрахунку V зразку фарби .....   | 947 |
| Таблиця 21.18:Основні фактори невизначеності в розрахунку II для балансу маси розчинника.....  | 949 |
| Таблиця 21.19:Контрольний перелік НДТМ, який допоможе зменшити та здійснити кількісну оцінку II у розрахунках БМР.....   | 953 |

---

|  |     |
|--|-----|
| Таблиця 21.20:Контрольний перелік НДТМ, який допоможе зменшити та здійснити кількісну оцінку О1, О5 та О6 у розрахунках БМР.....         | 954 |
| Таблиця 21.21:Масові потоки для балансу маси розчинника та їхня значущість для сектору офсетного друку з температурним закріпленням..... | 960 |
| Таблиця 21.22:Визначення вхідного потоку ПІ відповідно до річного споживання розчинника та вмісту ЛОС у вхідних матеріалах.....          | 961 |
| Таблиця 21.23:Орієнтовні значення для балансу маси розчинника.....   | 964 |
| Таблиця 21.24:Зразок балансу маси розчинника для установки для офсетного друку з температурним закріпленням.....                         | 965 |
| Таблиця 21.25:Технології очищення відхідних газів.....   | 972 |
| Таблиця 21.26:Хімічні групи розчинників та вміст у них вуглецю.....  | 979 |
| Таблиця 21.27:Ефективність видалення технологій окиснення.....   | 980 |
| Таблиця 21.28:Ефективність видалення для відновлення розчинника активованим вугіллям.....  | 981 |
| Таблиця 21.29:Повідомлені значення ефективності застосованих технологій очищення відпрацьованих газів у боротьбі з викидами ЛОС.....     | 985 |
| Таблиця 21.30:Оборот поліграфічної промисловості, кількість поліграфічних компаній та кількість працівників у країнах Європи.....        | 986 |
| Таблиця 21.31:Еволюція обороту поліграфічної промисловості, кількості компаній та кількості працівників, 2000–2014 рр.....               | 987 |



## СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Довідковий документ за НДТМ охоплює такі види діяльності, зазначені в Додатку I до Директиви 2010/75/ЄС:

- 6.7 : Обробка поверхні речовин, предметів або продуктів із використанням органічних розчинників, зокрема для обробки, друку, покриття, знежирення, гідроізоляції, проклеювання, фарбування, очищення або просочення, зі споживанням органічного розчинника понад 150 кг на годину та понад 200 тонн на рік.
- 6.10 Хімічний захист деревини та деревних продуктів із виробничою потужністю, що перевищує 75 м<sup>3</sup> на день, за винятком виключної обробки проти заболонної синяви.
- 6.11 : Автономне очищення відпрацьованих вод, що не охоплюється Директивою 91/271/ЄЕС, за умови, що основна маса забруднювальних речовин виникає в результаті діяльності, зазначеної в пункті 6.7 або 6.10 Додатка I до Директиви 2010/75/ЄС.

Ці висновки щодо НДТМ також охоплюють комбіноване очищення стічних вод різного походження за умови, що основне навантаження забруднювальних речовин виникає в результаті діяльності, зазначеної у пункті 6.7 або 6.10 Додатка I до Директиви 2010/75/ЄС, і що очищення стічних вод не охоплюється Директивою 91/271/ЄЕС.

Щодо діяльності з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, цей ДД НДТМ не стосується наступного:

- Гідроізоляція текстилю іншими засобами, крім використання щільної плівки на основі розчинника. Це може бути охоплено ДД НДТМ для текстильної промисловості (ТХТ).
- Друк; проклеювання та просочення текстилю. Це може бути охоплено ДД НДТМ для текстильної промисловості (ТХТ).
- Ламінування деревних плит.
- Перетворення гуми.
- Виробництво сумішей для покриття, лаків, фарб, друкарських фарб, напівпровідників, клейких речовин та фармацевтичної продукції.
- Спалювальна установка на об'єкті, за винятком випадків, коли гарячі гази, що утворюються, використовуються для прямого контактного нагріву, сушіння або будь-якої іншої обробки предметів або матеріалів. Це може бути охоплено ДД НДТМ для Великих спалювальних установок (ЛСР) або Директивою 2015/2193/ЄС.

Розділи цього документа, що стосуються діяльності з хімічного захисту деревини, охоплюють наступні процеси та види діяльності (якщо перевищено принаймні одне з граничних значень у Додатку I до ДПВ, 6.7 або 6.10):

- захист деревини та деревних продуктів із використанням консервантів на водній основі, консервантів на основі розчинників та креозоту;
- обробка синяви для довготривалого захисту деревини та деревних продуктів в експлуатації (наприклад, виробництво віконних рам);
- захист деревини та деревних продуктів із використанням процесу з надкритичним СО<sub>2</sub>.

Щодо діяльності з хімічного захисту деревини, цей ДД НДТМ не стосується наступного:

- Хімічне облагороджування та гідрофобізація (наприклад, за допомогою смол) деревини та деревних продуктів<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Хоча хімічне облагороджування деревини та гідрофобізація (наприклад, за допомогою смол) вважаються «хімічним захистом деревини», на стартовій нараді ТРГ дійшла висновку не охоплювати ці види діяльності в цьому ДД НДТМ, оскільки на той час кількість заводів у ЄС вважалася занадто малою, щоб виправдати їхнє включення як сектора, і, крім того, вважалося, що потужність цих установок нижча за граничне значення для виду діяльності 6.10 Додатка I ДПВ. Проте просочення речовинами для гідрофобізації, такими як оливи, воски або сполуки кремнію для гідроізоляції, розглядається в цьому ДД НДТМ.

- Обробка деревини та деревних продуктів від заболонної синяви, оскільки інформація не була надана, і жоден із заводів, що брали участь у зборі даних, не застосовував обробку від заболонної синяви, пов'язану з діяльністю з хімічного захисту деревини.
- Обробка деревини та деревних продуктів аміаком.
- Спалювальні установки на об'єкті, оскільки тільки один завод повідомив про пряме сушіння, але жодної інформації не було надано. Це може бути охоплено ДД НДТМ для Великих спалювальних установок (LCP) або Директивою 2015/2193/ЄС.

Іншими довідковими документами, які можуть стосуватись діяльності, що охоплюється цим ДД НДТМ, є наступні.

- Економічні та міжсередовищні наслідки (ECM)
- Викиди зі складів (EFS)
- Енергоефективність (ENE)
- Перероблення відходів (WT)
- Великі спалювальні установки (LCP)
- Поверхнева обробка металів та пластмас (STM)
- Моніторинг викидів у повітря і воду з установок, на які поширюється дія Директиви про промислові викиди (ROM).

Сфера застосування ДД НДТМ не охоплює питання, що стосуються:

- транспортування сировини або готової продукції за межі об'єкта;
- забезпечення якості виробленої продукції;
- маркетингу та розподілу продукції.

Сфера застосування цього ДД НДТМ не включає питання, які стосуються тільки безпеки на робочому місці або безпечності продукції, тому що ці питання не регулюються Директивою. Ці питання розглядаються тільки у випадках, коли вони впливають на питання в межах застосування Директиви.

---

Граничне значення для виду діяльності 6.10 Додатка I ДПВ. Проте просочення речовинами для гідрофобізації, такими як оливи, воски або сполуки кремнію для гідроізоляції, розглядається в цьому ДД НДТМ.



# 1 ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПОВЕРХНЕВУ ОБРОБКУ ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКІВ

[ 78, TWG 2005 ]

У тих випадках, коли в цьому документі згадуються розчинники, маються на увазі органічні розчинники (якщо не надано додаткових пояснень, таких як «на водній основі» тощо).

## 1.1 Органічні розчинники та поверхнева обробка

Органічні розчинники переважно виробляються в нафтовій промисловості та виготовляються відомими виробниками (хоча існують альтернативи, такі як складні ефіри рослинної олії). Щорічно в Європі продається і використовується 5,1 млн тонн розчинників [ 263, ESIG 2019 ], і нині найбільший попит на розчинники (близько 46% для кисневмісних та вуглеводневих розчинників) припадає на лакофарбову промисловість (див. Рисунок 1.1).

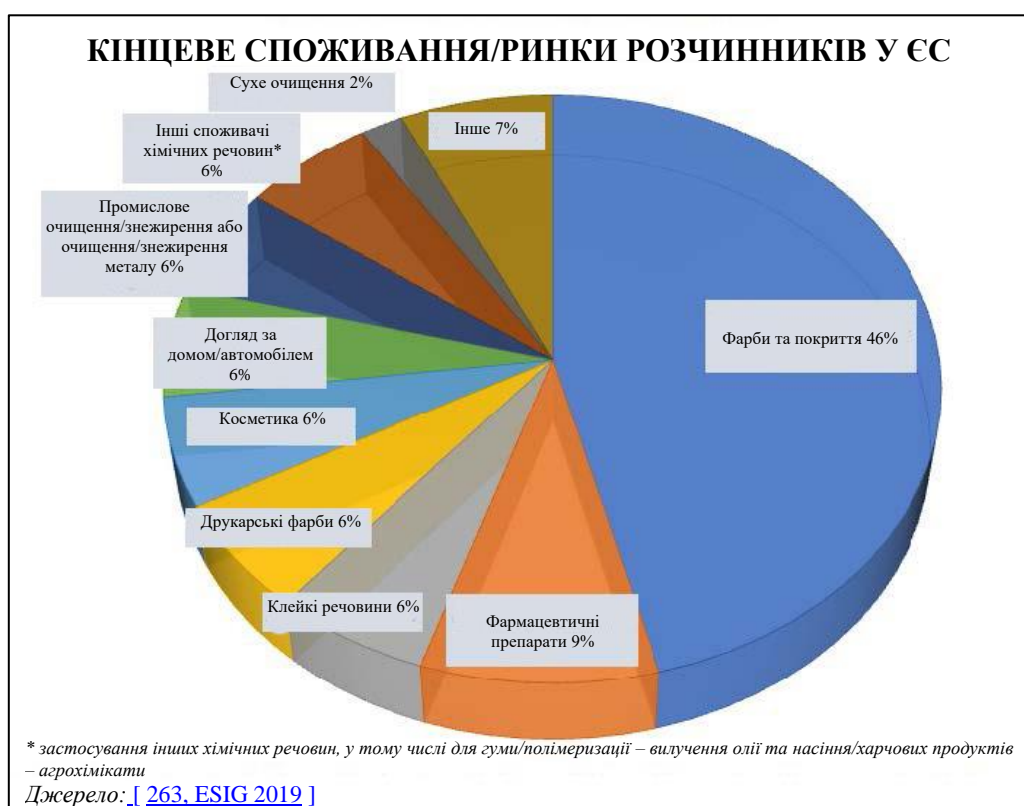


Рисунок 1.1: Кінцеве споживання розчинників у країнах-членах ЄС

Органічні розчинники зазвичай поділяються на класи продуктів. Найважливішими класами є:

- кисневмісні розчинники: до них належать складні ефіри, кетони, спирти та гліколеві ефіри (та їхні ацетатні похідні);
- вуглеводневі розчинники: ароматичні (наприклад, толуол, ксилен), аліфатичні та парафінові вуглеводневі розчинники;
- хлоровані розчинники (не включені до цієї статистики).

У сімействі розчинників спостерігається тенденція до відмови від ароматичних розчинників і розчинників типу уайт-спірит і до використання, де це можливо, менш летких продуктів (менш горючих, з меншим потенційним впливом, з меншим виділенням ЛОС).

Річний оборот європейської промисловості виробництва розчинників становить 4 мільярди євро, у тому числі близько 28 мільйонів євро спрямовується на науково-дослідні проекти. Загальна кількість виробничих працівників у Європі оцінюється в 7 500 осіб [[263, ESIG 2019](#)].

Використання розчинників передбачає близько 10 мільйонів робочих місць у більш ніж 500 000 компаній у ЄС-25 (дані на 2005 р.), більшість з яких є малими та середніми підприємствами з загальним оборотом близько 200 мільярдів євро [[78, TWG 2005](#)].

У цьому секторі ДПВ описані галузі промисловості використовують розчинники широкого спектра дії. Вони використовуються в очищенні оброблюваних поверхонь та технологічного обладнання, а також як носій для обробки (наприклад, друкарська фарба, фарба, консервант, ізоляція, клейка речовина). Самі галузі промисловості використовують обробку в одній або комбінації галузей:

- комунікація (друк)
- декорування;
- запобігання корозії та/або руйнування поверхні або продукту;
- збереження та доставка продукції (наприклад, банок для їжі та напоїв, упаковки для харчових продуктів, аерозольних балонів, туалетного приладдя, бочок);
- нанесення шару зі спеціальною функцією (наприклад, електроізоляція, стирання, прилипання).

## 1.2 Загальні екологічні проблеми, пов'язані з установками для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників

### 1.2.1 Загальна інформація

Галузі нанесення покриттів для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників відіграють важливу роль у продовженні терміну служби основ, таких як автомобільні кузови, кораблі, повітряні судна та будівельні матеріали, а також у забезпеченні засобів збереження та доставки харчових та інших продуктів в упаковці. Основні екологічні проблеми пов'язані з викидами розчинників у повітря, воду та ґрунт, викидами твердих часток у повітря, використанням енергії, мінімізацією відходів та управлінням ними, а також станом об'єкта після припинення діяльності.

Через легкозаймисту природу розчинників, їхнього потенційного впливу на здоров'я та безпеку робітників та їхнього часто неприємного запаху їх контролювали та вилучали з технологічних процесів протягом багатьох років. У галузі також можуть викидатися частки з технологічних процесів, особливо від розпилення та шліфування. Для вилучення та, де це застосовно, обробки розчинників і часток використовуються великі вентилятори та інше обладнання, яке може бути основним джерелом шуму. Багато установок також використовують виробниче обладнання, яке за своєю природою є шумним. Розчинники можуть використовуватися не тільки для очищення основ, але й обладнання, що призводить до утворення відходів, що містять розчинники, які можуть потребувати особливого поводження для вилучення та утилізації. У цьому секторі споживається значна кількість енергії як у виробничих процесах, так і в процесі вловлювання та очищення відхідних газів наприкінці виробничого циклу. Вирішальними є такі питання:

- мінімізація споживання сировини та енергії;
- мінімізація викидів шляхом розробки технологічних процесів, управління та технічного обслуговування, а також через очищення відхідних газів;
- забезпечення хімічної безпеки та запобігання аваріям з екологічними наслідками.

Заходи щодо покращення екологічної ефективності часто є комплексними та мають оцінюватися з погляду їхнього потенційного впливу на здоров'я та безпеку на робочому місці, на якість продукції та інших процесів, вік та тип установки, а також на переваги для довкілля загалом. Найкращі доступні технології будуть збалансовані за цими критеріями, отже передбачатимуть зміни в межах технологічних установок, а також методи усунення забруднення довкілля наприкінці виробничого процесу.

Складний контроль технологічного процесу та технології обробки відіграють важливу роль у покращенні екологічної ефективності. Проте компетентна експлуатація, регулярне технічне обслуговування та прагнення до вдосконалення так само важливі, як і вибір технології, особливо щодо зниження неорганізованих і неочищених викидів ЛОС. Таким чином, важливими міркуваннями є належне управління та робоча практика, правильна розробка технологічних процесів та проектування майданчиків, навчання робітників із питань довкілля та ефективності процесів, безпеки на робочому місці та запобігання нещасним випадкам та, нарешті, моніторинг процесів та екологічної ефективності.

### 1.2.2 Розчинники

Наступні визначення надані в ДПВ і розглядаються в контексті цього ДД НДТМ:

- А. «органічний розчинник» означає будь-яку летку органічну сполуку, яка використовується в будь-якій із наступних якостей:
- (a) окремо або в поєднанні з іншими засобами та без хімічної зміни для розчинення сировини, продуктів або відходів;
  - (b) як очищувальний засіб для розчинення забруднювальних речовин;
  - (c) як розчинник;
  - (d) як дисперсійне середовище;
  - (e) як регулятор в'язкості;
  - (f) як регулятор поверхневого натягу;

- (g) як пластифікатор;
- (h) як консервант;

В. «Летка органічна сполука» означає будь-яку органічну сполуку, а також фракцію креозоту, що має за 293,15 К тиск пари 0,01 кПа або більше або має відповідну леткість у конкретних умовах використання.

Різні визначення наведені в інших законодавчих актах або реєстрах, як показано в прикладах нижче:

У Директиві 2004/42/ЄС<sup>3</sup> («Директива про фарби») термін «летка органічна сполука (ЛОС)» означає будь-яку органічну сполуку, початкова температура кипіння якої нижче або дорівнює 250 °С зі стандартним тиском 101,3 кПа.

У E-PRTR<sup>4</sup> враховуються викиди НМЛОС (неметанові леткі органічні сполуки). НМЛОС визначено в Директиві (ЄС) 2016/2284<sup>5</sup> як усі органічні сполуки, крім метану, які здатні утворювати фотохімічні окислювачі внаслідок реакції з оксидами азоту в присутності сонячного світла.

Через свої властивості та використовувані кількості розчинники є основними матеріалами, що спричиняють занепокоєння:

- ЛОС вступають у реакцію з NO<sub>x</sub> у присутності сонячного світла з утворенням озону в тропосфері. Зазвичай це стосується НМЛОС (неметанових летких органічних розчинників).
- Галогеновмісні розчинники токсичні та знижують вміст озону в нижніх шарах стратосфери.
- Деякі розчинники є токсичними для водних організмів.
- Деякі розчинники не піддаються повному біологічному розкладанню, тому можуть забруднювати ґрунт. Традиційні розчинники не є РВТ (стійкими, здатними до біоаккумуляції, токсичними) і жоден із них не є vPvB (дуже стійким, з високою здатністю до біоаккумуляції). Проте розчинники можуть легко проникати через ґрунт у підземні води, де механізми їхнього видалення або руйнування обмежені або відсутні. Є численні повідомлення про забруднення водоносних горизонтів, що використовуються для питної води, розчинниками (хоч і не обов'язково із цих галузей промисловості).

Згідно з E-PRTR, поверхнева обробка з використанням розчинників була другим за величиною джерелом викидів ЛОС від підприємств ЄС-28 у 2016 році, див. Рисунок 1.2 [ 207, ЕЕА 2019 ].

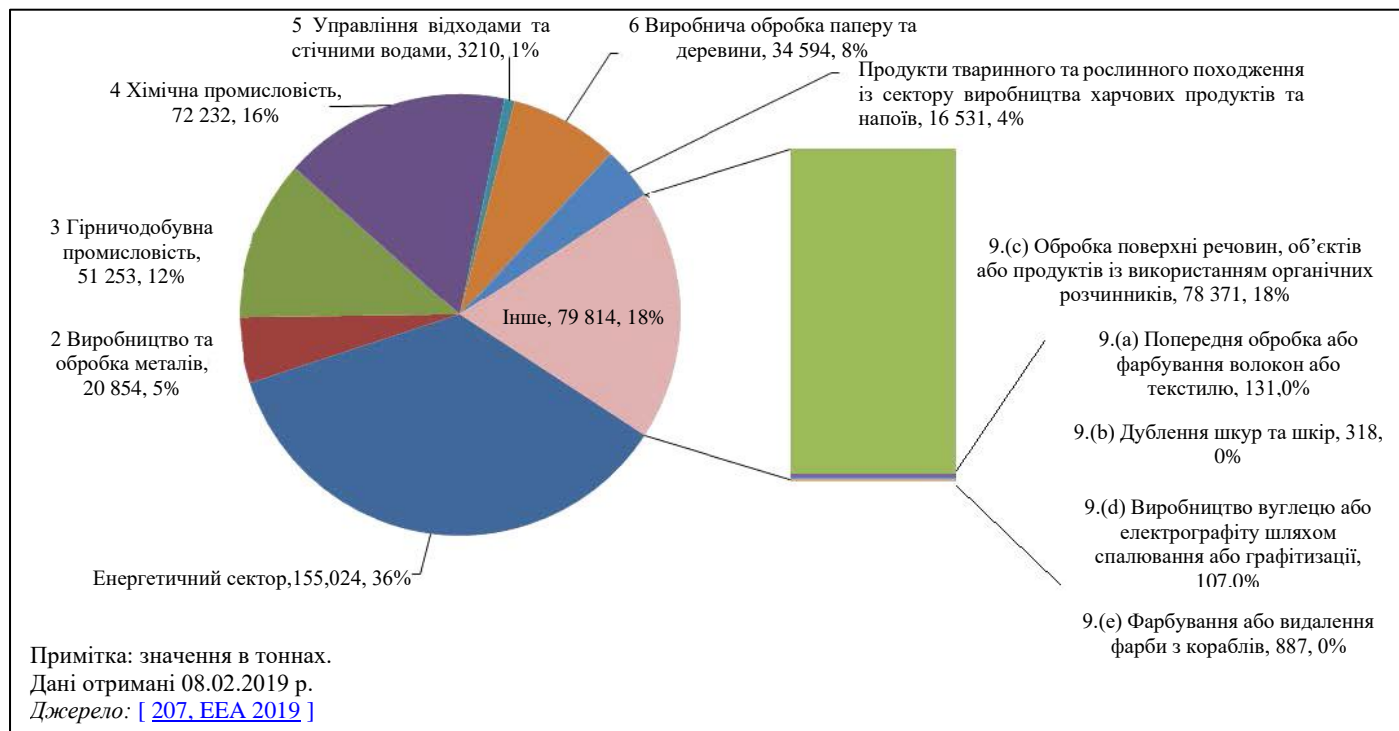
E-PRTR містить дані з об'єктів із викидами НМЛОС понад 100 тонн на рік. Отже, існує ризик того, що низка установок, на які поширюється дія ДПВ (потужністю в споживанні розчинника понад 200 тонн на рік або 150 кг на годину) не буде повідомлено. Хоч і не ідеально, він відносно добре підходить для деяких секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, наприклад, з групою установок для нанесення покриттів на транспортні засоби, на які поширюється дія ДПВ (> 200 тонн на рік споживання розчинника). Отже, дані E-PRTR можна розглядати як приблизну оцінку впливу на довкілля діяльності з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, на яку поширюється дія ДПВ.

---

<sup>3</sup> Директива 2004/42/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 21 квітня 2004 р. про обмеження викидів летких органічних сполук унаслідок використання органічних розчинників у певних фарбах та лаках, а також продуктах для обробки транспортних засобів та внесення змін до Директиви 1999/13/ЄС.

<sup>4</sup> Європейський реєстр викидів та перенесення забруднювачів (E-PRTR (The European Pollutant Release and Transfer Register)) (prtr.eea.europa.eu).

<sup>5</sup> Директива (ЄС) 2016/2284 Європейського парламенту та Ради від 14 грудня 2016 р. щодо зниження викидів на національному рівні деяких атмосферних забруднювачів та внесення змін до Директиви 2003/35/ЄС та анулювання Директиви 2001/81/ЄС.



**Рисунок 1.2: Викиди неметанових летких органічних розчинників у результаті промислової діяльності за 2016 р.**

### 1.2.2.1 CMR розчинники (канцерогенні, мутагенні, токсичні для репродукції)

ДПВ вимагає заміни речовин або сумішей, які через вміст у них ЛОС класифікуються як CMR (канцерогенні, мутагенні, токсичні для репродукції), менш шкідливими речовинами в найкоротші терміни. Більшість таких розчинників, особливо галогеновмісні, було замінено в промисловості

DMF (N,N-диметилформаїд) використовується для покриття текстилю поліуретаном (PU) та в сумішах розчинників у покритті полівінілхлоридом (ПВХ), і це розглядається в Главі 8.

### 1.2.3 Пил

Він утворюється через деякі процеси (такі як шліфування дерева та інших основ), а також у вигляді часток рідкої фарби в процесі нанесення покриття шляхом розпилення (надлишок від розпилення фарби).

### 1.2.4 NOX та CO

Викиди NOX і CO відбуваються в результаті термічного очищення відхідних газів, а іноді із сушарок. Їх нелегко знизити, і на установках поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників їхнє утворення контролюється правильною конструкцією систем очищення відхідних газів, у тому числі пальників із низьким рівнем виходу NOX, та оптимізацією умов експлуатації. Під час регулювання систем очищення відхідних газів необхідно знайти баланс між ефективністю зниження викидів ЛОС, споживанням енергії та утворенням вторинних забруднювачів NOX і CO, пов'язаних із процесом, особливо з огляду на зворотну температурно-концентраційну залежність NOX і CO [ 169, VDI 2013 ].

### 1.2.5 Метали

Токсичні метали, такі як кадмій, свинець, хром і нікель, часто трапляються в попередній обробці на водній основі та пігментах для чорнил і фарб. Проте, вони вже давно

контролюються законодавством, таким як Регламент (ЄС) № 1907/2006 (REACH<sup>6</sup>) [ 47, EU 2006 ], Директивою про транспортні засоби із вичерпаним строком експлуатації [ 52, COM 2000 ] та Директивою про обмеження використання деяких шкідливих речовин в електричному та електронному обладнанні [ 53, COM 2003 ] тощо. Кадмій і свинець не використовуються у великомасштабній поверхневій обробці за допомогою органічних розчинників та не використовуються в процесах друку, докладно описаних у цьому документі.

Цинк та нікель (з марганцем та залізом) використовуються у фосфатних конверсійних покриттях у виробництві транспортних засобів та інших металевих поверхонь для покращення корозійної стійкості та зчеплення фарби.

У конверсійних покриттях на водній основі на цинку або цинковому сплаві або фосфатованих поверхнях перед фарбуванням широко застосовувався шестивалентний хром (Cr(VI)). Це описується в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ], а також його заміщення. Унаслідок прийняття Директиви про транспортні засоби із вичерпаним строком експлуатації<sup>7</sup>, використання Cr(VI) у покриттях транспортних засобів припинено.

Речовини Cr(VI), що використовуються в конверсійних покриттях, мають дату закінчення терміну дії відповідно до Регламенту [ 47, EU 2006 ] 21 вересня 2017 року, й оскільки вони перераховані в списку речовин у Додатку XIV, для кожного виду їхнього використання знадобиться спеціальна авторизація.

Для різних речовин Cr(VI), які потенційно можуть використовуватися в пігментах фарб, була встановлена дата закінчення терміну дії за REACH 22 січня 2019, деякі мають низьку розчинність у воді. До жовтня 2017 року близько 10 виробників подали заявки на номер CAS 7789-06-2 (хромат стронцію) для використання в теплозахисному покритті для повітряно-космічних літальних апаратів та один на номер CAS 11103-86-9 (гідроксиокта-оксидицинкадихромат калію) для невизначеного використання в ґрунтовках, герметиках та покритті.

До 12.10.2017 р. було видано лише 4 авторизації на 9 різних застосувань хромової кислоти (Cr(VI)) для обробки поверхонь. Усього затвердження очікує ще 21 заявка. До жовтня 2017 року була надана авторизація для блискучого хромування, попереднього оброблення перед гальванічним покриттям, твердого хромування, а також окисдування та загартування неіржавної сталі. Крім того, авторизація надана для попереднього оброблення металів для нанесення покриттів на вироби, що експлуатуються в жорстких навколишніх умовах (авіація, автомобільна промисловість, електростанції).

До жовтня 2017 року не було авторизації на пасивацію стандартних металевих компонентів перед покриттям. Для цієї галузі є кілька альтернатив із різним хімічним складом (в тому числі з такими хімічними речовинами, як цирконій, титан, фторид, сірчана кислота, фосфорна кислота, азотна кислота, силани). Ці нові процеси можуть призвести до іншого складу стічних вод, у зв'язку з чим можуть знадобитися нові процеси очищення та методи водозбереження.

Щоб дізнатися про статус застосованих або наданих авторизацій, читачеві пропонується перевірити вебсайт Європейського хімічного агентства ([echa.europa.eu](http://echa.europa.eu)) та вебсторінку REACH Європейської комісії ([ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach_en.htm)).

Оксид дибутилолова використовується як каталізатор у фарбових системах покриття електроосадженням для нанесення покриття на транспортні засоби та інші металеві поверхні.

Невеликі кількості міді використовуються в синіх пігментах із фталоціаніну міді для друкарської фарби, але вони не на водній основі. Проте, мідь у цих пігментах дуже міцно зв'язана й не може бути виявлена в стічних водах.

---

<sup>6</sup> Регламент (ЄС) № 1907/2006 Європейського Парламенту та Ради від 18 грудня 2006 р. про реєстрацію, оцінку, авторизацію та обмеження використання хімічних речовин (REACH), яким засновується Європейське хімічне агентство, вносяться зміни до Директиви 1999/45/ЄС та анулюється Регламент Ради (ЄС) №793/93 та Регламент Комісії (ЄС) № 1488/94, а також Директива Ради 76/769/ЄЕС та Директиви Комісії 91/155/ЄЕС, 93/67/ЄЕС, 93/105/ЄС та 2000/21/ЄС. Офіційний вісник ЄС OJ L 396, 30.12.2006 р., стор. 1–850.

<sup>7</sup> Директива Комісії (ЄС) 2017/2096 від 15 листопада 2017 р., що вносить зміни до Додатка II до Директиви 2000/53/ЄС Європейського Парламенту та Ради про транспортні засоби із вичерпаним строком експлуатації.

## 1.2.6 Інші забруднювальні речовини

Біоциди використовуються для забезпечення тривалого строку служби розчинів для водного знежирення та покриття електроосадження, а також для мокрих скруберів для надлишку розпилення.

У покритті кораблів видалення старого й нанесення нового покриття проти обростання може призвести до утворення забруднювальних речовин, таких як ТВТО (оксид олова трибутилового) та інші біоциди. Нові типи покриттів проти обростання контролюються ІМО (див. Главу 4).

Аміак використовується як стабілізатор у деяких розчинах на водній основі/

## 1.2.7 Енергія

Усі сектори є значними споживачами енергії на всіх етапах діяльності: у процесах обробки поверхні, у супутніх видах діяльності та в обладнанні для боротьби із забрудненням. Значна кількість енергії використовується для видалення повітря, забрудненого розчинниками, а природний газ може використовуватися як допоміжне паливо для термічного руйнування ЛОС у низьких концентраціях. Баланс між використанням енергії та зниженням викидів ЛОС, а також, якщо можливо, регенерацією енергії, має бути ретельно продуманий. У багатьох випадках комплексні рішення, такі як вдосконалення контролю за неорганізованими викидами та планове технічне обслуговування, можуть значно більше знизити викиди ЛОС більш енергоефективним способом, ніж рішення, засновані лише на очищенні відхідних газів.

## 1.2.8 Використання сировини

Для зниження витрати матеріалів загалом можна використовувати високоефективні технології. Викиди розчинників можна значно знизити шляхом впровадження високоефективних технологій нанесення та матеріалів покриття з високим співвідношенням твердих речовин та розчинника.

## 1.2.9 Використання води

Вода використовується для охолодження та для інших процесів, зокрема для попередньої обробки та нанесення покриттів на водній основі. Мінімізація споживання води має важливе значення й тому розглядається в цьому документі та в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас.

## 1.2.10 Тверді та рідкі відходи

Якщо використовуються розчинники, відходи, що утворюються, часто можуть бути класифіковані як шкідливі. Також обговорюються управління та моніторинг відходів, а також технології мінімізації утворення відходів.

## 1.2.11 Виділення запахів

Багато процесів, у яких використовується розчинник, мають запах/неприємний запах.

---

---



## 2 НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ

### 2.1 Загальна інформація про нанесення покриття на транспортні засоби

[ 142, ACEA 2016 ] [ 146, ACEA 2018 ] [ 170, OICA 2017 ] [ 200, ACEA 2016 ]

#### 2.1.1 Загальна інформація

У цьому розділі (2.1) дається загальний вступ у нанесення покриття у великому масштабі на типи транспортних засобів у Таблиці 2.1 відповідно до класифікації автомобільної промисловості [ 146, ACEA 2018 ]. Не включені в ці дані, а також не охоплені в Главі 2 нанесення покриття на мотоцикли, причепи, сільськогосподарське та будівельне обладнання (вони розглядаються в Главі 3, якщо вони перевищують граничні значення ДПВ).

Таблиця 2.1: Типи транспортних засобів

| Скорочення         | Тип транспортного засобу   | Категорія транспортного засобу (1) | Терміни, що використовуються в цій главі                     |
|--------------------|--|------------------------------------|--|
| PC                 | Легковий автомобіль ( $\leq 9$ місць)  | M1                                 | PC, автомобілі   |
| LCV <sup>(2)</sup> | Легкі комерційні транспортні засоби до 3,5 т, також іменовані «фургони». Див. Розділ 2.2.4 для більш детальної інформації щодо визначення фургонів | N1                                 | Фургони  |
| MHCV (або CV)      | Комерційні транспортні засоби великої та середньої вантажності понад 3,5 т, також іменовані «вантажні автомобілі»                                  | N2 та N3                           | CV: вантажні автомобілі<br>КАБ: кабіни вантажних автомобілів |
| BC                 | Міські та міжміські автобуси $> 9$ місць   | M2 та M3                           | Автобуси   |

(1) Як визначено в Директиві 2007/46/ЄС, яка встановлює основу для затвердження механічних транспортних засобів та їхніх причепів, а також систем, компонентів та окремих технічних одиниць, призначених для таких транспортних засобів.

(2) Деякі LCV (N1) створені на основі легкового автомобіля і використовують ті ж процеси фарбування, що і M1, і можуть вироблятися разом із кузовами M1 на одному заводі.

#### 2.1.2 Кількість, розмір та розподіл установок

У Європі налічується 221 завод зі збирання механічних транспортних засобів (за винятком інших окремих заводів із виробництва двигунів або компонентів, таких як коробки передач, трансмісії), з яких на близько  $103^8$  поширюється дія пункту 6.7 Додатка I до ДПВ (див. Таблицю 2.2). На деяких великих підприємствах із виробництва транспортних засобів, крім нанесення покриттів на транспортні засоби, виконуються й інші дії з фарбування, такі як фарбування двигуна, бампера або ободів коліс. Ці дії описані в Главі 3, Нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні.

<sup>8</sup> Цифра з інформації про вихідну позицію ACEA (2015 р.) та оновленої інформації (2018 р.).

**Таблиця 2.2** а) Підприємства з виробництва механічних транспортних засобів у ЄС (дані за 2015 р.); б) Цехи з фарбування механічних транспортних засобів, що перевищують граничні значення для виду діяльності 6.7 Додатку I до ДПВ у ЄС

| Країна                | а) Підприємства з виробництва механічних транспортних засобів у ЄС |     |      |    |        | б) Цехи з фарбування механічних транспортних засобів, що перевищують граничні значення для виду діяльності 6.7 Додатку I до ДПВ |         |                     |                              |          |        |
|-----------------------|--|-----|------|----|--------|---|---------|---------------------|------------------------------|----------|--------|
|                       | PC   | LCV | MHCV | BC | Усього | PC  | Фургони | Вантажні автомобілі | Кабіни вантажних автомобілів | Автобуси | Усього |
| Німеччина             | 24   | 5   | 4    | 2  | 41     | 21  | 2       | 3                   | 2                            | 2        | 30     |
| Франція               | 12   | 7   | 7    | 3  | 33     | 9   | 3       | -                   | 1                            | -        | 13     |
| Сполучене Королівство | 19   | 1   | 2    | 4  | 33     | 8   | 1       | 1                   | -                            | -        | 10     |
| Італія                | 10   | 5   | 3    | 1  | 23     | 4   | 2       | -                   | 1                            | -        | 7      |
| Іспанія               | 9  | 5   | 2    | 1  | 14     | 9   | 1       | 1                   | 3                            | 1        | 15     |
| Швеція                | 3  | -   | 2    | 2  | 9      | 1   | -       | -                   | 2                            | -        | 3      |
| Бельгія               | 3  | -   | 4    | 2  | 8      | 2   | -       | -                   | 1                            | -        | 3      |
| Чеська Республіка     | 4  | -   | 1    | 2  | 8      | 4   | -       | -                   | -                            | 1        | 5      |
| Інші країни-члени     | 20   | 4   | 11   | 9  | 52     | 12  | 1       | 2                   | 2                            |          | 17     |
| Європейський Союз     | 104  | 27  | 36   | 26 | 221    | 70  | 10      | 7                   | 12                           | 4        | 103    |

Джерела: а) [171, ACEA 2016], б) [212, TWG 2018] оновлені дані з ACEA.

### 2.1.3 Географічний розподіл

Виробництво механічних транспортних засобів у країнах-членах Європейського Союзу (ЄС) зосереджено в п'яти країнах, які разом становлять 75% від загального обсягу виробництва.

**Таблиця 2.3:** Виробництво механічних транспортних засобів у ЄС у 2014 р. (транспортні засоби/рік)

| Країна                | PC         | LCV       | MHCV    | BC     | Усього     | Частка |
|-----------------------|------------|-----------|---------|--------|------------|--------|
| Німеччина             | 5 604 026  | 174 966   | 121 755 | 6 801  | 5 907 548  | 34%    |
| Іспанія               | 1 898 342  | 477 097   | 27 539  | 1 095  | 2 404 073  | 14%    |
| Франція               | 1 499 464  | 274 915   | 43 396  | 3 689  | 1 821 464  | 11%    |
| Сполучене Королівство | 1 528 148  | 55 294    | 12 610  | 2 827  | 1 598 879  | 9%     |
| Чеська Республіка     | 1 128 473  | 0         | 821     | 3 893  | 1 133 187  | 7%     |
| Інші країни-члени     | 3 721 088  | 424 922   | 126 170 | 17 499 | 4 289 679  | 25%    |
| Європейський Союз     | 15 379 541 | 1 407 194 | 332 291 | 35 804 | 17 154 830 | 100%   |

Примітка: Дані щодо комерційних транспортних засобів розраховані для компенсації відсутніх даних у статистиці Міжнародної асоціації виробників автомобілів (OICA (Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles)).  
Джерело: [170, OICA 2017]

### 2.1.4 Економічне значення

Автомобільна промисловість є однією з основних галузей обробної промисловості в Європі та має міжнародне значення. Вона робить значний внесок в економіку ЄС із погляду ВВП та торговельного балансу, працевлаштування, промислових НДДКР та капітальних інвестицій.

#### ВВП та торговельний баланс

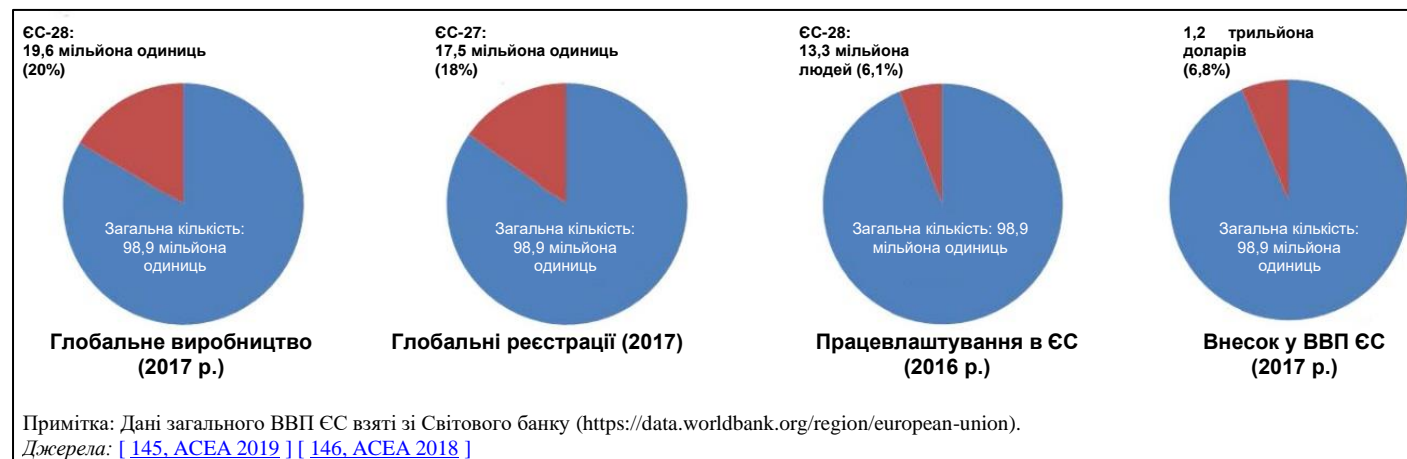


Рисунок 2.1: Економічні дані європейської автомобільної промисловості

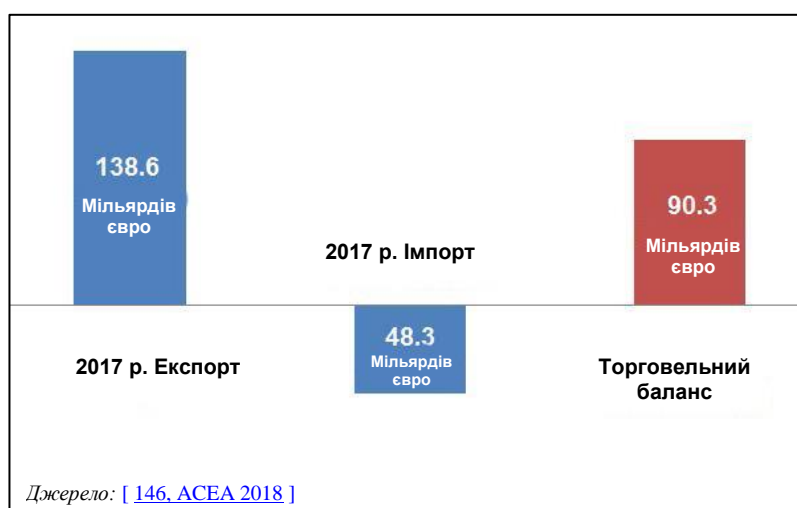


Рисунок 2.2: Торговельний баланс автомобільної промисловості ЄС

#### Працевлаштування

Майже 11% зайнятих в обробній промисловості ЄС припадає на автомобільний сектор: 2,5 мільйона людей зайняті в прямому виробництві та 0,9 мільйона зайняті в непрямому виробництві [ 146, ACEA 2018 ]

#### Інвестиції в НДДКР

ЄС є найбільшим у світі інвестором в автомобільні НДДКР, а автомобільний сектор є найбільшим приватним інвестором ЄС у НДДКР: у 2016 р. було інвестовано 53,8 млрд євро (див. Рисунок 2.3) [ 146, ACEA 2018 ]



**Рисунок 2.3: Витрати на промислові НДДКР у ЄС, 2016 р.**

#### Економічні аспекти інвестицій

Інвестиційні витрати на цех фарбування легкових автомобілів становлять від 150 мільйонів євро до 500 мільйонів євро. Отже, інвестиційні цикли є ключовим фактором для виробників транспортних засобів. Оптимальний час для інвестицій у сфері охорони довкілля – це коли оновлення обладнання відбувається в межах нормального інвестиційного циклу. Як правило, великі інвестиції не можуть бути зроблені в наявну установку, за винятком випадків, коли з'являється можливість капітальної модифікації обладнання фарбувального цеху. Ці можливості, як правило, виникають після закінчення нормального строку експлуатації фарбувального цеху (від 20 до 40 років) або у випадку різкої зміни обсягів виробництва, що часто пов'язано з випуском нового продукту. Інвестиційні можливості для нових та наявних установок обмежені, оскільки капітальні інвестиції в будівництво та необхідне обладнання надзвичайно високі, а ROI (окупність інвестицій) низька, що забезпечує тривалий час окупності капіталовкладень. Інвестиції зазвичай знецінюються за 20 років.

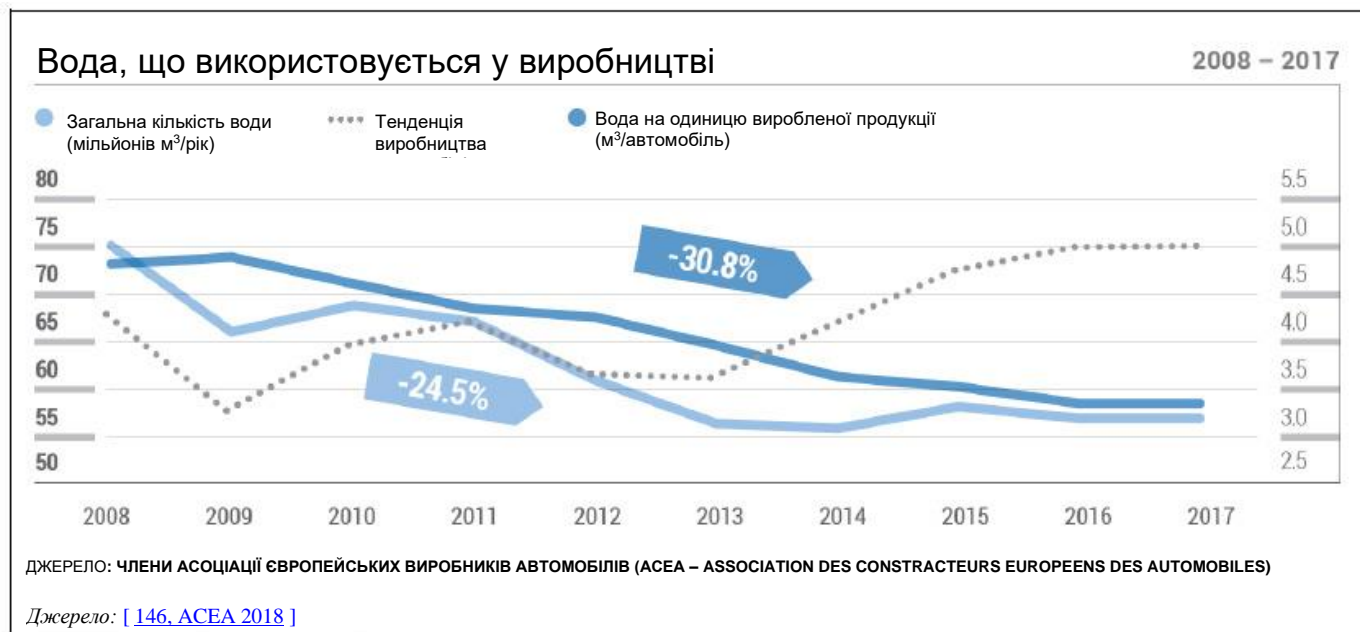
Витрати на конкретний проект великою мірою залежать від конкретних вимог об'єкта (новий об'єкт, пов'язані з розміщенням обмеження, старий об'єкт), виробничих потужностей, доступності енергоносіїв та ситуації на ринку. Як правило, через витрати на демонтаж та інтеграцію в наявну інфраструктуру заміна камер для фарбування розпиленням/технічного обладнання або розширення наявних ліній додатковим обладнанням (наприклад, системами очищення відхідних газів) є на 20–40% дорожчим у порівнянні з проектами на нових об'єктах.

На наявних об'єктах впровадження нового фарбувального цеху часто призводить до значних простоїв виробництва, оскільки дуже специфічні вимоги до будівлі нового фарбувального цеху (наприклад, вентиляція будівлі, міцний фундамент, вільний простір під фермою) також повинні бути реалізовані до фактичного встановлення обладнання.

## 2.1.5 Основні екологічні проблеми

### 2.1.5.1 Споживання води

Довгострокові стратегії зі скорочення споживання води (включно з мінімізацією та рециркуляцією) дали змогу скоротити загальне <sup>9</sup> середнє споживання води на автомобіль на 30,8% у період з 2008 до 2017 року. Це передбачає застосування стратегії рециркуляції.



**Рисунок 2.4: Споживання води в автомобільній промисловості ЄС**

Перед фарбуванням непофарбовані<sup>10</sup> кузови та компоненти кузова очищаються водно-лужними розчинами мийних засобів. Потім здійснюється попередня обробка водними розчинами фосфатів цинку, марганцю й нікелю для забезпечення як надійного захисту від підповерхневої корозії, так і належного зчеплення фарби.

У деяких випадках вміст цинку та нікелю, а також фосфатів та фторидів в одних і тих самих процесах перевищує граничні значення для реєстрації E-PRTR<sup>11</sup>. Це може бути пов'язано з відносно високими обсягами потоку (близько 200 000 м<sup>3</sup> на рік), помноженими на низькі значення концентрації (зазвичай значно нижче за гранично допустимі значення викидів).

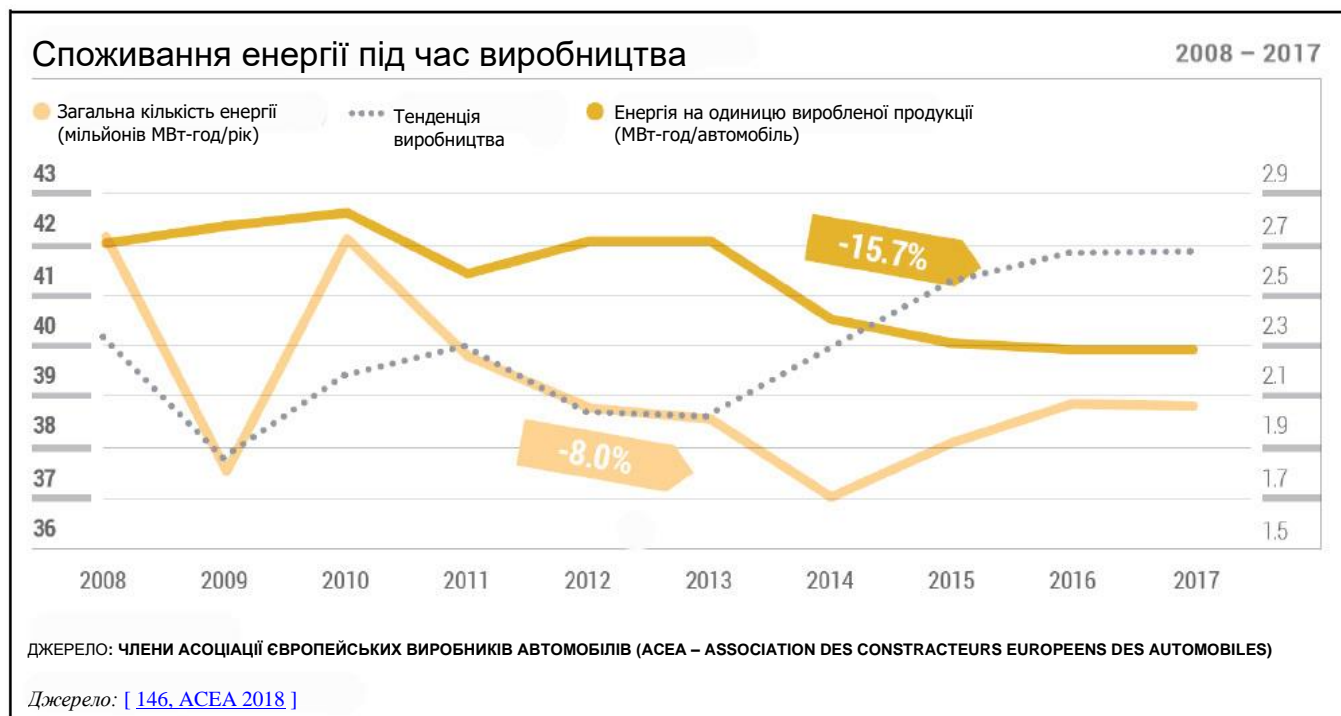
### 2.1.5.2 Споживання енергії

Складність автомобілів значно зростає, що вплинуло на споживання енергії. Проте за останнє десятиліття промисловість скоротила споживання енергії на один автомобіль на 15,7%. З них на фарбувальні цехи припадає близько 30% (за даними 2012 року). Коливання споживання енергії можна пояснити зниженням обсягів виробництва, особливо в період економічної кризи, а також мінливістю погодних умов у деякі роки (див. Рисунок 2.5).

<sup>9</sup> Споживання води належить до загального виробничого використання, включно з виробництвом автомобільних кузовів, а також діяльності з попередньої обробки кузовів у фарбувальних цехах.

<sup>10</sup> «Непофарбований» означає голий металевий кузов.

<sup>11</sup> Граничні значення для скидання у водоймища або передачі для очищення стічних вод у Регламенті (ЄС) № 166/2006 щодо створення Європейського реєстру викидів та перенесення забруднювачів та внесення змін до Директив Ради 91/689/ЄС та 96/61/ЄС.



**Рисунок 2.5: Споживання енергії в автомобільній промисловості ЄС**

### 2.1.5.3 Викиди ЛОС у повітря

Найбільш важливою екологічною проблемою, пов'язаною з нанесенням покриттів на нові транспортні засоби є викид розчинників із ЛОС, в основному з фарбувальних цехів. На Рисунок 2.6 показана еволюція викидів ЛОС у на один вироблений автомобіль та загальні викиди всіх виробників автомобілів разом. Завдяки новим технологіям, таким як заміна фарб на основі розчинників їхніми еквівалентами, що не містять розчинників або на водній основі, або більш ефективними технологіями на основі розчинників, а також встановленню додаткових установок очищення відхідних газів, виробники скоротили викиди на одиницю продукції на 21% на один автомобіль за останні 10 років. Ймовірно, на це вплинуло запровадження Директиви про викиди розчинників (ДВР) у 1999 р., обмін інформацією для ДД НДТМ для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників (з 2004 до 2006 р.) та закриття старих та менш ефективних підприємств під час економічної кризи 2008 р.

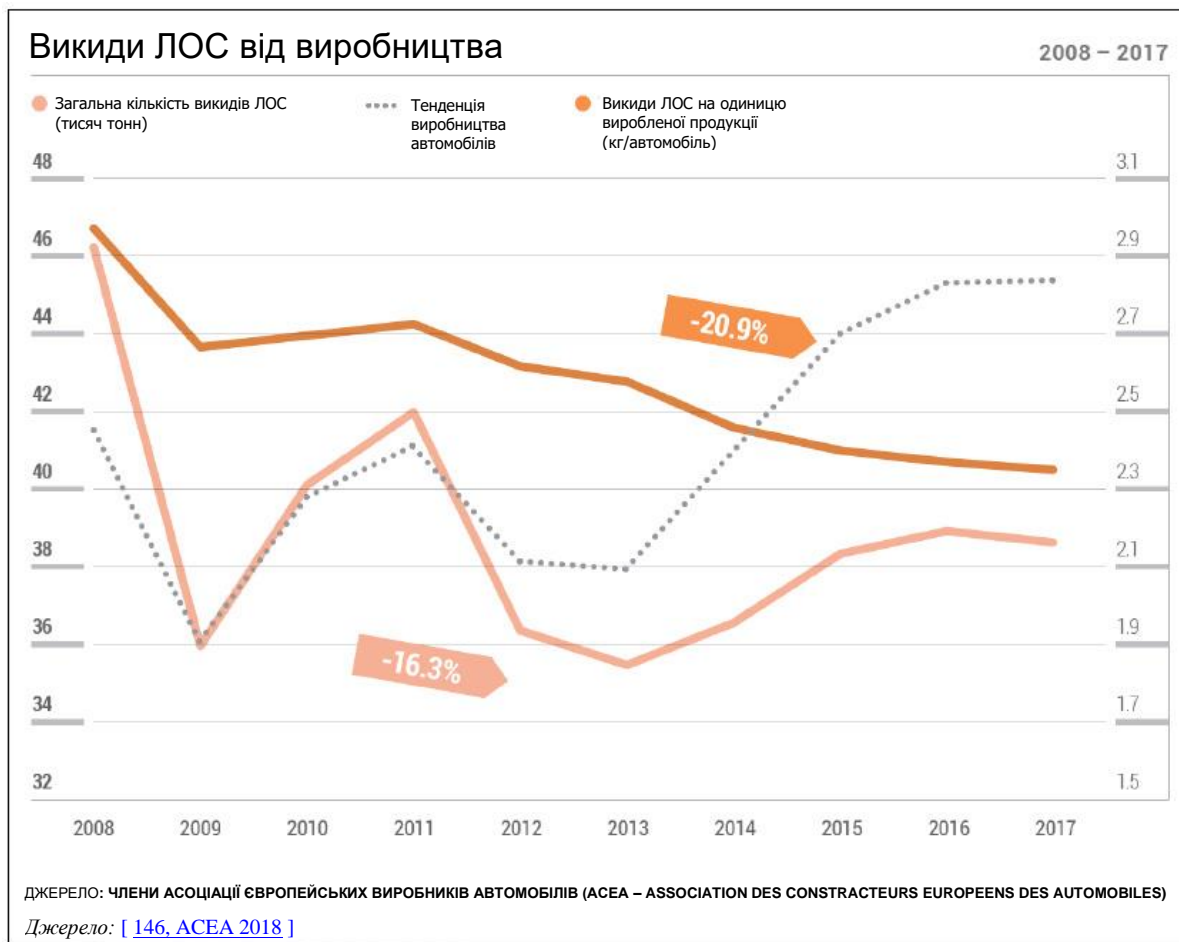


Рисунок 2.6: Викиди ЛОС в автомобільній промисловості ЄС

#### 2.1.5.4 Інші викиди в повітря

Потоки відхідних газів очищаються від часток надлишку розпилення фарби, а NO<sub>x</sub> і CO викидаються як продукти згоряння у термічному очищенні відхідних газів (див. Таблицю 2.4).

Таблиця 2.4: Забруднювачі повітря, крім ЛОС, з цехів фарбування легкових автомобілів у порівнянні з даними ЄМЕП (ЕМЕР) ЄС-28

| Забруднювальна речовина                          | Питомі викиди від цехів фарбування легкових автомобілів [кг/транспортний засіб] | Загальні викиди з усіх фарбувальних цехів [Мг/р.] | Дані ЄМЕП ЄС-28 [Гг/р.] | Частка фарбувального цеху [%] |
|--|---|---|-------------------------|-------------------------------|
| ТЧ (пил)*  | 0,03  | 440#  | 1 934                   | 0,025                         |
| NO <sub>x</sub> у перерахунку на NO <sub>2</sub> | 0,11  | 1 610   | 8 459                   | 0,019                         |
| CO   | 0,10  | 1 460   | 22 046                  | 0,007                         |

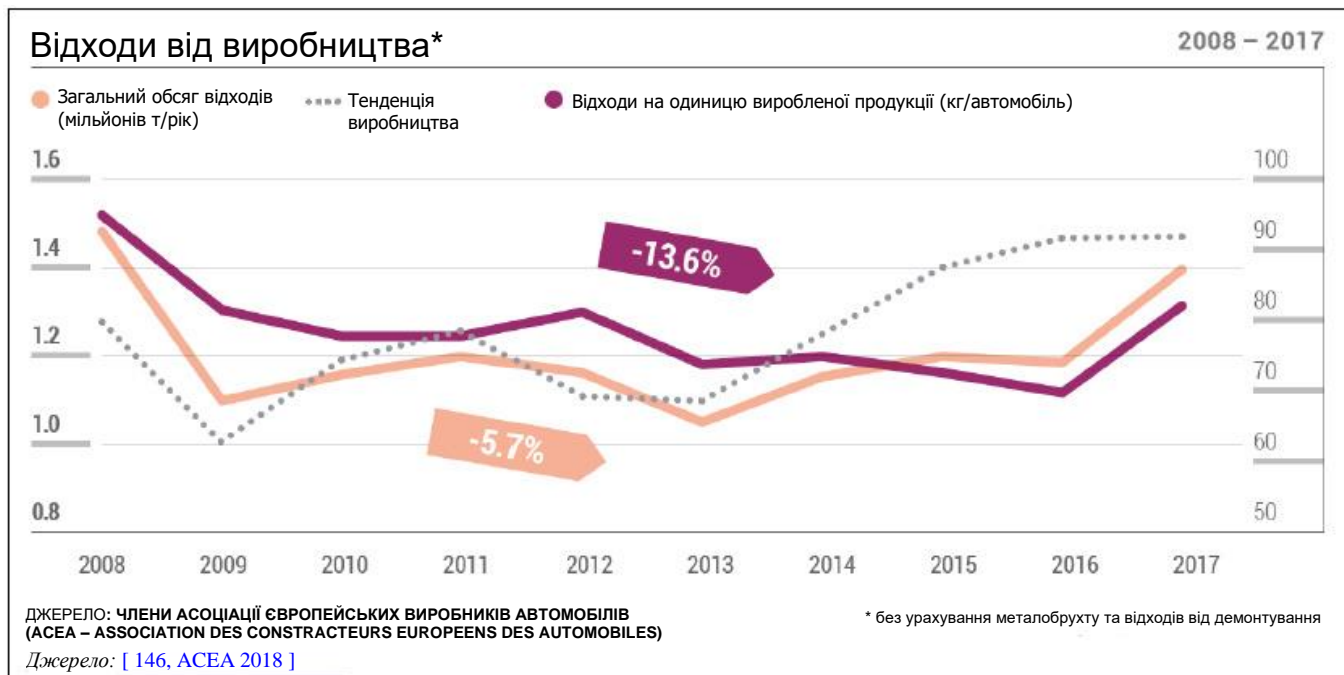
\* Викиди фарбувального цеху вимірюються та повідомляються як ТРМ (загальні викиди пилу); дані ЄМЕП є значеннями для PM<sub>10</sub>. З вимірювань розміру часток надлишку розпиленої фарби відомо, що пил фарбувального цеху майже на 100% складається з PM<sub>10</sub>.  
# Як альтернатива, розрахунок, який ґрунтується на оцінках пофарбованої поверхні, товщини шару покриття, ефективності перенесення та передбачуваної ефективності системи очищення відхідних газів, що дорівнює 90%, дає щорічні викиди в розмірі 1 300 мг/рік часток фарби. Навіть із такими цифрами внесок викидів фарбових цехів у дані ЄМЕП ЄС-28 значно нижче 0,1%.

Джерело: [ 142, ACEA 2016 ] стор. 109

### 2.1.5.5 Утворення відходів

На Рисунку 2.7 показано тенденцію утворення відходів для всього процесу виробництва автомобілів (примітка: конкретні дані щодо утворення відходів у результаті діяльності з нанесення покриттів надані в Розділі 2.3.2.6). Відходи, що утворюються на одиницю продукції у виробництві легкових автомобілів, за 10 років скоротилася на 13,6%. Коливання відходів, як в абсолютному вираженні, так і на одиницю продукції, можна пояснити виникненням поодиноких випадків, таких як спад загального об'єму виробництва під час економічної кризи.

Зверніть увагу, що дані, надані на Рисунку нижче, стосуються утворення відходів у всьому процесі виробництва автомобілів, а не лише у фарбувальному цеху.



**Рисунок 2.7: Утворення відходів від виробництва легкових автомобілів (без урахування брухту та відходів від демонтування)**



## 2.2 Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на транспортні засоби

[ 142, ACEA 2016 ] [ 169, VDI 2013 ] [ 201, ACEA 2016 ]

### 2.2.1 Загальна інформація

У цьому розділі коротко описується поточний виробничий процес та безпосередньо пов'язані з ним види діяльності із серійного фарбування автомобілів, фургонів, вантажних автомобілів (шасі вантажних автомобілів), кабін вантажних автомобілів та автобусів. У ньому також вказані основні інтегровані технології, що застосовуються для запобігання та скорочення викидів.

Інформація переважно ґрунтується на автомобілях, оскільки їхнє покриття охоплює весь спектр застосовуваних процесів та технологій. Процеси фарбування фургонів, вантажних автомобілів і кабін вантажних автомобілів багато в чому схожі з фарбуванням автомобілів і можуть спричинити аналогічний вплив на довкілля, але вони також мають деякі відмінності, наприклад, агрегати вантажних автомобілів (кабіни й шасі) фарбуються окремо. Можливі значні відхилення від серійного фарбування автомобілів через використання різних матеріалів покриття, процесів, технологій нанесення та структур шарів. Хоча оптичні властивості поверхні так само важливі, як і для автомобілів, захист від корозії важливіший для фургонів та вантажних автомобілів, ніж для інших секторів. Відмінності передбачають різні конструкції та розміри кузова, менші обсяги виробництва, різне кінцеве використання і, отже, різну якість та інші критерії замовника. Ці відмінності пояснюються в окремих розділах для фургонів (Розділ 2.2.4), вантажних автомобілів (Розділ 2.2.5), кабін вантажних автомобілів (Розділ 2.2.6) та автобусів (Розділ 2.2.7).

### 2.2.2 Огляд інвестицій, проектування та експлуатації фарбувального цеху

Кожен виробник має свої власні пріоритети та цілі, специфічні для компанії або бренду, щодо різних вимог до якості та очікувань замовників щодо легкових автомобілів, фургонів, вантажних автомобілів або автобусів. Проте є й інші цілі, яких необхідно досягти, такі як очікування акціонерів та юридичні вимоги, у тому числі щодо екологічних проблем.

Усі ці фактори впливають на «філософію компанії» щодо того, як проектувати та експлуатувати фарбувальний цех, тому розрізняються як технічна схема установок, так і обрані системи захисту від корозії та фарбові системи. Строки здійснення інвестицій, витрати та відмінності між наявними та новими об'єктами описані в Розділі 2.1.4. Вибір фарбової системи та типу фарбувального цеху має вирішальне значення для скорочення викидів ЛОС та споживання енергії та є зобов'язанням на строк від 20 до 40 років. Хоча може бути здійснена деяка модернізація та оновлення технологій, це має більш обмежений вплив на викиди та споживання.

Цехи з фарбування транспортних засобів можна розглядати як такі, що належать до трьох «сімейств» (див. Розділ 2.2.3.8). Рішення інвестувати в конкретне сімейство незворотне до перебудови фарбувального цеху. Зверніть увагу, що не всі технології можна комбінувати, і не всі технології є взаємозамінними, оскільки вибір сумісних технологій обмежений у межах конкретного сімейства.

Виробники транспортних засобів з установками такого розміру є великими компаніями та (переважно) транснаціональними компаніями або частиною транснаціональних груп. Такі компанії мають добре розвинені системи управління для збалансування та інтегрування конкурентних цілей, викладених вище. Найбільш значущий вплив на споживання та викиди від виробництва можуть мати:

- планування капіталовкладень та бізнес-планування;
- оперативне управління, включно із системами контролю якості та технічним обслуговуванням;
- системи екологічного менеджменту.

У цехах фарбування легкових автомобілів етапи процесу виконуються в послідовних лініях, і кожен підпроцес застосовується на окремій дільниці лінії. Стандартна потужність лінії становить від 30 до 60 одиниць на годину. Зазвичай кількість змін на день (одна, дві, три) варіюється, щоб привести продуктивність фарбувального цеху у відповідність до вимог замовника, а не змінювати швидкість лінії. Якщо потрібна вища продуктивність, додаткові лінії працюють паралельно.

Фарбувальні цехи є великими та комплексними установками. Разом із робочими місцями для підготування кузова, інспекційними дільницями, місцями зберігання кузова та матеріалів, вентиляційним обладнанням, скруберами для надлишку розпилення фарби, системами зниження викидів ЛОС, службовими зонами та майданчиками технічного обслуговування, установка з однією лінією фарбувального цеху продуктивністю 30 одиниць на годину займає кілька поверхів загальною площею від 70 000 м<sup>2</sup> до 100 000 м<sup>2</sup>. Загальна довжина лінії різних виробничих дільниць становить близько 1,5 км. Передбачувані інвестиційні витрати на новий фарбувальний цех такого розміру становлять від 150 до 250 мільйонів євро (дані за 2018 рік). Час обробки кузова в цеху становить від 6 до 11 годин.

Основа фарбувального цеху, камери для фарбування розпиленням, є дуже великими установками, що мають не менше трьох поверхів і довжину kabіни від 60 до 90 м на підпроцес. Для впровадження такої камери для фарбування розпиленням необхідний вільний простір будівлі під фермою не менше 14 м для розміщення основних елементів камери (скрубера для надлишку розпилення, зони нанесення із зоною службово-технічної шафи й простором із тиском вище атмосферного).

### 2.2.3 Покриття легкових автомобілів

У цій главі описане нанесення покриття у великому масштабі на нові легкові автомобілі (категорія M1, див. Розділ 2.1.1). Виробництво деяких транспортних засобів N1 (фургонів), що виробляються на тій самій установці, може бути засновані на базі легкових автомобілів та використовувати аналогічні технології виробництва.



Джерело: [ 142, ACEA 2016 ] [© Volkswagen AG, 2015; Daimler AG, 2014.]

**Рисунок 2.8:** Приклади кузовів легкових автомобілів, що демонструють діапазон від великих до дуже маленьких кузовів автомобілів

#### 2.2.3.1 Сировина, поводження, зберігання та фарбозмішувальне відділення

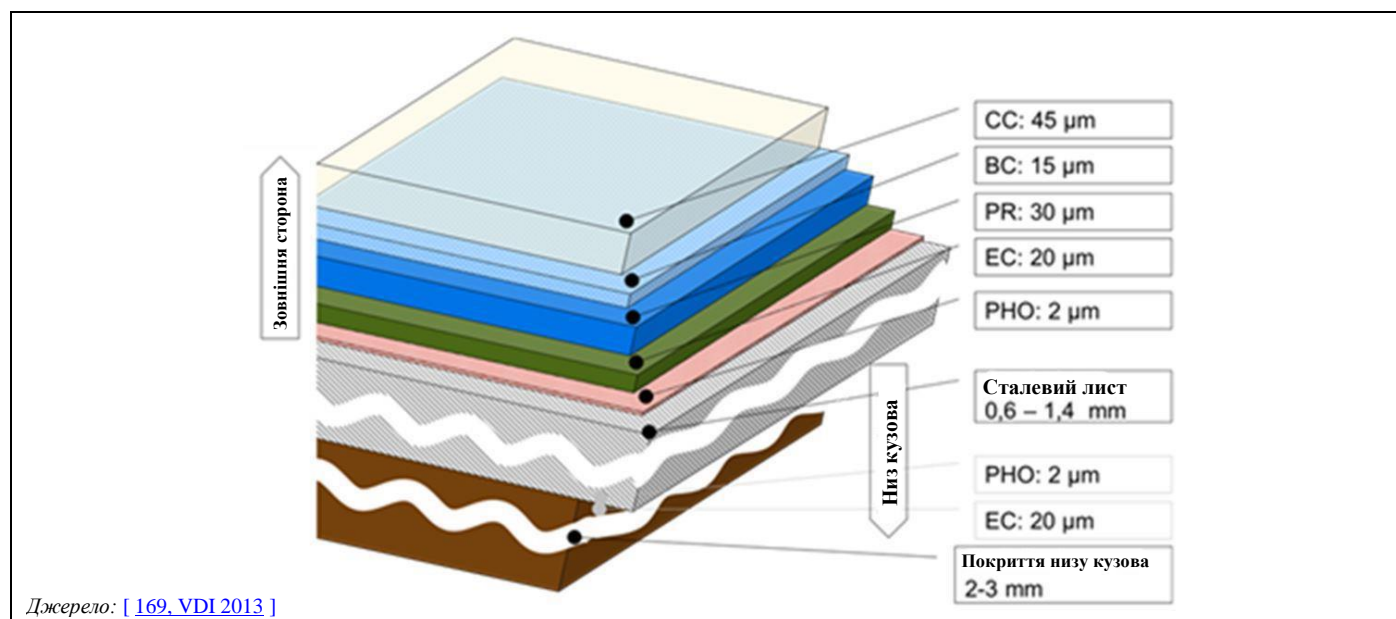
Основною сировиною для виробництва (крім кузовів транспортних засобів) є фарби та інші матеріали покриття, розчинники для регулювання в'язкості та очищення та інші засоби для очищення. Матеріали розвантажуються в спеціально обладнаних зонах матеріально-технічного постачання з хімічно стійкою підлогою та/або технічним обладнанням для утримання витоків рідин. Складські приміщення та приміщення для підготування фарби вентилуються та часто кондиціонуються та обладнані системами для запобігання забруднення ґрунту та підземних вод унаслідок розливів. Витоки будуть виявлятися за допомогою технічних систем моніторингу та програм ручного управління. Зберігання та поводження з відходами буде здійснюватися аналогічним чином.

### 2.2.3.2 Стандартний процес нанесення покриття

Кузови автомобілів із покриттям і, отже, фарби мають відповідати таким вимогам:

- Тривалий захист від корозії, погодних умов, впливу на хімічний склад (наприклад, пташиний послід, кислотні дощі), сколювання, сонця, стирання в автомийках. Гарантія на кузов зростає з 10 до 15 років.
- Ідеальні оптичні властивості поверхні: полірування, глибина кольору, відсутність каламутності, відсутність дефектів, що забезпечує однорідність та сталість фарбування та формування ефектів (таких як металізоване покриття, перламутровий ефект, багатобарвні панелі тощо). Такі вимоги до якості можуть збільшити кількість шарів фарби та потенційно – викиди ЛОС із заводу.

Ці високі вимоги можуть бути виконані лише за наявності чотирьох або навіть п'яти шарів фарби, що доповнюють один одного (див. Рисунок 2.9). Вони наносяться в кілька послідовних етапів.



**Рисунок 2.9: Послідовність шарів та типова товщина покриттів легкових автомобілів**

Типовий технологічний процес показано на Рисунку 2.10 та описаний у подальших параграфах. Скорочення стосуються етапів, показаних на Рисунку 2.10.

#### 2.2.3.2.1 Попередня обробка на водній основі та електроосадження

Наступні заходи з попередньої обробки та покриття електроосадженням засновані на використанні води та працюють разом із технологіями, спрямованими на продовження строку експлуатації ванн для обробки або промивання, мінімізацію споживання води, оптимізацію використання матеріалів та мінімізацію скидання у воду. У багатьох випадках очищення стічних вод здійснюється на окремих очисних установках, де стічні води від інших видів виробничої діяльності обробляються разом зі стічними водами фарбувального цеху. Загальну інформацію про попередню обробку на водній основі та пов'язані з нею технології, а також про відповідне очищення стічних вод можна знайти в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ].

Кузови проходять етапи попередньої обробки та покриття електроосадженням за допомогою конвеєрних систем. За допомогою маятникових або ротаційних конвеєрів кузови можна повертати й перевертати догори дном у резервуарах для обробки та промивання, щоб забезпечити обробку всіх можливих поверхонь.

### **Попередня обробка (PT)**

Вона передбачає очищення і знежирення, а також фосфатування або інші системи конверсійного покриття.

#### **Очищення і знежирення (CLE)**

З лінії цеху зварювання кузовів непофарбований металевий кузов передається на дільницю попередньої обробки (PT-CLE) фарбувального цеху, де зварювальний пил, бруд, олива, мастило та залишки клейкої речовини від операцій штампування, зварювання, склеювання та шліфування видаляються на станціях пульверизаційного очищення та очищення шляхом занурення. Очищувальні засоби є водно-лужними розчинами мийних засобів, які наносяться за підвищеної температури (40-60 °C) з подальшим застосуванням ванн каскадного промивання. Зараз переважно використовуються системи демульційного відстоювання. Ці системи описані в ДД НДТМ для поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, СОМ 2006 ].

#### **Фосфатування / Фосфатне покриття (PHO)**

Для покращення корозійної стійкості та підвищення зчеплення подальшого органічного покриття стандартними є процеси фосфатування та пасивації. Технологічний розчин зі значеннями рН від 2,8 до 3,8 містить фосфати нікелю, марганцю та цинку за температури від 35 °C до 55 °C. Пасивація зазвичай здійснюється із використанням солей цирконію<sup>12</sup>. Як правило, потім відбувається дво- або триетапне каскадне промивання, останній етап – деіонізованою водою. Як альтернатива фосфатуванню, за останні 10 років було розроблено обробки без нікелю на основі цирконію або силану, які застосовуються за кімнатної температури. Проте, параметри процесу цього типу попередньої обробки набагато складніше контролювати, і додаткові витрати на ці продукти не компенсуються економією енергії шляхом зниження температури процесу. Більшість виробників легкових автомобілів ще не схвалили ці системи для попередньої обробки багатометалевих кузовів легкових автомобілів.

#### **Покриття електроосадженням (ПЕ/ЕС)**

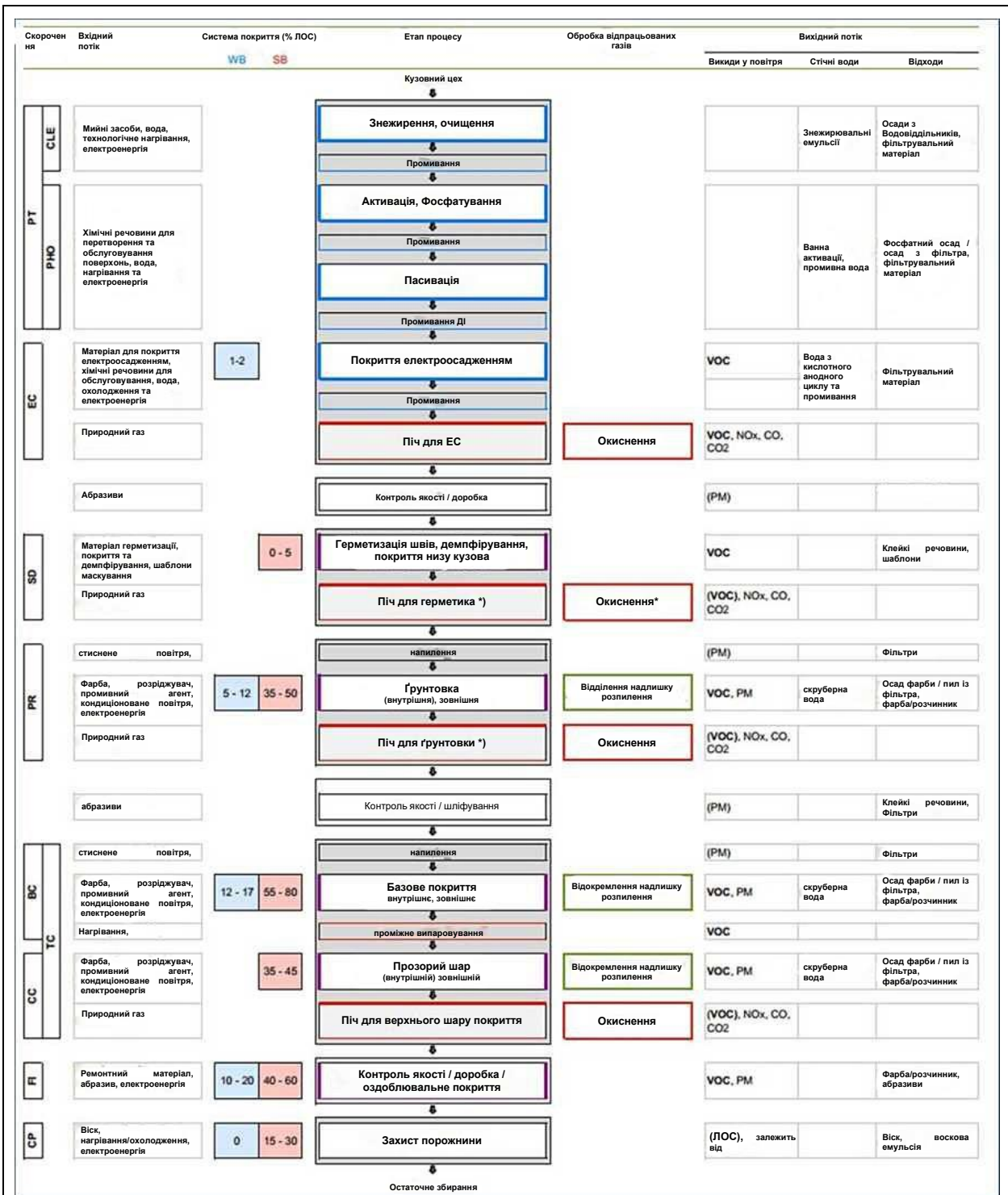
Покриття електроосадженням (ПЕ/ЕС), скорочення від катодного електроосадження, електролітичного покриття або катодного покриття зануренням, є процесом занурення, у якому попередньо оброблений кузов проходить через водне покриття. Покриття забезпечує захист від корозії та наноситься шляхом електроосадження у вигляді рівної плівки як основа для подальшого нанесення шляхом розпилення. Кузов автомобіля діє як катод (негативно заряджений), а аноди розташовані на дні та бічних стінках резервуара. Під високим струмом у ванну ЕП подається 5–10 кВт-год енергії на кузов автомобіля, і для підтримання температури ванни нижче 30 °C необхідно охолодження. Надлишки покриття змиваються з кузова автомобіля. Частки фарби, які були електрично осаджені, видаляються за допомогою зворотного каскадного ополіскування ультрафільтратом і деіонізованою (ДІ) водою на фінальному етапі. Потім плівка електроосадженого покриття твердіє в сушильній печі. Як правило, резервуар для покриття електроосадженням має окрему витяжну систему, а в деяких установках відхідні гази з кабіни для електролітичного покриття, спрямовуються в сушильну піч для електролітичного покриття для зниження вмісту ЛОС (див. Розділ 2.2.3.5).

#### **Герметизація, шумопригнічення та покриття низу кузова**

Після висихання електроосадженого покриття кузова надходить на станції контролю якості та ремонту та передаються на робочі зони, де наносяться герметики, захисне покриття низу кузова та матеріал для шумопригнічення. Це пастоподібні речовини, які наносять вручну або за допомогою роботів шляхом безповітряного розпилення або екструзії. Матеріали для шумопригнічення також доступні у вигляді готових заготовок, які змішуються з термоеклями. Ці покриття часто гелефікують в окремій печі перед тим, як кузова потрапляють в установку для фарбування методом розпилення.

---

<sup>12</sup> Пасивація хромом VI більше не використовується відповідно до Директиви 2000/53/ЄС про транспортні засоби із вичерпаним строком експлуатації і (Директиви про гранично допустимі значення викидів).



Примітка:

Включено основний вплив на довкілля (споживання, викиди) окремих підпроцесів.

\*Необов'язково.

x Не у фарбувальних цехах з інтегрованими процесами.

+ У виняткових випадках із додатковим окисненням ЛОС. У деяких випадках замість скрубєрів Вентурі використовуються технології сухого фільтрування.

PT: Попередня обробка (Pretreatment); CLE: Очищення та знежирення (Cleaning and degreasing); PHO: Фосфатування (Phosphating); EC: Покриття електроосадженням (E-coat); SD: Герметизація та демпфування (Sealing and damping);

PR: Грунтовка (Primer); TC: Верхній шар покриття (Topcoat); BC: Базовий шар покриття (Base coat); CC: Прозорий шар покриття (Clear coat); FI: Оздоблювальний шар покриття (Finish)(Доробка); CP: Захист порожнини (Cavity preservation).

Джерело: [ 201, ACEA 2016 ]

Рисунок 2.10: Стандартний технологічний процес нанесення покриття на легкові автомобілі (PC)

### 2.2.3.2.2 Камери для фарбування розпиленням

Після герметизації та шумопригнічення кузови відправляються в камери фарбування розпиленням, де наносяться ґрунтовка та верхні покриття (базове та прозоре).

Для видалення пилу й залишків після дробки й операцій підготовки кузовів на попередньому етапі процесу вони проходять через станції обдування іонізованим повітрям і/або обробляються обертовими щітками або роботизованими всмоктувальними щітками, а потім передаються через шлюзові камери в камеру фарбування розпиленням.

Фарби та розчинники, як правило, зберігаються в окремому приміщенні та перекачуються кільцевими лініями в камери фарбування розпиленням. Надлишки розпилення фарби переносяться з потоком повітря кабіни до протиаерозольних фільтрів або скрубєрів, які розташовані під відкритою решітчастою підлогою фарбувальної кабіни.

Для нанесення покриттів розпиленням потрібні закриті камери й контрольовані умови повітря в камері («вікно нанесення фарби», тобто вологість, температура та ламінарний низхідний потік). У порівнянні з фарбами на основі розчинників «вікно» нанесення фарб на водній основі менше, що може призвести до підвищення споживання енергії для охолодження або осушення в регіонах з екстремальними кліматичними умовами. Постійний ламінарний низхідний потік повітря зі швидкістю від 0,15 м/с до 0,4 м/с необхідний для забезпечення стабільних та відтворюваних умов нанесення в безпосередній близькості від поверхні кузова та для передавання часток надлишку розпилення фарби в системи відділення часток під фарбувальною камерою. Крім того, кратність повітрообміну має бути достатньо високою для підтримання концентрації ЛОС нижче нижньої концентраційної границі вибуховості (НКГВ), а у випадку ручного нанесення – нижче границь впливу на робочому місці. Рециркуляція повітря в кабіні може бути заборонена в комбінації з ручним розпиленням покриття з міркувань охорони здоров'я та безпеки.

### 2.2.3.2.3 Нанесення фарби та покриттів

#### Автоматизація

Автоматизація зазвичай значно підвищує ефективність нанесення, використовуючи менше фарби або герметика і, отже, використовуючи та виділяючи менше ЛОС. Спочатку всі фарбувальні роботи виконувалися вручну за допомогою ручних фарборозпилювачів із пневматичними розпилювачами. Сьогодні це робиться тільки в європейських цехах фарбування легкових автомобілів в особливих випадках. Приблизно з 1980 до 2000 року зовнішнє фарбування було автоматизовано за допомогою фарбувальних машин у вигляді порталів, тоді як внутрішнє покриття та додаткове зовнішнє фарбування залишалися ручними (див. також Розділ 2.4.4.1). З 2000 до 2005 року роботи замінили фарбувальні машини та усунули ручне зовнішнє фарбування (див. також Розділ 2.4.4.2). Роботи були представлені приблизно у 2010 році, для заміни ручного внутрішнього фарбування, і цей процес триває.

#### Технології розпилення та перенесення фарби

Існують різні технології розпилення, що використовуються для диспергування рідкої фарби та перенесення аерозольної фарби на поверхню кузова. Оптимізація перенесення фарби зменшує кількість використовуваних фарби та розчинників, що знижує викиди ЛОС.

- Безповітряне розпилення, у якому стиснута фарба подається через розпилювальне сопло. Ця технологія не часто використовується в серійному покритті легкових автомобілів. Проте, безповітряне нанесення є стандартним у покритті низу кузова (ПВХ).
- Розпилення повітрям або пневматичне розпилення, у якому суміш фарби та стисненого повітря (іноді за підвищеної температури або з азотом замість повітря) нагнітається через сопло для фарби та доводиться до дрібнодисперсного аерозолу фарби (пневматичне розпилення). В автомобільній промисловості ця концепція широко використовується зі знизеним тиском повітря як розпилення HVLP (у великому об'ємі під низьким тиском).
- Можна також використовувати пневмоелектростатичні розпилювачі, у яких пневматично розпилювана фарба електрично заряджена та притягується до заземленого кузова.
- У більшості цехів із фарбування транспортних засобів використовують високошвидкісне розпилення в електростатичному полі за допомогою обертальної чаші з електростатичним зарядженням.

Якщо використовується електростатичне розпилення з внутрішнім зарядженням, системи подання фарби з фарбами на водній основі потребують спеціальних пристроїв електричної (гальванічної) розв'язки (наприклад, картриджні системи).

Як альтернативу для фарб на водній основі можна використовувати електростатичні чаші для розпилювання із зовнішнім зарядженням.

Аерозольна фарба переноситься на поверхню покриття під дією власного імпульсу часток, у спрямованому повітряному потоці, вздовж градієнта електричного поля або комбінації цих сил. Змінюючи робочі параметри, такі як швидкість потоку фарби, обертання чаші, напруга і спрямований повітряний потів, форму струменя розпилення можна адаптувати до поверхні кузова і використовувати для оптимізації ефективності перенесення. Для фарбування внутрішніх частин кузова електростатичний заряд можна зменшити або зняти.

### **Зміна кольору та очищення**

Скорочення відходів фарби та викидів розчинників від очищення досягається шляхом оптимізації подання та зміни кольорів фарб, а також використовуваних методів очищення.

У деяких наявних фарбувальних цехах кузова автомобілів сортуються за кольором на великих складах для кабіни для базового покриття максимально великими блоками автомобільних кузовів одного кольору (див. Розділ 17.6.2.1). Проте впровадження технологій зміни кольору з низьким рівнем втрат (див. Розділ 17.2.4) зменшило важливість великої довжини кольорових блоків як засобу скорочення споживання матеріалу та викидів розчинників.

У цехах фарбування транспортних засобів масового виробництва фарба зазвичай зберігається в центрі постачання фарби та перекачується в камери для фарбування розпиленням сталевими кільцевими лініями, де кожна лінія призначена для одного типу фарби й кольору. Маловживані фарби дуже часто постачаються з невеликих систем розподілу фарб, розташованих поряд із камерою. Для базового покриття та ґрунтовки (якщо у фарбувальному цеху використовується більше одного кольору ґрунтовки) ці кільцеві лінії підключаються до пристроїв зміни кольору для кожної окремої установки нанесення (робот з одним розпилювачем або фарбувальна машина з декількома розпилювачами). Пристрої для зміни кольору або розміщуються на бічних стінках фарбувальної кабіни або можуть бути вбудовані в кінцевий маніпулятор робота. Як альтернатива, окремі картриджі з фарбою заповнюються фарбою (0,5–1,0 л) на станції стикування та автоматично прикріплюються до робота-аплікатора на вимогу. Використовується декілька інших систем.

Кільцеві лінії подання фарби лише іноді спорожняються й очищаються розчинником. Видалена фарба та очищувальні засоби збираються й утилізуються як відходи. Процеси очищення та зміни кольору в пристроях для зміни кольору та голівках для фарбування розпиленням відбуваються частіше та мають більше значення для довкілля. Зміна кольору передбачає (а) видалення старого кольору, (б) очищення системи подання та (с) заповнення новим кольором. Для очищення можна використовувати або органічні розчинники, або очищувальні засоби, що не містять розчинників, та/або стиснене повітря. Фарборозпилювачі, сопла та конуси фарбувальних чаш очищуються за потребою. Використані розчинники вловлюються, а залишки фарби після операцій зі зміни кольору та очищення зазвичай збираються та утилізуються як відходи.

Для скорочення втрат фарби за останні 20 років було розроблено кілька різних методів очищення. Вони використовуються для очищення та поповнення кільцевих труб або лінії подання розпилювача після перемикача зміни кольору.

## **2.2.3.3 Покриття**

### **Покриття електроосадженням (ПЕ/ЕС)**

Органічне покриття засноване на модифікованих амінами епоксидних смолах, які стають розчинними у воді шляхом нейтралізації органічними кислотами. Застосовувані концентрації становлять 16–20% твердих речовин та 1–2% органічних розчинників.

### **Герметизація та демпфірування (SD)**

Покриття з високою в'язкістю для захисту від ударів дрібним камінням (як правило, ПВХ пластизолі) та шовні герметики наносяться вручну або за допомогою роботів із використанням кількох технологій екструзії та безповітряного розпилення. У більшості випадків у цій дільниці також застосовується матеріал для шумопригнічення у вигляді прокладок, виготовлених на індивідуальне замовлення клієнта, або у вигляді пасти, що екструдуються. Матеріали мають дуже низький вміст ЛОС (2–5%); проте, робочі місця, де застосовують велику кількість пластизолу, розташовані в кабінах із посиленою вентиляцією.

Оснащення кузова шумопоглинальними покриттями покращує акустичні властивості в салоні автомобіля. Попит на більш високу продуктивність (і подальшу герметизацію) постійно зростає. Це, своєю чергою, може збільшити викиди ЛОС.

Гелеутворення (желатинізація/застигання) починається в спеціальній печі для герметика і зрештою завершується в наступній печі (грунтовка або верхній шар).

На деяких об'єктах матеріали для захисту низу кузова та захисту від сколювання наносяться на дільниці остаточного збирання заводу з виробництва автомобілів.

### **Нанесення покриття шляхом розпилення**

Фарби для розпилення є сумішшю органічних смол із добавками, органічними або неорганічними кольоровими пігментами (крім прозорого шару) і розчинниками та розроблені як однокомпонентні (1К) або двокомпонентні (2К) системи.

Нанесення покриття шляхом розпилення виконується в три послідовні етапи: грунтовка, базове покриття та прозорий шар. Для кожного процесу нанесення покриття споживання матеріалу залежить від кількості твердих часток, які мають бути перенесені на поверхню основи. Отже, споживання розчинника залежить від маси твердих часток і співвідношення розчинників і твердих часток у відповідному матеріалі покриття. Ні вміст одного розчинника в матеріалі покриття, ні вміст у ньому твердих часток не є відповідним показником для екологічної значущості щодо споживання розчинника (і викидів).

### **Грунтовка (PR)**

Грунтовка забезпечує захист від ударів дрібним камінням, запобігає розкладанню нижнього електроосаженого покриття під впливом УФ-випромінювання, а також заповнює будь-які невеликі нерівності або нерівномірні текстури основи. Системи грунтовок на основі поліефірних, меламінових та/або поліуретанових смол. Грунтовки зазвичай наносяться у двох (максимум чотирьох) різних тонах, підібраних до конкретного кольору базового покриття. Кольорові грунтовки до чотирьох різних тонів стандартно використовуються та допомагають зменшити товщину базового шару покриття. Системи грунтовок бувають на основі розчинників або на водній основі. Порошкові грунтовки використовувалися на деяких установках у Європі до 2015 року, коли було закрито останню лінію порошкових грунтовок. Шар грунтовки твердіє після попереднього випаровування розчинника в печі для грунтовки. Перевірка якості результатів попередніх етапів нанесення покриття та ручне доопрацювання дефектів поверхні шляхом шліфування та іноді повторного нанесення покриття здійснюється до того, як кузови надійдуть на лінію нанесення верхнього шару покриття.

### **Верхній шар покриття (TC)**

Зазвичай він складається із двох шарів: базового шару покриття (BC) та прозорого шару покриття (CC). Деякі легкові автомобілі та багато комерційних транспортних засобів покриваються без прозорого покриття, і в цих випадках базове покриття є останнім шаром покриття, що наноситься на кузов [ [265, TWG 2019](#) ].

### **Базовий шар покриття (BC)**

Цей шар визначає колір та ефект (металік, перламутровий) покриття. Для легкових автомобілів, як правило, п'ять різних тонів охоплюють понад 90% обсягу продукції (великосерійне виробництво), а набір кольорів виробника для певної моделі автомобіля рідко перевищує 40 різних кольорів. Зв'язними системами є поліефірні та меламінові смоли. У покриттях на водній основі також використовуються акрилати та поліуретани. Пігменти можуть бути як органічними, так і неорганічними (оксиди титану або заліза, силікати, алюмінієві пластифікатори) і не містити важких металів, таких як свинець, кадмій та хром. Органічні пігменти можуть містити невелику кількість міді або нікелю, зв'язаних у комплекси або галогенізовані сполуки. В автомобільній промисловості по всьому світу використовуються системи як на основі розчинника, так і на водній основі.

Волога фарба висихає (але не твердіє) у зоні випаровування, а потім передається в зону нанесення прозорого шару покриття. Деякі кольори (спеціальні кольори парку або білі тони) наносяться без додаткового прозорого покриття у вигляді верхніх одношарових покриттів на основі розчинника (монопокриття).

Термін «колір з ефектом» використовується як загальний термін для систем базових покриттів із кількома спеціальними поліхроматичними ефектами, такими як ефект металік, перламутровий ефект або ефект переливання кольорів. Ці системи наносяться методом wet-on-wet у два або три етапи й завжди поєднуються з прозорим шаром покриття.



Покриття з ефектом та металеві покриття наносяться у два етапи: спочатку за допомогою електростатичних чаш із високою швидкістю обертання; потім електростатичними чашами з високою швидкістю обертання, пневматичним або електропневматичним способом. У порівнянні з одноетапним нанесенням за допомогою пневматичних розпилювачів із нижчою ефективністю перенесення, витрачається менше матеріалу, а викиди розчинника є нижчими. Проте додаткове нанесення шарів або нанесення кількох кольорових схем на транспортний засіб може призвести до збільшення викидів.

### **Прозорий шар (CC)**

Останнім шаром фарби є прозоре покриття, яке забезпечує дзеркальний блиск та глибину кольору, оптимальний зовнішній вигляд, а також стійкість до хімічного впливу та подряпин. Хімічний склад базується на поєднанні акрилатних та поліефірних смол. Використовуються однокомпонентні (1К) прозорі покриття на основі розчинника або двокомпонентні (2К) прозорі покриття на основі розчинника. У 2К системах використовуються ізоціанатні отверджувачі, які додаються в мішалку якомога ближче до розпилювальної системи.

Після зони нанесення прозорого шару покриття розташована зона випаровування й подальша піч для верхнього покриття (також відома як піч для прозорого покриття).

Прозорі шари на водній основі (2К системи або 1К системи), а також порошкові прозорі покриття або порошкові суспензії більше не використовуються в цехах для фарбування легкових автомобілів і фургонів. У цехах фарбування легкових автомобілів та фургонів на одному заводі використовувалася 1К система прозорого покриття на водній основі до 2010 року, коли вона була замінена 2К системою прозорого покриття на основі розчинника. Порошкові прозорі покриття та порошкові суспензії були замінені 2К системами з високим вмістом твердих часток на основі розчинників у період із 2010 до 2013 року. Причинами цих рішень було те, що зростаючі вимоги клієнтів до якості вже не могли бути задоволені за допомогою наявних фарбових систем, і, на думку зацікавлених сторін, успішний подальший розвиток був мало ймовірним і економічно невиправданим. У деяких випадках порошкові покриття все ще використовуються в цехах для фарбування комерційних транспортних засобів.

Завершальний етап фарбування може бути виконаний шляхом нанесення фарби для затемнення навколо колісних арок і/або у відсіку двигуна автомобіля.

### **Оздоблювальний шар покриття (доробка) (FI)**

Перевірка якості та заводський ремонт фарбового покриття (за необхідності) здійснюються в спеціальних зонах огляду та ремонтних камерах у так званій зоні остаточної обробки. Матеріали, що використовуються для цих типів ремонту є або системами ремонту фарбового покриття (що використовуються в ремонті в роздрібній торгівлі), або такими самими або аналогічними фарбами, що і в основній лінії. Кузови з більшими дефектами шліфують, і після маскуванню придатних частин весь кузов знову поміщають на лінію нанесення верхнього покриття (повторний цикл).

### **Захист порожнини (CP)**

Додатковий захист від корозії внутрішніх поверхонь порожнин (що існують із конструктивних міркувань) забезпечує воскова плівка. Це покриття може бути виконане за допомогою двох технологій:

- розпилення з використанням воскових розчинів (на основі розчинників), воскових емульсій (на водній основі) або 100% воску (рідкі преполімери, що застигають у контакті з повітрям);
- заливання порожнин чистим (100%) нагрітим воском.

### 2.2.3.4 Відділення надлишку розпилення

Попри вдосконалення технологій автоматизації та перенесення фарби, деякі частки фарби не попадають на кузов автомобіля та видаляються з витяжним повітрям. Для мінімізації забруднення повітря застосовуються різні технології.

На наявних установках скрубери Вентурі перехресного потоку є стандартною технологією. У цих системах відбувається інтенсивне змішування повітря кабіни й крапель води в соплі Вентурі, і частки фарби переносяться у воду скрубера. Частки фарби відокремлюються та обробляються як відходи, а вода рециркулюється.

У нових установках і якщо лінії фарбування в наявних фарбувальних цехах повністю перебудовані, зазвичай використовуються альтернативні технології вловлювання.

- сухе очищення з вапняком: фарба прилипає до порошку вапняку та потім відокремлюється за допомогою фільтра проти жорстких часток;
- електростатичне очищення (промивний електрофільтр);
- лабіринтні фільтри (коробки з картону)
- у маленьких фарбувальних кабінах (частковий ремонт і підфарбовування) лабіринтні фільтри (картонні коробки або пластмасові сухі фільтрувальні системи (фільтри для затримування часток фарби)).

### 2.2.3.5 Сушіння

Після нанесення фарби/покриття волога плівка фарби висушується в печах. Це комбінація:

- фізичного сушіння, під час якого волога плівка твердне через випаровування води та/або органічних розчинників;
- хімічного зшивання/ретикюляції (випалювання/затвердіння) шляхом полімеризації, поліконденсації, поліпрієднання або закріплення окисненням.

Ці процеси починаються за кімнатної температури відразу після змішування компонентів або після нанесення, але необхідно досягти заданої температури затвердіння й підтримувати її досить довго, щоб досягти повного затвердіння покриття.

Печі є довгими тунелями з тепловою ізоляцією (довжиною від 60 м до більше 180 м). Після вихідного шлюзу кузови автомобілів проходять через зону охолодження зовнішнім повітрям. Як правило, використовуються конвективні сушарки, іноді в поєднанні з джерелами інфрачервоного випромінювання. Сушарки нагріваються природним газом, і в багатьох випадках тепло регенерується рекуперативними окисниками, що одночасно працюють у якості окисників вмісту ЛОС у витяжному повітрі.

### 2.2.3.6 Видалення ЛОС із відхідних газів

Видалення ЛОС з відхідних газів потребує споживання великої кількості енергії для вилучення та обробки. Зазвичай застосовується для очищення витяжного повітря із сушарок, оскільки:

- більша частина енергії згорання може бути використана для нагріву печей для затвердіння (залежно від обраної конструкції комбінації сушарки-окисника);
- через високі концентрації неочищеного газу (200–500 мг  $C_{\text{заг}}/\text{Нм}^3$ ) в комбінації з малим обсягом відхідного газу (5 000–15 000  $\text{Нм}^3/\text{год}$ );
- запобігає виділенню компонентів із неприємним запахом (продукти розкладання від затвердіння фарби).

Повітря сушарки циркулює (внутрішнє накопичення розчинників) до того, як воно буде остаточно скинуто у вигляді відпрацьованого газу. Як правило, використовуються рекуперативні або регенеративні термічні окисники, що дуже часто приєднуються до певних сушарок як нагрівальні елементи печі. У деяких випадках, якщо кількість розчинника невелика й повторне використання енергії від очищення відпрацьованих газів неможливе, сушильні печі працюють без очищення відхідних газів.

### 2.2.3.7 Управління відходами

Заходи щодо управління відходами на конкретних заводах спрямовані на скорочення відходів та досягнення високого рівня переробки або відновлення. Це означає скорочення відходів, що утворюються під час діяльності з нанесення покриттів, відновлення, де це можливо, розділення різних видів відходів, а іноді це передбачає процеси переробки відходів, такі як зневоднення (осад фарби, фосфатний осад) або ущільнення (фольга, відходи упаковки).

### 2.2.3.8 Сімейства фарбувальних цехів

Залежно від типу розчинників фарбові системи називаються системами на основі (органічних) розчинників (SB (solvent-based)), на водній основі (WB (water-based)) або порошкового покриття (без розчинників) (PO). Термін «фарба на водній основі» означає, що в готовому до використання матеріалі частина (не обов'язково 100%) органічних розчинників замінена водою. Відповідні дані щодо покриттів, що найчастіше використовуються, надані в Таблиці 2.5.

Таблиця 2.5: Характеристики типових покриттів, що наносяться розпиленням, для легкових автомобілів

| Покриття   | Вміст ЛОС (%) | Вміст твердих частинок (%) | Співвідношення ЛОС/Твердих часток | Споживання матеріалу (кг/одиницю) | Товщина сухої плівки (мкм) |
|--|---------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| SB ґрунтовка   | 35–50         | 50–65                      | 0,5–1,0                           | 1,1–2,8                           | 20–40                      |
| WB ґрунтовка   | 5–12          | 45–55                      | 0,1–0,26                          | 1,2–2,4                           | 20–40                      |
| SB базовий шар із середнім вмістом твердих часток (MS (medium-solids)) * | 78–82<br>(60) | 18–22<br>(40)              | 3,6–4,5                           | 1,4–3,5                           | 10–15<br>(25)              |
| SB базовий шар із високим вмістом твердих часток (HS (high-solids)) *    | 55–65<br>(50) | 35–45<br>(50)              | 1,3–1,8                           | 1,5–2,2                           | 12–20<br>(25)              |
| SB верхній шар із дуже високим вмістом твердих часток (UHS-TC)           | 20–25         | 75–80                      | 0,25–0,33                         | 2,9–3,8                           | 35–45                      |
| WB базовий шар *   | 12–17         | 16–22<br>(40)              | 0,6–1,0                           | 2,3–3,5                           | 10–15<br>(25)              |
| WB верхній шар (верхній з високим вмістом твердих часток (МНТС))         | 18–22         | 45–50                      | 0,36–0,49                         | 1,9–2,1                           | 35–45                      |
| SB 1К прозорий шар   | 40–50         | 50–60                      | 0,66–1,00                         | 2,0–3,0                           | 40–45                      |
| SB 2К прозорий шар із високим вмістом твердих часток (HS (high-solids))  | 35–45         | 55–65                      | 0,7–0,8                           | 1,4–2,4                           | 30–55                      |

\* Цифра в дужках для кольорів із низьким рівнем непрозорості.  
Джерело: [ 142, ACEA 2016 ]

Історично фарбові системи були на основі розчинників із вмістом розчинника до 85%, з питомими викидами ЛОС близько 300 г/м<sup>2</sup>. Покриття на водній основі були розроблені наприкінці 1970-х років із метою скорочення викидів розчинників без необхідності експлуатації дорогих та енергоємних систем очищення відхідних газів. Протягом деяких десятиліть у ЄС прозорий шар на водній основі використовувався в цехах фарбування автомобілів, а деякі виробники використовували порошкові покриття як ґрунтовку та прозорі шари, але ці матеріали не могли відповідати постійно зростаючим вимогам до якості, та їхнє використання в цехах фарбування автомобілів та фургонів остаточно припинилося до 2015 року (див. Розділ 2.2.3.3).

Згодом з'явилися дві основні концепції систем покриттів: покриття на основі розчинників (SB) та покриття на водній основі (WB). Вибір системи покриття тягне за собою важливі й переважно незворотні розбіжності в проектуванні фарбувального цеху, хоча, на перший погляд, підпроцеси ідентичні. Через ці відмінності в проектуванні фарбувального цеху перехід від покриттів, що наносяться розпиленням, на основі розчинника до покриттів, що наносяться розпиленням, на водній основі неможливий без радикальної модифікації фарбувального цеху.

Кожна комбінація фарбової системи, відповідного проектування фарбувального цеху й технології нанесення фарби називається «сімейством фарбувальних цехів», і кожен окремих фарбувальний цех належить або до сімейства фарбувальних цехів на водній основі, або до сімейства на основі розчинника.

**Таблиця 2.6:** Технічні відмінності між сімействами фарбувальних цехів на основі розчинників та на водній основі

| Система покриття шляхом розпилення                   | На основі розчинника                              | На водній основі (крім прозорого шару)  |
|--|---|---|
| Проміжне сушіння між базовим шаром та прозорим шаром | Зона короткого випаровування (не у всіх випадках) | Необхідні проміжна сушарка (з $T = 50-80$ °C, час = 5–10 хвилин) та шлюзи на вході та виході, типова довжина 35–55 м (+ 75% від загальної довжини лінії нанесення верхнього покриття) |
| Крива нагрівання сушильної печі для ґрунтовки        | Підтримання температури нижче 100 °C не потрібне  | 5–10 хвилин підтримання температури, необхідної для випаровування води до перевищення температури кипіння   |
| Будівельний матеріал для фарбувальних камер          | Стандартна оцинкована сталь                       | Неіржавна сталь для всіх частин, що контактують із фарбою   |
| Використання чаш з електричним зарядженням           | Автоматичне нанесення без обмежень                | Автоматичне нанесення. Необхідна електрично роздільна система подання фарби, яка є дещо менш ефективною.  |
| «вікно» нанесення фарби                              | Ширше, ніж для фарб на водній основі              | Обмеження в діапазоні вологості. Залежно від місцевих кліматичних умов необхідне обладнання для кондиціонування повітря   |

*Джерело:* [ 142, ACEA 2016 ]

На наявних об'єктах перехід від одного сімейства до іншого (OP до BO) може бути здійснений тільки в тому випадку, якщо є місце для паралельного будівництва другого фарбувального цеху (або лінії фарбувального цеху) без зупинки виробництва в наявному, і якщо новий фарбувальний цех може бути пов'язаний із кузовним та збиральними цехами. Через ці обмеження така зміна є дуже дорогою і виконується рідко. Там, де ці зміни реалізовані, вони здебільшого обмежуються одним підпроцесом. Цей тип фарбувального цеху називається фарбувальним цехом SB-MIX. Фактична ситуація у ЄС показана в Таблиці 2.7.

**Таблиця 2.7:** Розрахунковий відсоток різних сімейств фарбувальних цехів у ЄС

| Сімейство фарбувальних цехів | Підпроцес |       |    | Установки | Процес       | Установки |
|------------------------------|-----------|-------|----|-----------|--------------|-----------|
|                              | PR *      | BC *  | CC |           |              |           |
| WB                           | WB        | WB    | SB | 57%       | Стандартний  | 42%       |
|                              |           |       |    |           | Інтегрований | 15%       |
| SB-MIX                       | WB SB     | SB WB | SB | 28,5%     | Стандартний  | 27%       |
|                              |           |       |    |           | Інтегрований | 1,5%      |
| SB                           | SB        | SB    | SB | 14,5%     | Стандартний  | 13%       |
|                              |           |       |    |           | Інтегрований | 1,5%      |
| Стандартний (всі сімейства)  |           |       |    |           |              | 82%       |
| Інтегрований (всі сімейства) |           |       |    |           |              | 18%       |

\* Для різних версій інтегрованих процесів використовуються різні назви та скорочення (див. Розділ 2.2.3.9). Примітка: Процес three-wet входить у термін «інтегрований процес».  
PR: ґрунтовка; BC: базовий шар; CC: прозорий шар; WB: на водній основі; SB: на основі розчинника; SB-MIX: на основі суміші розчинника та води.  
*Джерело:* [ 201, ACEA 2016 ], на основі вибірки із 67 (з загальної кількості 74) цехів фарбування легкових автомобілів.

### 2.2.3.9 Нові концепції фарбувального цеху

За останні 10–15 років було розроблено нові концепції фарбувальних цехів, що призвело до значної економії енергії:

- Усушення печі для ґрунтовки шляхом використання:
  - Системи «wet-in-wet-in-wet» (three-wet), нанесення ґрунтовки, базового шару та прозорого шару без проміжного сушіння/затвердіння;

- Інтегрованих процесів (ІП), що поєднують функції ґрунтовки та базового покриття в одному новому типі базового покриття, що наноситься у два етапи.

Обидві концепції нанесення покриття працюють із фарбами на основі розчинників або на водній основі; проте прозоре покриття завжди на основі розчинника.

- Рециркуляція повітря камери фарбування розпиленням, зазвичай у комбінації із сухим відділенням надлишку розпилення фарби.

Через безліч технічних обмежень ці концепції, як правило, неможливі в наявних установках за розумною вартістю, але пропонують додаткові можливості для проєктів нових цехів або у випадку повної модернізації наявних. Наразі 18% всіх цехів для фарбування легкових автомобілів у ЄС вже використовують процес three-wet, або інтегрований процес, і багато виробників вважають його майбутнім стандартом для нових проєктів. Сухе відділення надлишку фарби також встановлене у 18% всіх фарбувальних цехів ЄС як мінімум в одній із декількох камер для фарбування розділенням [ 201, ACEA 2016 ].

Ці технології не мають істотного впливу на загальні викиди ЛОС; основними екологічними перевагами є економія води (для зволоження повітря) та енергії (відсутність підігріву печі для ґрунтовки, значно менше повітря в камері для кондиціонування та переміщення). Вони також економлять корисну площу приміщення (відсутність печі для ґрунтовки, відсутність робочих зон між нанесенням ґрунтовки (PR) та базового покриття (BC)).

### 2.2.3.10 Спеціальна продукція в цехах для фарбування легкових автомобілів

Оператори фарбувальних цехів стикаються зі зростаючим попитом на двокольорові автомобілі. Після того, як кузов повністю покритий одним кольором, частина поверхні маскується й кузов знову подається на лінію базового покриття для нанесення другого кольору. Це призводить до додаткового споживання розчинників, викидів ЛОС, утворення відходів та споживання енергії (див. також Розділи 2.3.1 та 2.3.2).

На деяких установках фургони категорії N1 фарбуються разом із легковими автомобілями. На відміну від легкових автомобілів, де більша частина внутрішньої поверхні непофарбованого кузова (BIW (body in white)) у кінцевому підсумку вкрита пластиковими деталями, тканиною або килимом, фургони зазвичай не мають або мають лише невеликі вікна у вантажному відсіку та великі видимі внутрішні поверхні, які необхідно покриватися тими ж шарами, і які мають бути тієї ж якості, що й зовнішні поверхні. Це призводить до зростання кількості викидів, у порівнянні з нанесенням покриття на легкові автомобілі.

Зазвичай начіпні деталі (наприклад, бампери), які кріпляться до кузова автомобіля на лінії остаточного збирання, фарбуються в окремих цехах фарбування. Проте в низці випадків ці деталі та запасні частини для обслуговування після продажу встановлюються на полозах кузова або на окремих полозах і фарбуються разом із кузовами автомобілів у одному фарбувальному цеху.

## 2.2.4 Фарбування фургонів

На Рисунок 2.11 показано велику різноманітність товарної категорії «фургон». Класично, ці види транспортних засобів є великою комбінацією кузовів/конструкцій, які охоплюють переважно категорію N1 відповідно до Директиви 2007/46/ЄС<sup>13</sup>, а також похідні варіанти для пасажирського транспорту (M1) і, залежно від розміру, продукцію, що також підпадає під категорії N2 та M2 (мікроавтобуси). Принцип конструкції менших продуктів зазвичай походить від легкових автомобілів (цілісний монокок/несний кузов), хоча деякі виробники виробляють фургони на шасі, що базуються на принципах конструкції вантажних автомобілів.

<sup>13</sup> Директива про затвердження типу: Директива 2007/46/ЄС, яка встановлює основу для затвердження механічних транспортних засобів та їхніх причепів, а також систем, компонентів та окремих технічних одиниць, призначених для таких транспортних засобів.

Як правило, схема й технології нанесення фарби фарбувальних цехів для фургонів дуже схожі на схему та технології цехів для легкових автомобілів, особливо тому, що фургоони виробляються і продаються у великих кількостях і переважно виготовляються у великосерійних фарбувальних цехах зі структурою з лініями, короткими циклами й високим рівнем автоматизації.



Джерело: [ [142, ACEA 2016](#) ]

**Рисунок 2.11: Приклади транспортних засобів, визначених як фургоони**

Наступні специфічні аспекти можуть вплинути на викиди ЛОС та мають бути взяті до уваги:

- Покриття великих внутрішніх поверхонь, що призводить до більшого споживання фарби на транспортний засіб та більших питомих викидів ЛОС у  $г/м^2$  у порівнянні з легковими автомобілями.
- У багатьох випадках для внутрішнього нанесення покриття не можна використовувати роботи та електростатичні чаші. Часто потрібна додаткова фарбувальна камера для внутрішнього нанесення покриття через збільшення тривалості циклу.
- Велика частка одношарових верхніх покриттів, доступних тільки у вигляді систем на основі розчинників.
- Клієнти замовляють набагато більший діапазон кольорів. Це включає спеціальні кольори парку, запропоновані клієнтами.
- Системи подання фарби повинні забезпечувати багато кольорів у будь-який період виробництва.
- Посилене очищення.
- Спеціальні вимоги до захисту від корозії (віск, товщина шару тощо) у зв'язку з різними рівнями гарантій захисту від корозії призводять до більшої різноманітності концепцій нанесення покриття на установках із фарбування фургонів, ніж у цехах для фарбування легкових автомобілів.
- Більші установки через розмір транспортних засобів.

Використовувані концепції нанесення покриття узагальнено в Таблиці 2.8.

Таблиця 2.8: Концепції нанесення покриття для фургонів

| Шар            | ЕС | PR | BC   | CC   | TC | Коментарі                                       |
|----------------|----|----|------|------|----|---|
| Варіанти шарів | WB | WB | WB   | SB   |    |   |
|                | WB | WB | (WB) | (SB) | WB | BC/CC тільки для металевих/спеціальних кольорів |
|                | WB | WB | (SB) | (SB) | SB | BC/CC тільки для металевих/спеціальних кольорів |
|                | WB | SB | (SB) | (SB) | SB | BC/CC тільки для металевих/спеціальних кольорів |
|                | WB | НД | SB   | SB   | НД |   |
|                | WB | НД | НД   | НД   | SB |   |

Примітка:

НД: немає даних.

ЕС: покриття електроосадженням; PR: ґрунтовка; BC: базовий шар; CC: прозорий шар; TC: верхній шар; WB: на водній основі; SB: на основі розчинника. Дужки означають необов'язковий шар, див. коментарі.

Джерело: [ 142, ACEA 2016 ], дані від Volkswagen AG, Daimler AG, Fiat Chrysler Automobiles N V, Renault, PSA, Iveco, Dürr Systems GmbH, Eisenmann Anlagenbau GmbH & Co KG.

## 2.2.5 Фарбування вантажних автомобілів (шасі вантажних автомобілів)

Вантажні автомобілі виготовляються із трьох частин (див. Рисунок 2.12):

- шасі;
- кабіна;
- вантажний відсік/індивідуальне обладнання.

Виробник вантажних автомобілів виготовляє та наносить покриття на шасі та кабіни окремо, а також збирає кабіну, двигун та трансмісію на шасі з відповідним обладнанням. Виробництво вантажних кузовів вантажних автомобілів (фургонів, самоскидів, цистерн), а також причепів та напівпричепів здійснюється спеціалізованими виробниками окремо від об'єкта збирання вантажних автомобілів<sup>14</sup>.



Рисунок 2.12: Типова конструкція вантажного автомобіля (окремі відсіки для водія та вантажу)

Для вантажних автомобілів важливі вимоги до якості:

<sup>14</sup> Фарбування вантажного кузова не підпадає під дію ДПВ, Додаток VII, діяльність 3 (а) ііі (нанесення покриття на фургони та вантажні автомобілі). Покриття цих частин або виробів (де споживання розчинника перевищує граничні значення в Додатку I до ДПВ) розглядається в Главі 3 «Нанесення покриття на інші метали та пластмасові поверхні».

- Тривалий захист від корозії, погодних умов, впливу на хімічний склад (наприклад, пташиний послід, кислотні дощі), захист від сколювання, сонця, стирання в автомийках тощо.
- Ідеальні оптичні властивості поверхні: полірування, глибина кольору, відсутність каламутності, відсутність дефектів, що забезпечує однорідність та сталість фарбування та формування ефектів (таких як металізоване покриття).

Ці високі вимоги можуть бути виконані лише за наявності мінімум трьох, часто чотирьох або навіть п'яти шарів фарби, що доповнюють один одного. Вони наносяться на деталі кузова, штамповані та зібрані із попередньо обробленої сталі, для підвищення довгострокової корозійної стійкості [ 201, ACEA 2016 ].

У Європі переважає така структура шару фарби:

- попередня обробка застосовується до пластмаси та деталей кузова, зібраних із металів (наприклад, сталь попередньо обробляється фосфатом для підвищення довготривалої корозійної стійкості);
- катодне електроосадження ґрунтовки;
- захисне покриття низу кузова/герметизація швів;
- ґрунтовка;
- верхній шар покриття (може складатись із базового шару та прозорого шару);
- консервація порожнин та, за необхідності, консервація для транспортування.

Рама (шасі) вантажного автомобіля зібрана з лонжеронів та поперечок, попередньо покритих шляхом електроосадження, ґрунтовкою, а іноді й верхнім покриттям. Після збирання трансмісії та інших деталей на рамі останньою операцією фарбування шасі вантажного автомобіля є покриття непокритих частин шасі, що залишилися, для усунення подряпин або фарбування продукту відповідно до вимог замовника. Якщо покриття окремих компонентів або деталей із кріпленням на болтах виконується на тому ж об'єкті (що відбувається на деяких великих заводах із виробництва вантажних автомобілів), ці операції з нанесення покриття включені як операції з нанесення покриттів на вантажні автомобілі на межі балансу розчинників установки. Використовувані концепції нанесення покриття узагальнено в Таблиці 2.9.

На викиди ЛОС впливають такі додаткові фактори:

- Кількість кольорів, відмінних від чорного або темно-сірого, менша, ніж для легкових автомобілів, але неухильно зростає, оскільки все більше й більше клієнтів хочуть, щоб шасі та кабіна вантажного автомобіля були пофарбовані в однакові або наближені кольори.
- Через складну геометрію та безліч різних типів шасі, що випускаються одним виробником, автоматизація зазвичай не застосовується в цехах для фарбування вантажних автомобілів.

**Таблиця 2.9: Концепція покриття для вантажних автомобілів**

| Шар            | ЕС | PR | BC | CC | TC | Коментарі   |
|----------------|----|----|----|----|----|---|
| Варіанти шарів | *  | НД | НД | НД | SB | Кінцеве фарбування лише для вирівнювання кольору та ремонту |
|                | *  | НД | НД | НД | WB |   |
|                | *  | SB | НД | НД | WB |   |
|                | WB | НД | НД | НД | SB |   |

Примітка:

НД: немає даних.

\* Деталі постачаються з ЕП (іноді також із верхнім покриттям) і збирається на заводі для вантажних автомобілів на шасі.

Джерело: [ 142, ACEA 2016 ] Дані від Iveco, Daimler, MAN, Dürr Systems GmbH, Eisenmann Anlagenbau GmbH & Co KG

Фарбування може бути ручним або роботизованим. До переваг використання роботів належать скорочення надлишкового розпилення та споживання матеріалу завдяки вищій ефективності перенесення та однорідному покриттю, що відтворюється. Крім того, технологія має переваги з погляду ергономічності.



Для сушіння шасі з покриттям спочатку транспортують у зону випаровування з максимальною температурою 40 ° С та низькою швидкістю повітря. Після цього фарбу сушать у сушарці з примусовим поданням повітря за температури повітря 85–100°С. Верхній шар може бути 2К фарбою на основі розчинника з високим вмістом твердих часток та низьким вмістом ЛОС. Після сушіння шасі охолоджують до температури навколишнього середовища та демаскують. Осі будуть пофарбовані верхнім шаром у рамках фарбування шасі і, отже, будуть піддані аналогічному процесу.



Джерело: [ 201, АСЕА 2016 ]

Рисунок 2.13: Фарбування вантажного автомобіля

## 2.2.6 Фарбування кабін вантажних автомобілів

Кабіни водія вантажних автомобілів фарбуються окремо та потім монтуються до шасі вантажного автомобіля. Загалом схема фарбувального цеху та технології нанесення фарби дуже схожі на схему та технології цеху для легкових автомобілів. Проте необхідно враховувати такі специфічні аспекти:

- Існує багато фарб, які часто доступні тільки у вигляді верхніх шарів на основі розчинника. Дуже часто клієнти призначають спеціальні кольори парку, і для певної моделі кабіни може бути передбачено до 300 кольорів.
- До 50% поверхні кабіни покрито пластиковими деталями (переважно деталями з поліетилену/етилен-пропілен-дієну (PE/EPDM), відлитою під тиском), тому перевага надається фарбовим системам, які підходять для обох поверхонь.
- Різноманітність концепцій нанесення покриттів в установках для фарбування кабін вантажних транспортів більша, ніж у цехах для фарбування легкових автомобілів.

Ці проблеми призводять до високого відсотка нанесення базових покриттів чи верхніх покриттів на основі розчинників. За допомогою сучасних фарб на основі розчинників із дуже високим або надвисоким вмістом твердих часток (SB-VHS/UHS) можна досягти такого ж або навіть нижчого відношення ЛОС до твердих часток, ніж у фарб на водній основі. Відношення ЛОС до твердих часток, а не лише вміст ЛОС, треба розглядати як найкращий показник для порівняння фарбових систем. Відношення ЛОС до твердих часток у фарбуванні вантажних автомобілів CV становить:

- 0,25–0,33 SB-VHS/UHS;
- 0,60–1,00 WB BC;
- 0,36–0,49 WB TC (середній/високий вміст твердих часток).

Також див. Таблицю 2.5.

Оскільки вікно застосування систем на основі розчинників набагато ширше, ніж для фарб на водній основі, а зони випаровування та сушильні камери коротші та споживають менше енергії, ці фарбувальні цехи мають кращу продуктивність із погляду енергоспоживання у порівнянні з фарбами на водній основі, особливо в регіонах із тривалими періодами високих температур та вологості.

Існує багато концепцій нанесення покриття, які закладені в загальну стратегію збирання та виробничої логістики відповідного виробника (див. Таблицю 2.10). Фарбові системи з температурою затвердіння від 80 °С до 90 °С, які однаково застосовні для металевих і пластмасових поверхонь (тому фарбування пластмасових деталей може бути інтегроване в цех для фарбування кабін), уже часто використовуються для фарбування кабін на підприємствах, що не входять до ЄС і в майбутньому, безумовно, будуть впроваджені в інших фарбувальних цехах ЄС.

**Таблиця 2.10: Концепції нанесення покриття для кабін вантажівок**

| Шар            | ЕС | PR | BC | CC    | TC   | Коментарі   |
|----------------|----|----|----|-------|------|---|
| Варіанти шарів | HD | PO | WB | SB 2K | (WB) | Верхній шар тільки для неметалічних матеріалів на тій самій лінії |
|                | HD | HD | SB | SB    |      | Кабіна + пластмасові деталі, процес за 80 °С                      |
|                | WB | WB | HD | HD    | WB   |   |
|                | WB | WB | WB | SB    | (WB) | Верхній шар тільки для неметалічних матеріалів на тій самій лінії |
|                | WB | WB | WB | SB    |      |   |
|                | WB | WB | HD | HD    | SB   |   |
|                | WB | SB | WB | SB    | (WB) | Верхній шар тільки для неметалічних матеріалів на тій самій лінії |
|                | WB | WB | SB | SB    | HD   |   |
|                | WB | HD | HD | HD    | SB   |   |
|                | WB | SB | SB | SB    | HD   |   |
| WB             | HD | SB | SB | HD    |      |   |

Примітка:

HD: Немає даних, PO: порошкове покриття.

Для інформації про варіанти шарів у дужках див. коментарі

Джерело: [ 201, ACEA 2016 ] Дані від Dürr, Scania, Iveco, Daimler, MAN Trucks&Buses, Volvo Group, Nissan

У більшості фарбувальних цехів є системи автоматичного нанесення (роботи) і системи подання фарби, адаптовані для подання невеликих кількостей (споживання від 100 кг/день до 200 кг/день) і дозволяють швидко змінювати багато різних кольорів, у деяких випадках більше 300 для певної моделі салону.



Джерело: [ 201, ACEA 2016 ]

**Рисунок 2.14: Фарбування кабіни вантажного автомобіля**

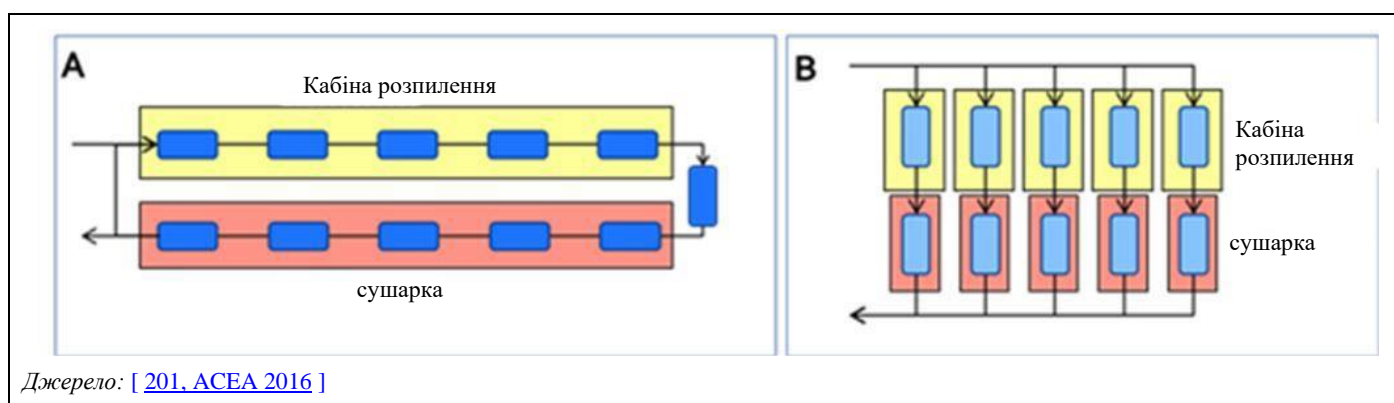
## 2.2.7 Нанесення покриття на автобуси

У принципі, описи процесів та технологій у Розділі 2.2.3 дійсні й для нанесення покриття на автобуси. Основні відмінності описані нижче:

У порівнянні з легковими автомобілями обсяги виробництва автобусів набагато менші. Отже, цехи, як правило, розраховані на меншу потужність (< 20 одиниць на день). Існують два принципи конструкції та роботи:

- Замість окремих камер для фарбування розпиленням для кожного шару покриття використовується одна багатофункціональна лінія фарбування, і кузови багаторазово переміщуються однією й тією ж лінією, поки не будуть нанесені всі необхідні шари покриття.
- Фарбування виконується у фарбувальних боксах замість послідовних ліній фарбування (див. Рисунок 2.15, загальний опис цієї концепції був нещодавно опублікований<sup>15</sup>).

У деяких випадках процес нанесення покриття на автобус розділений на дві або три різні виробничі дільниці, водночас на кожній дільниці є цех фарбування автобусів, який відповідає за нанесення одного або декількох шарів фарби. Цього зазвичай не трапляється в серійному виробництві легкових автомобілів.



**Рисунок 2.15: Різні концепції конструкції для великих (А: послідовна лінія фарбування) та середніх або малих (В: фарбувальні бокси) виробничих потужностей**

Важливою рисою нанесення покриття на автобуси є потреба клієнтів у кольорах, характерних для марки, тому фарбувальним цехам доводиться працювати з більш ніж 400 різними тонами, і дуже часто замовляють багатокольорові міські та міжміські автобуси.

Не на всі кузови автобусів наноситься покриття шляхом електроосадження. Внутрішні поверхні міських автобусів, як правило, покриваються, тоді як міжміські автобуси, особливо в люксовому сегменті, майже повністю покриті внутрішніми пластмасовими деталями та не потребують додаткового верхнього покриття. Тому пофарбовані поверхні та викиди ЛОС у г/м<sup>2</sup> дуже відрізняються в обох групах. Для туристичних автобусів використовуються різні покриття для підлоги; ці матеріали фіксуються двосторонньою клейкою плівкою або склеюються дисперсійними клеями, у деяких випадках на основі розчинників. Захисне покриття дна кузова дуже часто застосовується у якості покриття ходової частини після остаточного збирання автобуса.

Матеріал покриття наноситься за допомогою звичайного комбінованого за системою аігтіх або безповітряного фарборозпилювача HVLP. Надлишок розпилення відокремлюється мокрими скруберами або сухими фільтрами.

Для сушіння шасі з покриттям спочатку транспортують у зону випаровування з максимальною температурою 40 °С та низькою швидкістю повітря. Після цього фарбу сушать в сушарці з примусовим поданням повітря за температури повітря 85–90°С. Після сушіння шасі охолоджують до температури навколишнього середовища.

<sup>15</sup> Свейда, П. Концепція фарбувального боксу або лінії фарбування. Модульні системи підвищують гнучкість та скорочують витрати. Техн. для внутр. поверхні 2011, 4 (2), 26–29; Ідентифікатор цифрового об'єкта 10.1365/s35724-011-0034-2.



Джерело: [ 201, ACEA 2016 ]

**Рисунок 2.16: Операції нанесення покриття на автобуси: електроосадження покриття (ліворуч) та верхній шар (праворуч)**

**Таблиця 2.11: Концепція покриття для автобусів**

| Шар            | EC | PR | BC | CC   | TC   | UC   | Коментарі   |
|----------------|----|----|----|------|------|--|---|
| Варіанти шарів | WB | НД | НД | НД   | НД   | НД   | Після електроосадження передається в інший фарбувальний цех |
|                | WB | *  | *  | *    | SB   | НД   | Оздоблювальне покриття після збирання автобуса              |
|                | *  | SB | WB | SB   | (SB) | НД   | Верхній шар тільки для неметалічних матеріалів              |
|                | WB | WB | SB | SB   | НД   | НД   |   |
|                | -  | SB | WB | SB   | (SB) | SB   | Верхній шар тільки для неметалічних матеріалів              |
|                | SB | WB | НД | НД   | SB   | НД   | Епоксидна ґрунтовка як заміна електроосадженню              |
|                | SB | SB | НД | НД   | SB   | НД   |   |
|                | WB | SB | SB | SB   | НД   | SB   |   |
| *              | SB | SB | SB | (SB) | SB   | Верхній шар тільки для неметалічних матеріалів |   |

Примітка: \* Здійснюється в окремому фарбувальному цеху.

НД: Немає даних, UC (Undercarriage coat): покриття ходової частини для захисту від ударів дрібним камінням.

Джерело: [ 201, ACEA 2016 ] Дані від Iveco S.p.A., MAN Truck & buses, Daimler AG, Scania AB

Очищення відхідних газів застосовується для скорочення викидів ЛОС від відхідних газів сушильних печей (піч для електролітичного покриття, піч для верхнього шару) на великих установках. Для менших установок не використовуються методи усунення забруднення довкілля.

## 2.3 Поточні рівні споживання та викидів від нанесення покриття на транспортні засоби

[ [155, TWG 2016](#) ] [ [142, ACEA 2016](#) ] [ [147, TFTEI 2016](#) ] [ [145, ACEA 2019](#) ] [ [146, ACEA 2018](#) ]

У зборі даних брала участь значна кількість установок для нанесення покриття на легкові автомобілі (PC). Кількість установок для нанесення покриття на фургони (ФУРГОН), вантажні автомобілі (CV) та кабіни вантажних автомобілів (КАБІНА) була значно меншою, усього сім, а для нанесення покриття на автобуси була лише одна установка [ [155, TWG 2016](#) ]. Додаткові дані щодо другого заводу з нанесення покриттів на автобуси були надані в середині 2018 року [ [223, Spain 2018](#) ]. Дані про споживання та викиди були отримані з використанням інших джерел [ [142, ACEA 2016](#) ] [ [147, TFTEI 2016](#) ].

Номінальні значення товщини шару, вмісту твердих часток та ЛОС, споживання матеріалу та внеску у викиди надані в наступній таблиці.

Таблиця 2.12: Вміст розчинника та твердих часток у матеріалах покриття

| Матеріал покриття  | Товщина сухої плівки (мкм)                                 | Вміст твердих часток (1) (% м) | Вміст ЛОС (1), готовий до використання (% м) | Споживання матеріалу (2) (кг/кузов)   | Внесок у викиди (3) (г/м <sup>2</sup> )                   |
|--|--|--------------------------------|--|---|---|
| Фарба для катодного занурення, матеріал поповнення                     | ІВ   | 38–42                          | 2–4  | 6,0–7,0   | ІВ  |
| Фарба для катодного занурення, резервуари для обробки шляхом занурення | 18–22 для зовнішньої поверхні >10 для внутрішньої поверхні | 16–20                          | 1–2  | ІВ  | 0,6–1,0   |
| Грунтовка на основі розчинника   | 20–40  | 50–65                          | 35–50  | 1,4–2,8   | 4,0–8,0   |
| Грунтовка на водній основі   | 20–40  | 45–55                          | 5–12   | 1,2–2,4   | 0,5–1,5   |
| Грунтовка на основі порошку  | 60–90  | 100                            | 0  | 2,0–2,5   | 0   |
| Базовий шар на основі розчинника (4)                                   | 10–15 (25)   | 18–22 (40)                     | 78–82 (60)                                   | 2,5–3,5   | 20–30   |
| Базовий шар на основі розчинника (4) (високий вміст твердих часток)    | 12–20 (25)   | 35–45 (50)                     | 55–65 (50)                                   | 1,5–2,2   | 10–15   |
| Базовий шар на водній основі (4)                                       | 10–15 (25)   | 16–22 (40)                     | 12–17  | 2,5–3,5   | 3,0–6,5   |
| Інтегрований процес (ціле покриття без прозорого шару)                 | 15–30 (35)   | 16–30 (40)                     | 10–18  | 3,0–5,0   | 3,0–7,5   |
| Прозорий шар на основі розчинника                                      | 30–55  | 47–54                          | 46–53  | 2,1–3,0   | 7,0–12,0  |
| Прозорий шар (високий вміст твердих часток, 1К)                        | 30–55  | 55–60                          | 40–45  | 1,8–2,4   | 6,0–10,0  |
| Прозорий шар (високий вміст твердих часток, 2К)                        | 30–55  | 55–65                          | 35–45  | 1,6–2,4   | 5,0–9,0   |
| Прозорий шар на водній основі (2К)                                     | 30–45  | 45–50                          | 8–15   | 2,2–2,8   | 1,5–4,0   |
| Порошкова суспензія  | 30–40  | 37–40                          | < 1  | 2,3–2,8   | 0,5–1,0   |
| Прозорий шар на основі порошку   | 60–80  | 100                            | 0  | 1,4–1,8   | 0   |
| Верхній шар на основі розчинника (1К)                                  | 35–50  | 45–60                          | 40–55  | 2,8–4,0   | 9,0–18,0  |
| Верхній шар на основі розчинника (2К)                                  | 35–50  | 55–70                          | 30–45  | 2,4–3,5   | 7,0–14,0  |
| Верхній шар на водній основі (1К)                                      | 35–50  | 45–55                          | 5–13   | 3,1–4,5   | 1,5–4,5   |
| Верхній шар на водній основі (2К)                                      | 35–50  | 45–50                          | 12–18  | 3,4–5,0   | 3,5–7,0   |
| Речовина для обробки дна кузова  | 200–1 000  | 95–98                          | 2–5  | 1–5   | 0,2–3,0   |
| Герметизація шва   | Ø: (2–10) мм   | 95–98                          | 2–5  | 3–9   | 0,7–4,0   |
| Розпилювальний демпфувальний матеріал                                  | 1 500–5 000  | 79–99                          | 0–3  | 2–8   | 0–2   |
| Матеріал для захисту порожнини без вмісту ЛОС                          | ІВ   | Різний                         | 0  | 1–2   | 0   |
| Матеріал для захисту порожнини з вмістом ЛОС                           | ІВ   | 70–85                          | 15–30  | 1–2   | 2,0–5,0   |
| Промивний агент для грунтовки на основі розчинника                     | ІВ   | 0                              | 100  | На розпилювач:<br>зміна кольору:<br>15 мл фарби<br>200 мл промивного агента (5)<br>коротке промивання:<br>Базовий шар:<br>після (1–5) кузовів<br>Прозорий шар:<br>після (5–10) кузовів (20–30) мл розчинник | Залежно від процесу та режиму роботи фарбувального заводу |
| Промивний агент для грунтовки на водній основі                         | ІВ   | 0                              | 10–15  |   |   |
| Промивний агент для базового шару на основі розчинника                 | ІВ   | 0                              | 100  |   |   |
| Промивний агент для базового шару на водній основі                     | ІВ   | 0                              | 10–15  |   |   |
| Промивний агент на основі поверхнево-активних речовин                  | ІВ   | 0                              | 0  |   |   |
| Промивний агент для прозорого шару                                     | ІВ   | 0                              | 100  |   |   |
| Очищення установки, розчинник, камера змішування, лабораторія          | ІВ   | 0                              | 0–100  | < 1   |   |

(<sup>1</sup>) Коли готові до використання.

(<sup>2</sup>) Кількість фарби, що розпилюється, на кузов; загальне використання може бути більше внаслідок втрат під час зміни кольору та повторних циклів.

(<sup>3</sup>) Відповідно до 31 BimSchV (Федеральний закон про боротьбу з викидами), орієнтовні значення для звичайних умов застосування та конфігурації установки (без очищення вихлопних газів камери).

(<sup>4</sup>) Значення в дужках стосуються відтінків кольорів із низьким рівнем непрозорості, таких як білий або бежевий (колір німецького таксі).

(<sup>5</sup>) У так званій процедурі м'якого продування новий колір грунтовки подається під час фарбування задньої частини попереднього транспортного засобу. Це усуває необхідність промивання під час зміни кольорів.

Примітка: Загальні контрольні значення для легкових автомобілів середнього розміру. Інші умови можуть застосовуватися час від часу з міркувань якості, залежно від типу транспортного засобу. Зокрема, для зовнішнього та внутрішнього фарбування зазвичай діють різні вимоги.

Джерело: [ 169, VDI 2013 ]

## 2.3.1 Споживання

### 2.3.1.1 Споживання енергії

Споживання енергії в процесі фарбування становить від 40% до 50% від загального споживання енергії у виробництві автомобілів (майданчик збирання автомобілів), і цей енергоємний етап потенційно є найбільш значущим із погляду екології у виробництві автомобілів після використання розчинників та викидів. Основна частка споживаної енергії подається у вигляді природного газу і використовується для нагрівання сушарок і термічного очищення відхідних газів, що містять розчинники.

До даних про споживання енергії для фарбувальних цехів не належить енергія, необхідна для комунальних послуг. Проте, залежно від місцевих умов та технічних можливостей, можливий обігрів/охолодження будівлі призведе до зниження енергоспоживання фарбувального цеху. Тому значення з різних місць можуть демонструвати дуже широкий діапазон варіацій.

У Таблиці 2.13 наданий аналіз споживання енергії в окремих сегментах фарбувального цеху на етап технологічного процесу (сценарій схеми фарбувального цеху продуктивністю 30 автомобілів/год і покриття на водній основі для ґрунтовки та базового покриття) [ [169, VDI 2013](#) ].

Таблиця 2.13: Типове споживання енергії цехів фарбування автомобілів

| Параметр   | Одиниця вимірювання        | Референтний завод | Варіант А (без ґрунтовки) | Варіант В (система wet-on-wet) | Варіант С (референтний завод із сухим скруббером) | Варіант D (без ґрунтовки із сухим скруббером) | Варіант E (система wet-on-wet із сухим скруббером) |
|--|----------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------|---|---|--|
| <b>Очищення та попередня обробка (завод) – PT</b>                                    |                            |                   |                           |                                |   |   |  |
| Електроенергія   | кВт-год/транспортний засіб | 22                | 22                        | 22                             | 22  | 22  | 22   |
| Природний газ  | кВт-год/транспортний засіб | НД                | НД                        | НД                             | НД  | НД  | НД   |
| Вода (гаряча/холодна)  | кВт-год/транспортний засіб | 26/0              | 26/0                      | 26/0                           | 26/0  | 26/0  | 26/0   |
| <b>Нанесення покриття шляхом занурення (фарба та сушарка) – CDC</b>                  |                            |                   |                           |                                |   |   |  |
| Електроенергія   | кВт-год/транспортний засіб | 46                | 46                        | 46                             | 46  | 46  | 46   |
| Природний газ  | кВт-год/транспортний засіб | 80                | 80                        | 80                             | 80  | 80  | 80   |
| Вода (гаряча/холодна)  | кВт-год/транспортний засіб | 0/17              | 0/17                      | 0/17                           | 0/17  | 0/17  | 0/17   |
| <b>Герметизація, демпфування, маскування (робочі зони та сушарки) – US/WS</b>        |                            |                   |                           |                                |   |   |  |
| Електроенергія   | кВт-год/транспортний засіб | 30                | 30                        | 30                             | 30  | 30  | 30   |
| Природний газ  | кВт-год/транспортний засіб | 55                | 55                        | 55                             | 55  | 55  | 55   |
| Вода (гаряча/холодна)  | кВт-год/транспортний засіб | 1/2               | 1/2                       | 1/2                            | 1/2   | 1/2   | 1/2  |
| <b>Ґрунтовка (камера для фарбування розпиленням та сушарка)</b>                      |                            |                   |                           |                                |   |   |  |
| Електроенергія   | кВт-год/транспортний засіб | 36                | НД                        | 21                             | 36  | НД  | 21   |
| Природний газ  | кВт-год/транспортний засіб | 65                | НД                        | 11                             | 65  | НД  | 11   |
| Вода (гаряча/холодна)  | кВт-год/транспортний засіб | 60/1              | НД                        | 60/1                           | 1/11  | НД  | 1/11   |
| <b>Базовий шар (камера фарбування розпиленням та сушарка) – BC</b>                   |                            |                   |                           |                                |   |   |  |
| Електроенергія   | кВт-год/транспортний засіб | 30                | 30                        | 24                             | 30  | 30  | 24   |
| Природний газ  | кВт-год/транспортний засіб | 27                | 27                        | 10                             | 27  | 27  | 10   |
| Вода (гаряча/холодна)  | кВт-год/транспортний засіб | 60/1              | 60/1                      | 60/1                           | 1/12  | 1/12  | 1/12   |
| <b>Прозорий шар (камера фарбування розпиленням та сушарка для ТС) – CC</b>           |                            |                   |                           |                                |   |   |  |
| Електроенергія   | кВт-год/транспортний засіб | 35                | 35                        | 35                             | 35  | 35  | 35   |
| Природний газ  | кВт-год/транспортний засіб | 63                | 63                        | 63                             | 63  | 63  | 63   |
| Вода (гаряча/холодна)  | кВт-год/транспортний засіб | 75/1              | 75/1                      | 75/1                           | 1/9   | 1/9   | 1/9  |
| <b>Захист порожнини (завод + нагрівання/сушарка) – CP</b>                            |                            |                   |                           |                                |   |   |  |
| Електроенергія   | кВт-год/транспортний засіб | 8                 | 8                         | 8                              | 8   | 8   | 8  |
| Природний газ  | кВт-год/транспортний засіб | 15                | 15                        | 15                             | 15  | 15  | 15   |
| Вода (гаряча/холодна)  | кВт-год/транспортний засіб | 0/1               | 0/1                       | 0/1                            | 0/1   | 0/1   | 0/1  |
| <b>Робочі зони (всі інші, у тому числі для доробки, за виключенням герметизації)</b> |                            |                   |                           |                                |   |   |  |
| Електроенергія   | кВт-год/транспортний засіб | 28                | 23                        | 19                             | 28  | 23  | 19   |
| Природний газ  | кВт-год/транспортний засіб | 41                | 35                        | 30                             | 41  | 35  | 30   |
| Вода (гаряча/холодна)  | кВт-год/транспортний засіб | 3/2               | 2/2                       | 2/1                            | 3/2   | 2/2   | 2/1  |
| <b>Усього</b>  |                            |                   |                           |                                |   |   |  |
| Електроенергія   | кВт-год/транспортний засіб | 235               | 194                       | 205                            | 235   | 194   | 205  |
| Природний газ  | кВт-год/транспортний засіб | 346               | 275                       | 264                            | 346   | 275   | 264  |
| Вода (гаряча/холодна)  | кВт-год/транспортний засіб | 250               | 188                       | 248                            | 87  | 74  | 85   |
| Загальний обсяг енергії  | кВт-год/транспортний засіб | 831               | 657                       | 717                            | 668   | 543   | 554  |

Джерело: [ 169, VDI 2013 ]

Важко кількісно оцінити вплив кліматичних умов на загальне енергоспоживання фарбувального цеху. Це головне пов'язано з відсутністю систем обліку енергії, що охоплюють специфічні аспекти фарбувального цеху і всі потенційні форми енергії, що підводиться (електроенергія, газ). Окремі повідомлені дані вказують на діапазон від 1% до 16% загального споживання енергії, пов'язаний із місцевими кліматичними умовами (наприклад, для нагрівання/охолодження або осушення технологічного повітря).

Споживання енергії можна виміряти за допомогою лічильників, що підключені до основної системи збору даних. Коли спеціальні вимірювання недоступні, споживання енергії, пов'язане з фарбувальним цехом, можна розрахувати, використовуючи ширший обсяг даних про споживання енергії та відповідні поправні коефіцієнти (див. також [ 109, COM 2009 ]).



### 2.3.1.1.1 Нанесення покриття на легкові автомобілі

На Рисунок 2.17 показані повідомлені дані щодо питомого споживання енергії заводами для легкових автомобілів (фарбувальний цех для РС), виражені у МВт-год/транспортний засіб.

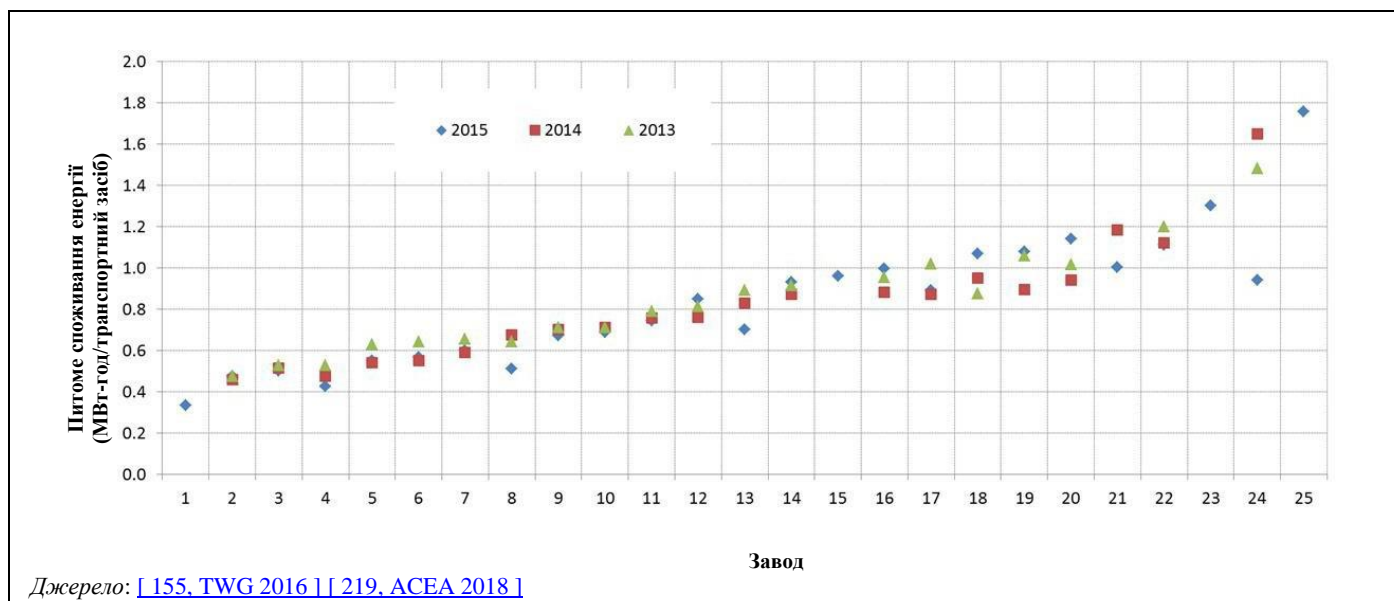


Рисунок 2.17: Питоме споживання енергії (МВт-год/транспортний засіб) для заводів для легкових автомобілів (фарбувальний цех для РС)

У наступній таблиці узагальнено повідомлені дані щодо питомого споживання енергії для заводів для нанесення покриття на легкові автомобілі.

Таблиця 2.14: Питоме споживання енергії для заводів із нанесення покриття на легкові автомобілі (фарбувальний цех для РС)

| Тип продукції | Повідомлені дані <sup>(1)</sup><br>2013–2015 |   |  |   | Галузевий звіт <sup>(2)</sup><br>2012 |   |  |   |
|---------------|--|---|--|---|---------------------------------------|---|--|---|
|               | Кількість заводів                            | Середнє значення (МВт-год/транспортний засіб) | 50% середній діапазон (МВт-год/транспортний засіб) | Мін./Макс. (МВт-год/транспортний засіб) | Кількість заводів                     | Середнє значення (МВт-год/транспортний засіб) | 50% середній діапазон (МВт-год/транспортний засіб) | Мін./Макс. (МВт-год/транспортний засіб) |
| РС            | 25   | 0,85  | 0,61–1,01  | 0,33/1,76                               | 68                                    | 0,87  | 0,64–1,04  | 0,32/3,53                               |

Джерело: (1) [ 155, TWG 2016 ] [ 219, ACEA 2018 ], (2) [ 142, ACEA 2016 ]

Для цехів нанесення покриття на легкові автомобілі більшість повідомлених значень питомого споживання енергії нижче 1 МВт-год/транспортний засіб із середнім значенням 0,85 МВт-год/транспортний засіб.

Значних річних відхилень у питомому споживанні енергії немає, крім одного заводу, який повідомив про значне збільшення (більш ніж утричі) показника продуктивності, що пов'язане з більшим використанням встановленої потужності фарбувального цеху й ефективнішим використанням – з погляду споживання енергії – наявної інфраструктури.

У галузевому звіті, що узагальнює дані із 68 фарбувальних цехів показане питоме споживання енергії 0,87 МВт-год/транспортний засіб [ 142, ACEA 2016 ]. Виявлено такі основні фактори, що визначають споживання енергії цеху для фарбування легкових автомобілів:

Внутрішні (технічні):

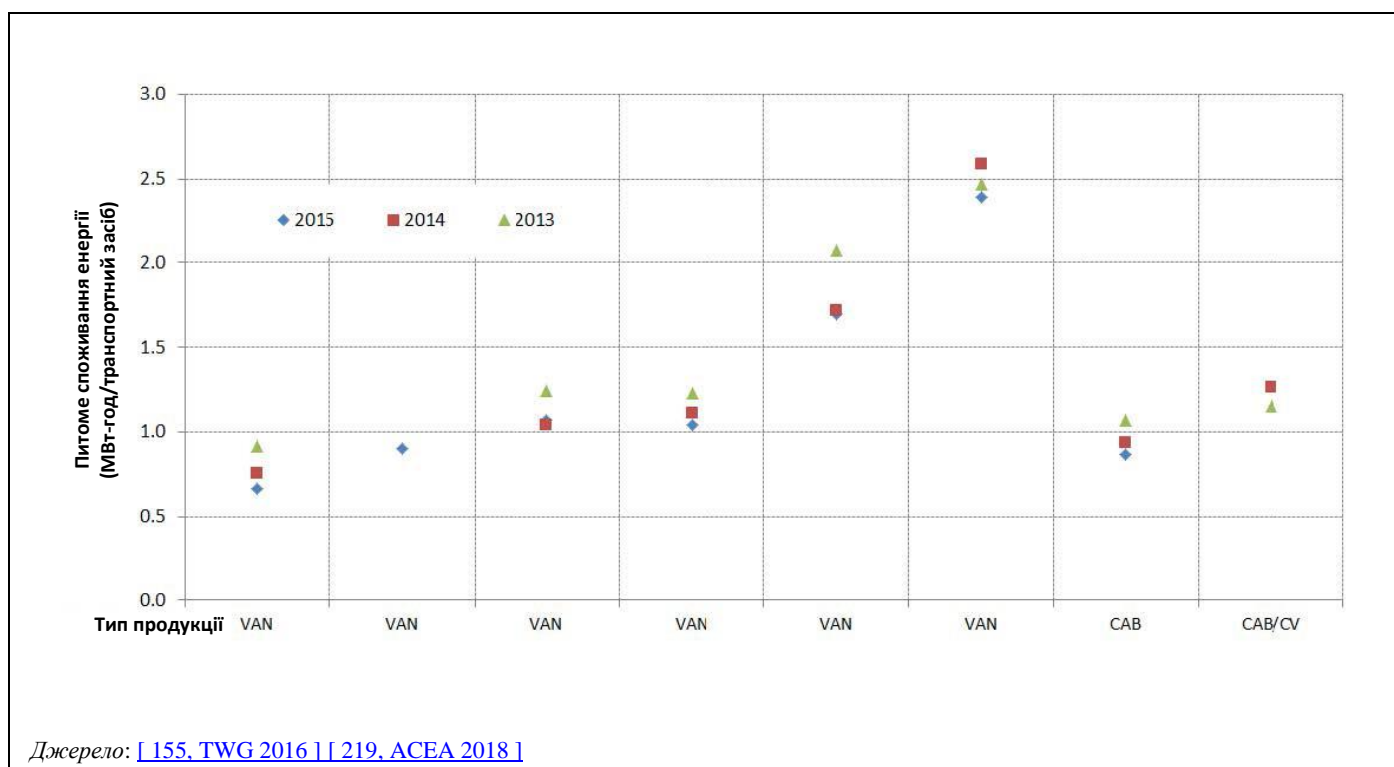
- Матеріал фарбування (WB, SB) та концепція (класична, three-wet, III).
- Сушарки: піч для ПВХ (так/ні), піч для ґрунтовки (так/ні).
- Очищення відхідних газів сушильної печі (так/ні); якщо так, то чи є повторне використання енергії для технологічного нагрівання?
- Рециркуляція відхідних газів камери для фарбування розпиленням (внутрішнє накопичення) (так/ні – де?)
- Очищення відхідних газів у камери для фарбування розпиленням (так/ні).

Зовнішні (в тому числі кліматичні умови):

- Кількість градусо-днів опалення<sup>16</sup> (HDD (heating degree days)).
- Кількість днів з охолодженням камери для фарбування розпиленням.
- Відносна вологість навколишнього повітря.
- Наявність дешевої енергії охолодження, такої як поверхневі води.
- Наявність надлишкового тепла від великих спалювальних установок, що розташовані поблизу (замінює потужність градусирні) [ACEA коментар №119 у [ 212, TWG 2018 ]].

### 2.3.1.1.2 Нанесення покриття на фургони, кабіни вантажних автомобілів та автобуси

На Рисунок 2.18 наведено повідомлені дані щодо питомого споживання енергії на заводах для нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажних автомобілів (цехи фарбування фургонів, CV та кабін), виражені у МВт-год/транспортний засіб.



**Рисунок 2.18:** Питоме споживання енергії (МВт-год/транспортний засіб) для заводів із нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажного автомобіля

У наступній таблиці узагальнено повідомлені дані щодо питомого споживання енергії за типами продукції.

<sup>16</sup> Градусо-дні опалення (HDD) та градусо-дні охолодження (CDD) є побічними показниками потреби в енергії, необхідної для обігріву або охолодження, відповідно, будинку або підприємства. Обидві змінні отримуються із вимірювань температури зовнішнього повітря. Більше інформації можна знайти за посиланням: [www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/heating-degree-days-2](http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/heating-degree-days-2)

**Таблиця 2.15: Питоме споживання енергії для заводів із нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі, кабіни вантажного автомобіля та автобуси**

| Тип продукції | Повідомлені дані <sup>(1)</sup><br>2013–2015 |   |  |   | Галузевий звіт <sup>(2)</sup><br>2012 |   |  |   |
|---------------|--|---|--|---|---------------------------------------|---|--|---|
|               | Кількість заводів                            | Середнє значення (МВт-год/транспортний засіб) | 50% середній діапазон (МВт-год/транспортний засіб) | Мін./Макс. (МВт-год/транспортний засіб) | Кількість заводів                     | Середнє значення (МВт-год/транспортний засіб) | 50% середній діапазон (МВт-год/транспортний засіб) | Мін./Макс. (МВт-год/транспортний засіб) |
| Фургон        | 6  | 1,37  | 0,95–1,65  | 0,78/2,48                               | 9                                     | 1,70  | 1,12–3,00  | 0,85/3,49                               |
| Кабіна/<br>CV | 2  | 1,08  | НД   | 0,96/1,21                               | Кабіна: 8                             | 1,33  | 0,88–1,88  | 0,56/6,23                               |
|               |  |   |  |   | CV: 4                                 | 0,31  | НД   | 0,27/0,44                               |
| Автобус       | 2  | НД  | НД   | 4,6/14,1*                               | 8                                     | 14,9  | 3,0–21,8   | 1,7/37,1                                |

\* Значення 14,1 стосується діяльності, пов'язаної з поверхневою обробкою за допомогою органічних розчинників, та діяльністю, пов'язаною з поверхневою обробкою за допомогою органічних розчинників.

Примітка:  
НД: Немає даних.

Джерело: (1) [ 155, TWG 2016 ] [ 219, ACEA 2018 ] [ 223, Spain 2018 ] (2) [ 142, ACEA 2016 ]

Серед повідомлених технологій енергозбереження найчастіше застосовуються:

- теплова ізоляція резервуарів та чанів, що містять охолоджені або нагріті рідини;
- регенерація тепла від очищення відхідних газів;
- регулювання витрати за потребою; зменшена вентиляція повітря під час роботи в холостому режимі або під час технічного обслуговування;
- витяжка повітря з регенерацією енергії із сушильних печей;
- витяжка повітря з регенерацією енергії з зон охолодження;
- централізоване очищення відхідних газів за допомогою частотно-регульованих приводів;
- стиснене повітря: ефективність/рівень тиску;
- Рециркуляція повітря камери фарбування розпиленням.

### 2.3.1.2 Споживання води

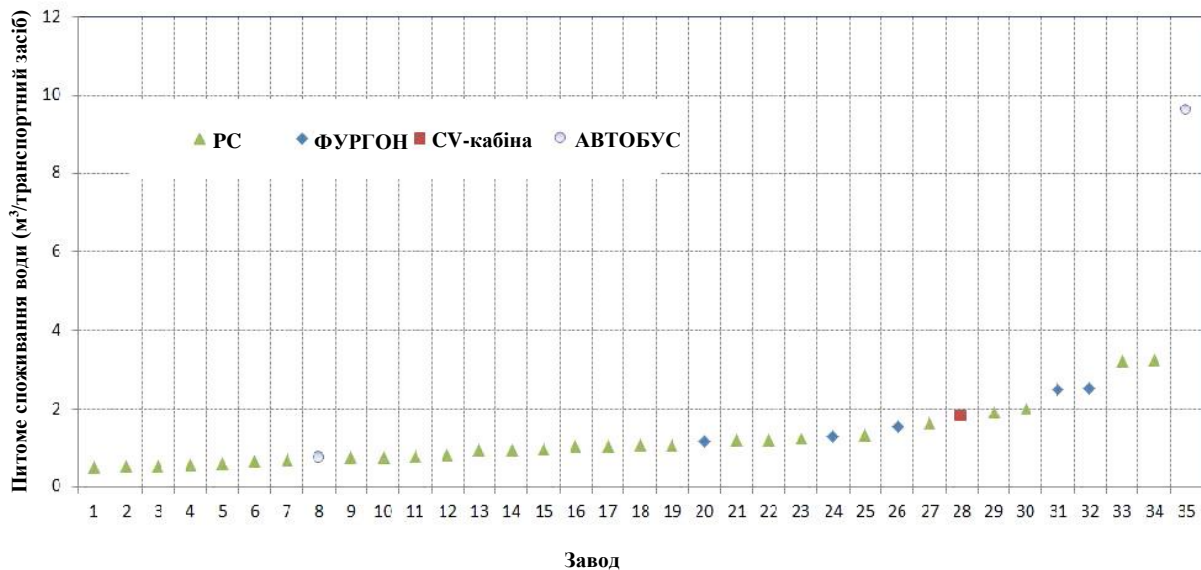
Споживання води в цехах фарбування транспортних засобів переважно пов'язане з наступним:

- подання промивної води в процеси очищення та попередньої обробки;
- поповнення резервуарів знежирення та попереднього очищення та систем мокрої скруберного очищення;
- втрати на випаровування із систем мокрої скруберного очищення та зволоження повітря.

Технічне обслуговування ванни з метою зниження споживання води та відновлення хімічних речовин для обробки є важливою частиною управління фарбувальним цехом. Промивальні резервуари зазвичай працюють як каскадні чани [ 142, ACEA 2016 ].

На Рисунок 2.19 та в Таблиці 2.16 показані дані про питоме споживання води (виражене в м<sup>3</sup>/транспортний засіб), повідомлені різними установками. Більшість повідомлених значень питомого споживання води нижче 1,3 м<sup>3</sup>/транспортний засіб.

У галузевому звіті зазначене питоме споживання води від 0,9 м<sup>3</sup>/транспортний засіб до 1,8 м<sup>3</sup>/транспортний засіб зі значеннями споживання нижче 0,4 м<sup>3</sup>/транспортний засіб, що повідомляються фарбувальними цехами зі спеціальною конструкцією кузова (малі транспортні засоби) або установками із сухим відділенням часток [ 142, ACEA 2016 ].



Джерело: [ 155, TWG 2016 ] [ 219, ACEA 2018 ] [ 223, Spain 2018 ]

**Рисунок 2.19: Питоме споживання води (м³/транспортний засіб) для цехів фарбування автомобілів (дані за 2015 р.)**

У наступній таблиці узагальнено повідомлені дані щодо питомого споживання води для цехів фарбування автомобілів за типами транспортних засобів.

**Таблиця 2.16: Питоме споживання води для цехів фарбування автомобілів**

| Тип продукції | Повідомлені дані (1)<br>2015 |  |   |                                    | Галузевий звіт (2)<br>2012 |  |   |                                    |
|---------------|------------------------------|--|---|------------------------------------|----------------------------|--|---|------------------------------------|
|               | Кількість заводів            | Середнє значення (м³/транспортний засіб) | 50% середній діапазон (м³/транспортний засіб) | Мін./Макс. (м³/транспортний засіб) | Кількість заводів          | Середнє значення (м³/транспортний засіб) | 50% середній діапазон (м³/транспортний засіб) | Мін./Макс. (м³/транспортний засіб) |
| PC            | 27                           | 1,15                                     | 0,71–1,22                                     | 0,49/3,26                          | 47                         | 1,18                                     | 0,90–1,82                                     | 0,22/3,47                          |
| Фургон        | 5                            | 1,80                                     | НД  | 1,15/2,54                          | 3                          | 2,05                                     | НД  | 0,96/3,26                          |
| Кабіна/ CV    | 1                            | 1,81                                     | НД  | НД                                 | Кабіна: 7<br>CV: 5         | 2,63<br>4,21                             | 0,66–2,78<br>0,15–0,56                        | 0,15/7,61<br>0,1/6,98              |
| Автобус       | 2                            | 5,18                                     | НД  | 0,73/9,63                          | 5                          | 14,6                                     | 4,1–29,9                                      | 10,6/54,6                          |

Примітка:

НД: Немає даних.

(1) Джерело: [ 155, TWG 2016 ] [ 219, ACEA 2018 ] [ 223, Spain 2018 ] (2) [ 142, ACEA 2016 ]

Основними повідомленими технологіями мінімізації споживання води є:

- повторне використання та/або рециркуляція води;
- контролем використання води;
- зворотним каскадним промиванням;
- видалення осадку з ванни;
- іонний обмін;
- мембранне фільтрування;
- пристрій для збирання оливи;
- протиаерозольний фільтр;
- магнітний сепаратор;
- декантерне центрифугування відпрацьованих вод із надлишком розпилення фарбувальної камери;

- нейтралізація.

## 2.3.2 Викиди

### 2.3.2.1 Загальні викиди ЛОС

У нанесенні покриття на транспортні засоби ЛОС є найбільш значним джерелом викидів ЛОС. У процесі діяльності виділяються ЛОС, які переважно походять із камер для фарбування розпиленням, сушильних печей та від очищення обладнання для нанесення.

Зазвичай на нанесення та сушіння ґрунтовки та верхнього шару/прозорого шару припадає приблизно 80% викидів ЛОС, що відбуваються в секторі фарбування у виробництві автомобілів. За інші 20% відповідають процедури повторного оздоблення верхнього шару (виправлення) та очищення, а також додаткові джерела (наприклад, покриття дрібних деталей, нанесення захисного покриття низу кузова). Приблизно 70–90% всіх ЛОС, що утворюються в процесі нанесення та сушіння, походять із камери для фарбування, а решта 10–30% – із сушарки. Зазначені відсоткові значення зазвичай залежать від типів розчинників, систем фарбування та коефіцієнта ефективності застосування технології. Відхідні гази із сушарки, що містять ЛОС, зазвичай спрямовуються в систему термічного очищення відхідних газів

Викиди ЛОС у секторі нанесення покриття на транспортні засоби виражаються як питомі викиди в г ЛОС/м<sup>2</sup> покритої поверхні. Площа поверхні з покриттям розраховується відповідно до частини 3.2 Додатка VII до ДПВ (див. також Додаток 21.5.1.5.6).

#### 2.3.2.1.1 Покриття легкових автомобілів

На Рисунок 2.20 надані повідомлені дані щодо загальних викидів із 28 фарбувальних цехів у Європі, призначених для нанесення покриття на легкові автомобілі (PC) та легкі комерційні транспортні засоби (LCV). Залежно від типу покриття, що використовується для різних шарів покриття (ґрунтовка, базове покриття, прозоре покриття), фарбувальні цехи класифікуються як SB (на основі розчинника: використання покриття на основі розчинника для всіх шарів), SB-MIX (використання покриття на водній основі для ґрунтового або базового покриття та покриття на основі розчинника для інших шарів покриттів) та WB (на водній основі: використання покриття на водній основі для всіх шарів, крім прозорого покриття). Інший варіант, інтегрована система, існує, але не згадується у звітах 28 фарбувальних цехів. Відповідно до АСЕА, викиди ЛОС з інтегрованих систем подібні до викидів з інших добре працюючих систем, і ці системи впроваджуються з інших причин (див. Розділ 2.2 та [ [142, АСЕА 2016](#) ]).

У галузевому звіті, що аналізує дані із 74 цехів фарбування легкових автомобілів, вказано середнє значення 25,1 г/м<sup>2</sup> та 50% середній діапазон від 16 г/м<sup>2</sup> до 33 г/м<sup>2</sup> [ [142, АСЕА 2016](#) ].

У звіті TFTEI<sup>17</sup>, що аналізує дані із 60 референтних фарбувальних цехів у Європі, наведено значення викидів, надані в Таблиці 2.17, за типами фарбувальних цехів [ [147, TFTEI 2016](#) ].

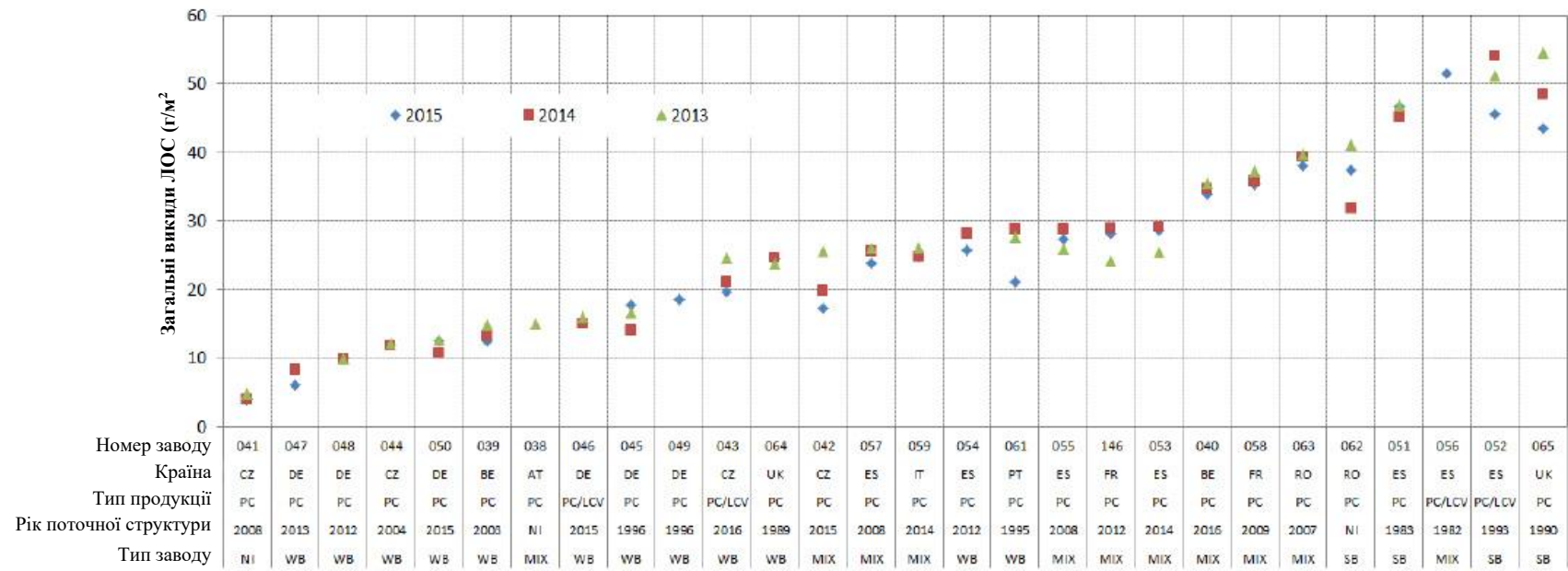
Таблиця 2.17: Загальні викиди ЛОС для різних типів фарбувальних цехів

| Тип фарбувального цеху Викиди ЛОС (г/м <sup>2</sup> ) | SB        | SB-MIX    | WB       | Інтегрована система |
|---|-----------|-----------|----------|---------------------|
| Середнє значення                                      | 37,8      | 28,7      | 18,6     | 20,5                |
| Мін.-Макс.  | 16,8-50,3 | 12,5-48,2 | 6,0–30,5 | 8,9-32,1            |

Джерело: [ [147, TFTEI 2016](#) ]

<sup>17</sup> TFTEI: Цільова група з техніко-економічних питань (Task Force on Technico-Economic Issues) Конвенції Європейської економічної комісії ООН про трансграничне забруднення повітря на великі відстані.

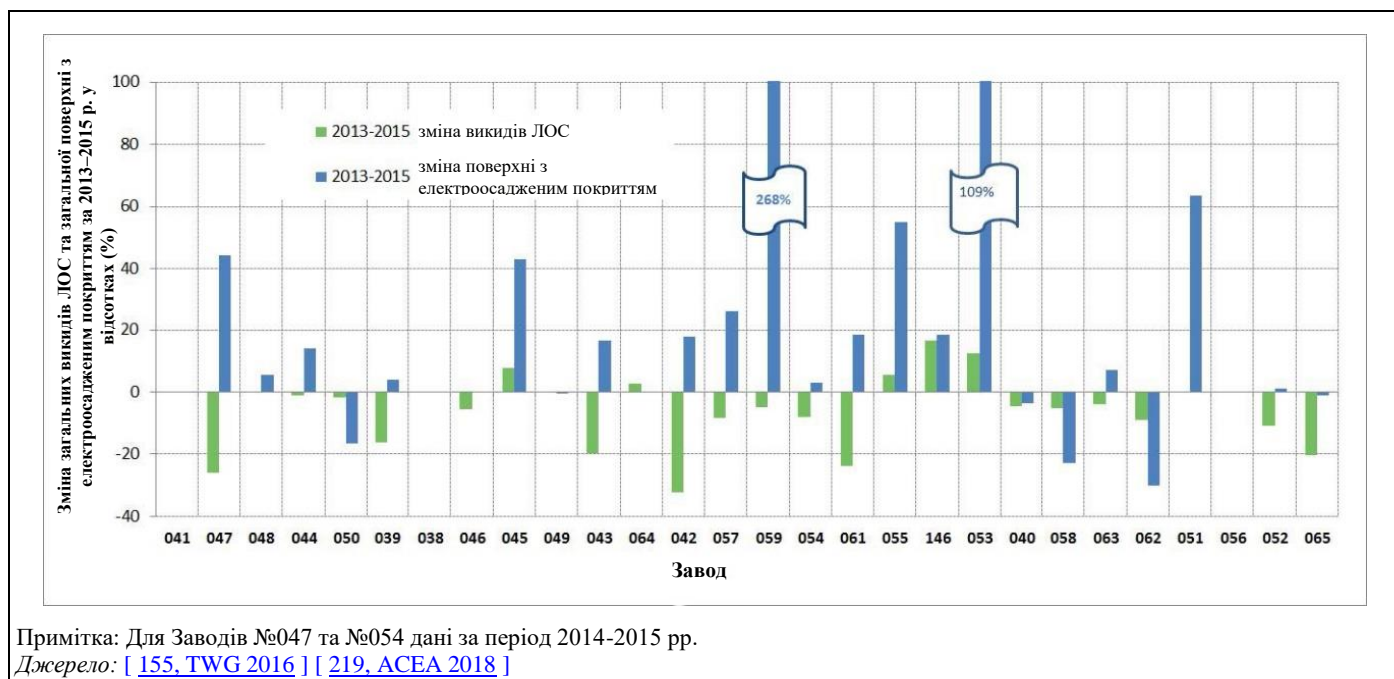
Дані галузевого дослідження демонструють, що загальна продуктивність європейських фарбувальних цехів покращилася за тривалий період (2002-2012 рр.) (див. Рисунок 2.6) [ [142, ACEA 2016](#) ]



Джерело: [ 155, TWG 2016 ] [ 219, ACEA 2018 ]

Рисунок 2.20: Загальні ЛОС (г/м<sup>2</sup>) від нанесення покриття на легкові автомобілі за період 2013–2015 рр.

Протягом звітнього періоду (2013–2015 рр.) для більшості установок, що надали дані, спостерігається зниження значень загальних викидів ЛОС. Це, як правило, поєднується зі зростанням використання встановлених потужностей заводу (фарбувального цеху) (див. Рисунок 2.21 нижче).



**Рисунок 2.21: Зміна загальних викидів ЛОС (г/м<sup>2</sup>) та загальної поверхні з покриттям, нанесеним електроосадженням за 2013–2015 р. у відсотках**

Наприклад, дані з двох установок демонструють:

- скорочення загальних викидів ЛОС майже на 24%, що можна співвіднести зі скороченням загального обсягу викинутих ЛОС на 10% та збільшенням поверхні покриття на 18% у 2013–2015 рр. (джерело: Завод №061 у [ 155, TWG 2016 ]);
- скорочення загальних викидів ЛОС на 26% у поєднанні зі збільшенням загального обсягу викинутих ЛОС майже на 6% та збільшенням поверхні покриття на 40% у період 2014–2015 рр. (джерело: Завод №047 у [ 155, TWG 2016 ]);

Крім серйозних змін у схемі та технології фарбувального цеху, які в основному пов'язані з інвестиційним циклом установки, низка інших технологій може сприяти значному скороченню викидів. Наприклад, інформація з однієї установки вказує на те, що впровадження наступних технологій – переважно управлінських, а не таких, що потребують великих інвестицій – призвело до зниження питомих викидів на 34% за дев'ятирічний період (з 53,76 г/м<sup>2</sup> 2007 р. до 35,41 г/м<sup>2</sup> у 2016 р.) (джерело: Завод №058 в [ 155, TWG 2016 ]):

- використання ручних фарборозпилювачів низького тиску;
- зменшення кількості кольорів фарби;
- тільки одне покриття на три типи покриття;
- збільшення кількості автомобілів у серіях автомобілів одного кольору;
- робота над ефективністю перенесення шляхом оптимізації відстані нанесення (базові та прозорі покриття);
- використання продуктів із низьким вмістом розчинника для очищення роботів для фарбування розпиленням, захищених чохлами;
- підвищення відсотка безпосередньо належним чином пофарбованих автомобілів (збільшення показника «з першого разу на належному рівні») та впровадження технології локалізованого ремонту.



### Можливий вплив спеціального оздоблювального фарбування на викиди ЛОС.

В автомобільній промисловості використовуються різні спеціальні оздоблювальні фарби, які впливають на викиди ЛОС. До них належать, але не обмежуються ними:

Оздоблювальне покриття із сильним перламутровим ефектом – це може бути процес із чотирма шарами або трьома шарами, залежно від здатності створювати цей колір та сильний зсув кольору в певній технології. Таким чином, схема процесу буде або:

- базове покриття – покриття з ефектом – прозоре покриття – затвердіння; або
- базове покриття – прозоре покриття – затвердіння – покриття з ефектом – прозоре покриття – затвердіння.

Обидва процеси вимагають більше часу для фарбування, ніж у випадку стандартного оздоблювального фарбування, а у випадку чотиришарового фарбування транспортний засіб має двічі пройти через процес фарбування. Це впливає на викиди, виробничу потужність та рівень утворення браку через збільшення загального нарощування плівки, що має менше можливостей для ремонту.

Наразі коефіцієнт застосування спеціальної оздоблювальної фарби, як правило, досить низький (~ 5%), але навіть за такого коефіцієнта вплив на викиди ЛОС оцінюється в ~ 1 г/м<sup>2</sup>. Якщо попит на ці оздоблювальні покриття збільшиться, це серйозно вплине на викиди ЛОС.

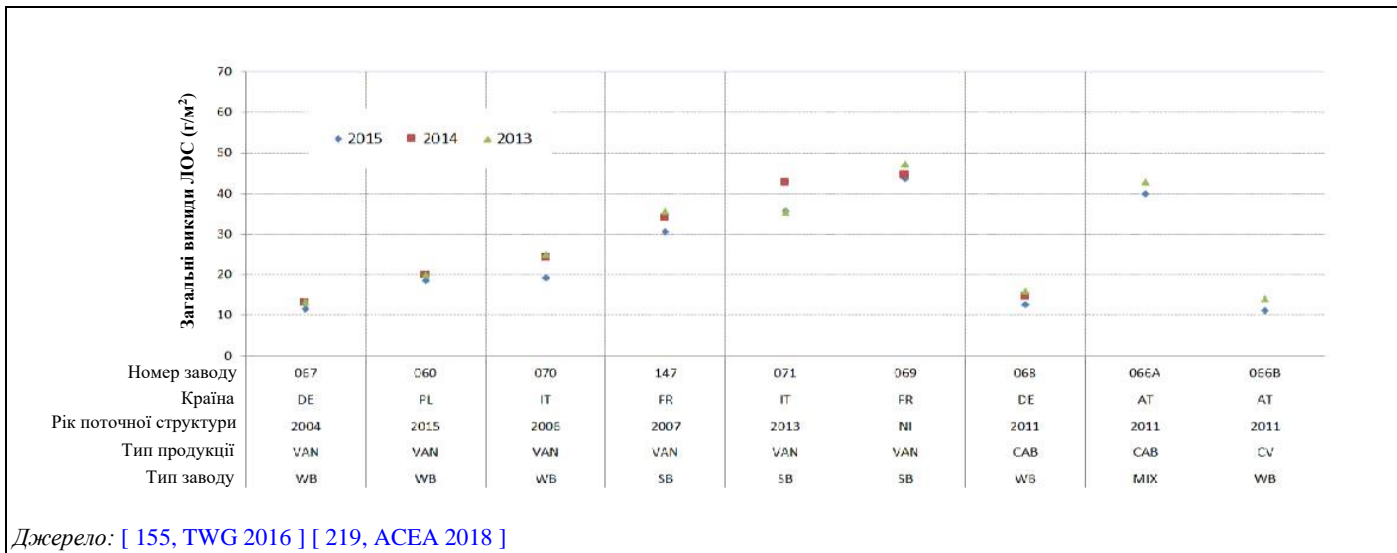
Двокольорові транспортні засоби – вони розрізняються за процесом, кількістю других кольорів та обсягом другого кольору. Вони можуть варіюватися від автомобілів з іншим кольором даху до другого кольору всієї верхньої частини транспортного засобу, іноді включно з капотом, багажником або заднім бортом. Це є останньою тенденцією замовників і коефіцієнт застосування може становити 30% від виробництва й більше. Виходячи із середнього транспортного засобу (площа поверхні електроосажденного покриття ~ 100 м<sup>2</sup>) та інтенсивності поглинання 30%, вплив на викиди ЛОС буде в діапазоні від 1 г/м<sup>2</sup> до 5 г/м<sup>2</sup> залежно від обсягу другого кольору. Якщо попит збільшуватиметься ще більше з вищою інтенсивністю поглинання, у результаті збільшаться викиди ЛОС.

Тоновані прозорі покриття – певні кольори, які досягаються в разі використання тонованого прозорого покриття. Іноді на заводі можна використовувати два або три додаткові прозорі шари покриття. У звичайному фарбувальному цеху з одним прозорим шаром автоматизовані системи не будуть очищатися або продуватися дуже часто. Додавання кольорового прозорого покриття вимагає не тільки продування системи автоматизації в разі зміни кольору, але й частішого очищення.

Доступні й інші спеціальні оздоблювальні покриття, які використовувалися в минулому, наприклад, матове прозоре покриття, чорне матове покриття, рідке срібло. Усе це впливає на викиди ЛОС, але поки що вони застосовувалися лише до досить обмеженої кількості транспортних засобів [ACEA коментар №223 у [ [212, TWG 2018](#) ]].

#### **2.3.2.1.2 Нанесення покриття на фургони, кабіни вантажних автомобілів та автобуси**

Повідомлені дані з дев'яти фарбувальних цехів, призначених для нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажних автомобілів, надані на Рисунок 2.22.



Джерело: [ 155, TWG 2016 ] [ 219, ACEA 2018 ]

**Рисунок 2.22: Загальні ЛОС(г/м<sup>2</sup>) від нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажного автомобіля за період 2013–2015 рр.**

Повідомлені лише дані щодо двох установок для нанесення покриття на кабіни вантажних автомобілів, які для обох із них нижче 45 г/м<sup>2</sup> (14,32 г/м<sup>2</sup> та 41,5 г/м<sup>2</sup> в середньому за період 2013–2015) [ 155, TWG 2016 ].

В галузевому звіті, що аналізує дані з 11 цехів фарбування кабін вантажних автомобілів, вказано середнє значення 21,2 г/м<sup>2</sup> та 50% середній діапазон, що варіюється від 14,1 г/м<sup>2</sup> до 51,3 г/м<sup>2</sup> [ 142, ACEA 2016 ].

Повідомлені дані із семи фарбувальних цехів для нанесення покриття на нові фургони та вантажні автомобілі демонструють середнє значення 26,3 г/м<sup>2</sup> зі значеннями в діапазоні від 12,5 г/м<sup>2</sup> до 45,3 г/м<sup>2</sup> (усі значення є середніми за період 2013–2015 рр.) [ 155, TWG 2016 ].

У галузевому звіті проаналізовано дані з 10 фарбувальних цехів для нанесення покриття на фургони та 6 фарбувальних цехів для нанесення покриття на вантажні автомобілі та отримано середні значення 33 г/м<sup>2</sup> та 50 г/м<sup>2</sup> відповідно для двох типів продукції [ 142, ACEA 2016 ].

Основні статистичні показники з повідомлених даних надані в Таблиці 2.18.

**Таблиця 2.18: Дані про загальні викиди ЛОС для цехів фарбування автомобілів**

| Тип продукції | Повідомлені дані (1)<br>2013–2015 |                                      |   |                                | Галузевий звіт (2)<br>2012 |                                      |   |                                |
|---------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------|
|               | Кількість заводів                 | Середнє значення (г/м <sup>2</sup> ) | 50% середній діапазон (г/м <sup>2</sup> ) | Мін./Макс. (г/м <sup>2</sup> ) | Кількість заводів          | Середнє значення (г/м <sup>2</sup> ) | 50% середній діапазон (г/м <sup>2</sup> ) | Мін./Макс. (г/м <sup>2</sup> ) |
| PC            | 28                                | 25,7                                 | 15,3–35,0                                 | 4,2/51,4                       | 74                         | 25,1                                 | 15,9–32,9                                 | 4,7/55,3                       |
| Фургон        | 6                                 | 28,6                                 | 20,3–36,9                                 | 12,6/45,3                      | 10                         | 33                                   | 24–47                                     | 16/61                          |
| CV            | 1                                 | 12,5                                 | НД  | НД                             | 6                          | 50,5                                 | 22,2–56,9                                 | 17/68,1                        |
| Кабіна        | 2                                 | 27,9                                 | НД  | 14,3/41,5                      | 11                         | 21,2                                 | 14,1–51,3                                 | 8,3/70,6                       |
| Автобус       | 2                                 | 138,7                                | НД  | 95,3/182                       | 10                         | 64,6                                 | 36,9–118                                  | 4,4/183                        |

Примітка:  
НД: Немає даних.  
(1) Джерело: [ 155, TWG 2016 ] [ 219, ACEA 2018 ] [ 223, Spain 2018 ]  
(2) Джерело: [ 142, ACEA 2016 ]

### 2.3.2.2 Викиди пилу у відпрацьованих газах

Крім викидів ЛОС, викиди пилу в результаті надлишкового розпилення фарби також вважаються основною екологічною проблемою. Усі фарбувальні цехи обладнані скруберами Вентурі або сухими скруберами для зниження рівня викидів пилу, що виникають від надлишку розпилення фарби.

На Рисунку 2.23 та Рисунку 2.24 показані повідомлені значення викидів пилю з цехів фарбування транспортних засобів, що застосовують технології мокрого або сухого зниження викидів пилю. Значення концентрацій, що повідомляються, зазвичай низькі.

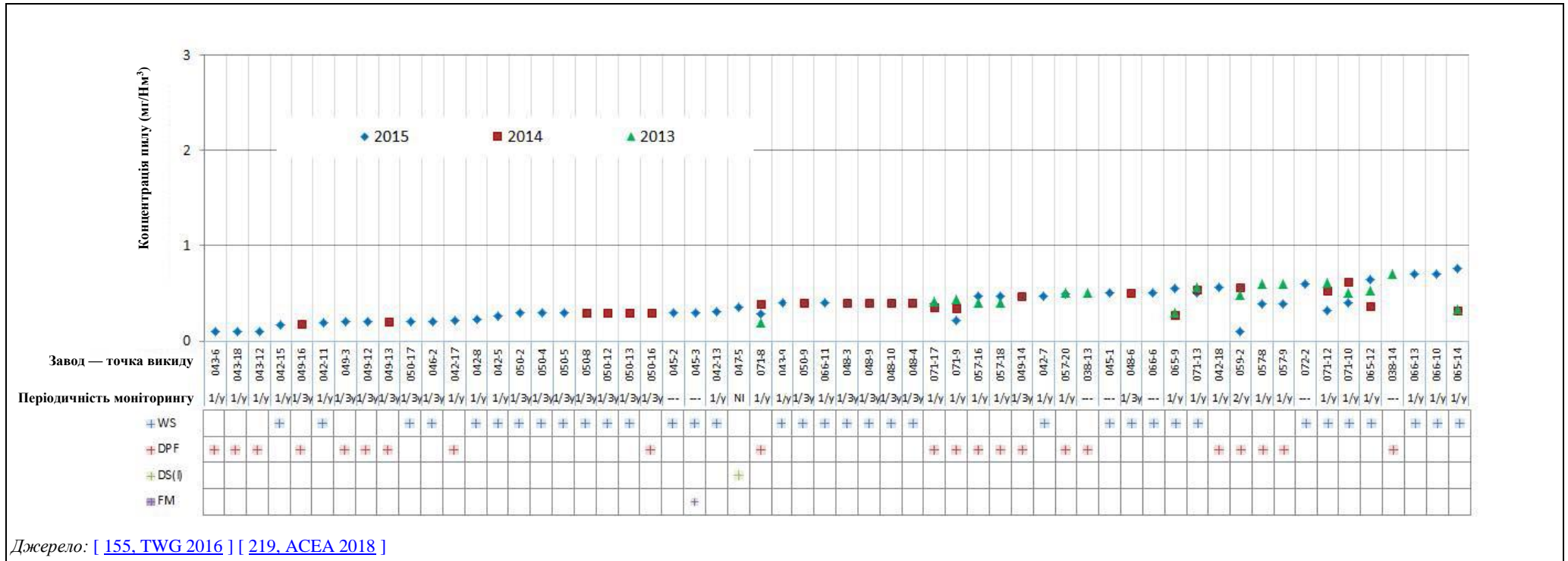


Рисунок 2.23: Викиди пилу у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) – Середні значення за період 2013–2015 рр. (1/2)

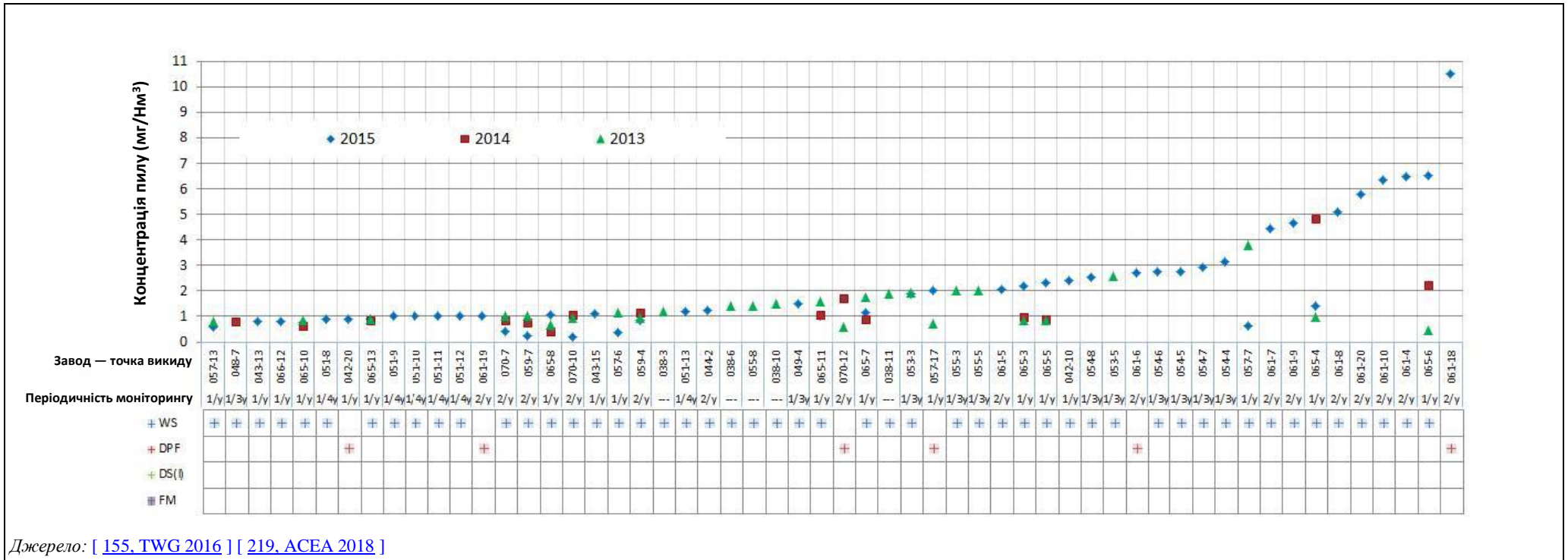


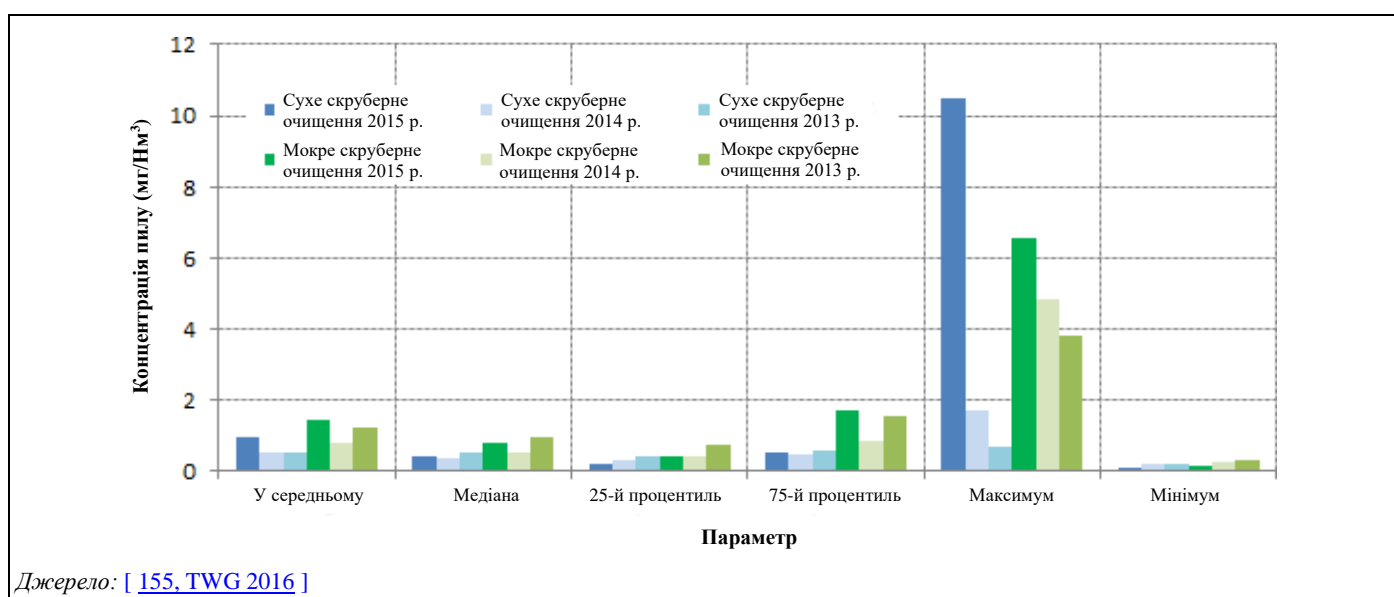
Рисунок 2.24: Викиди пилу у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) – Середні значення за період 2013–2015 рр. (2/2)

Статистичний аналіз поданих даних про викиди пилу в цілому та за застосуванням методом усунення забруднення довілля надано в Таблиці 2.19 та Рисунку 2.25.

**Таблиця 2.19: Статистичні дані про викиди пилу у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.**

| Параметр             | Усі дані |      |      | Сухе скрубмерне очищення |      |      | Мокре скрубмерне очищення |      |      |
|----------------------|----------|------|------|--------------------------|------|------|---------------------------|------|------|
|                      | 2015     | 2014 | 2013 | 2015                     | 2014 | 2013 | 2015                      | 2014 | 2013 |
| Кількість вимірювань | 90       | 38   | 44   | 23                       | 9    | 13   | 67                        | 29   | 31   |
| Середнє значення     | 1,3      | 0,7  | 1,0  | 1,0                      | 0,5  | 0,5  | 1,4                       | 0,8  | 1,2  |
| Медіана              | 0,6      | 0,5  | 0,8  | 0,4                      | 0,4  | 0,5  | 0,8                       | 0,5  | 1,0  |
| 25-й процентиль      | 0,3      | 0,4  | 0,5  | 0,2                      | 0,3  | 0,4  | 0,4                       | 0,4  | 0,7  |
| 75-й процентиль      | 1,2      | 0,8  | 1,3  | 0,5                      | 0,5  | 0,6  | 1,7                       | 0,9  | 1,5  |
| Максимум             | 10,5     | 4,8  | 3,8  | 10,5                     | 1,7  | 0,7  | 6,5                       | 4,8  | 3,8  |
| Мінімум              | 0,1      | 0,2  | 0,2  | 0,1                      | 0,2  | 0,2  | 0,2                       | 0,3  | 0,3  |

Джерело: [ 155, TWG 2016 ]



Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

**Рисунок 2.25: Статистичні параметри повідомлених даних про викиди пилу (періодичний моніторинг)**

Досягнуті значення концентрації пилу у відпрацьованих газах зазвичай дуже низькі з лише кількома підвищеними значеннями. Суттєвої різниці в повідомлених значеннях відповідно до застосовуваної технології зниження викидів пилу немає.

### 2.3.2.3 Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах

Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах відбуваються в значній кількості точок викидів, пов'язаних із витяжкою камер для фарбування розпиленням або сушарок. Для витяжки з фарбувальних камер застосовуються технології вловлювання надлишку розпилення, тоді як технології термічного очищення зазвичай використовуються для витяжки із сушарок (див. також Розділи 2.2.3.4, 2.2.3.5 і 2.2.3.6) На Рисунку 2.26 та Рисунку 2.27 надані повідомлені рівні викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах.

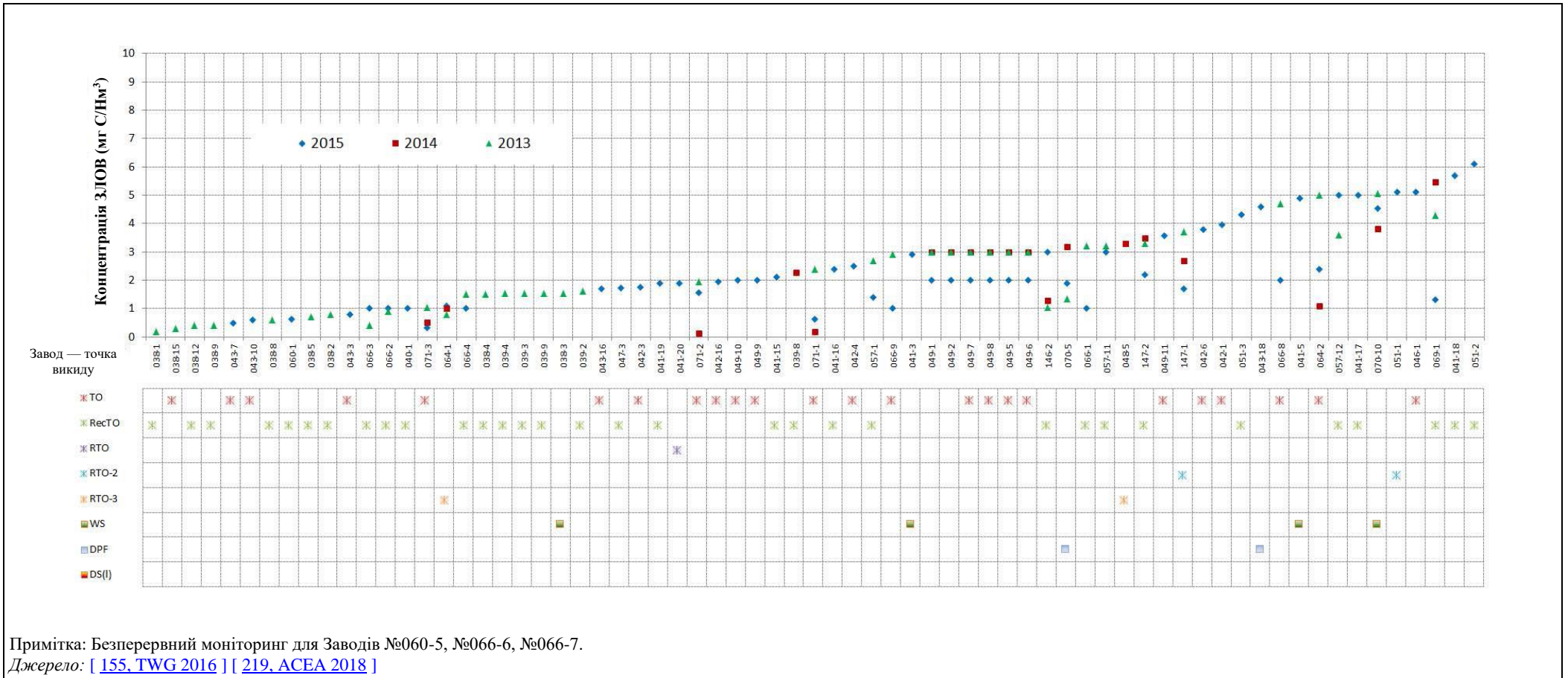


Рисунок 2.26: Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах – Середні значення за період 2013–2015 рр. (1/2)

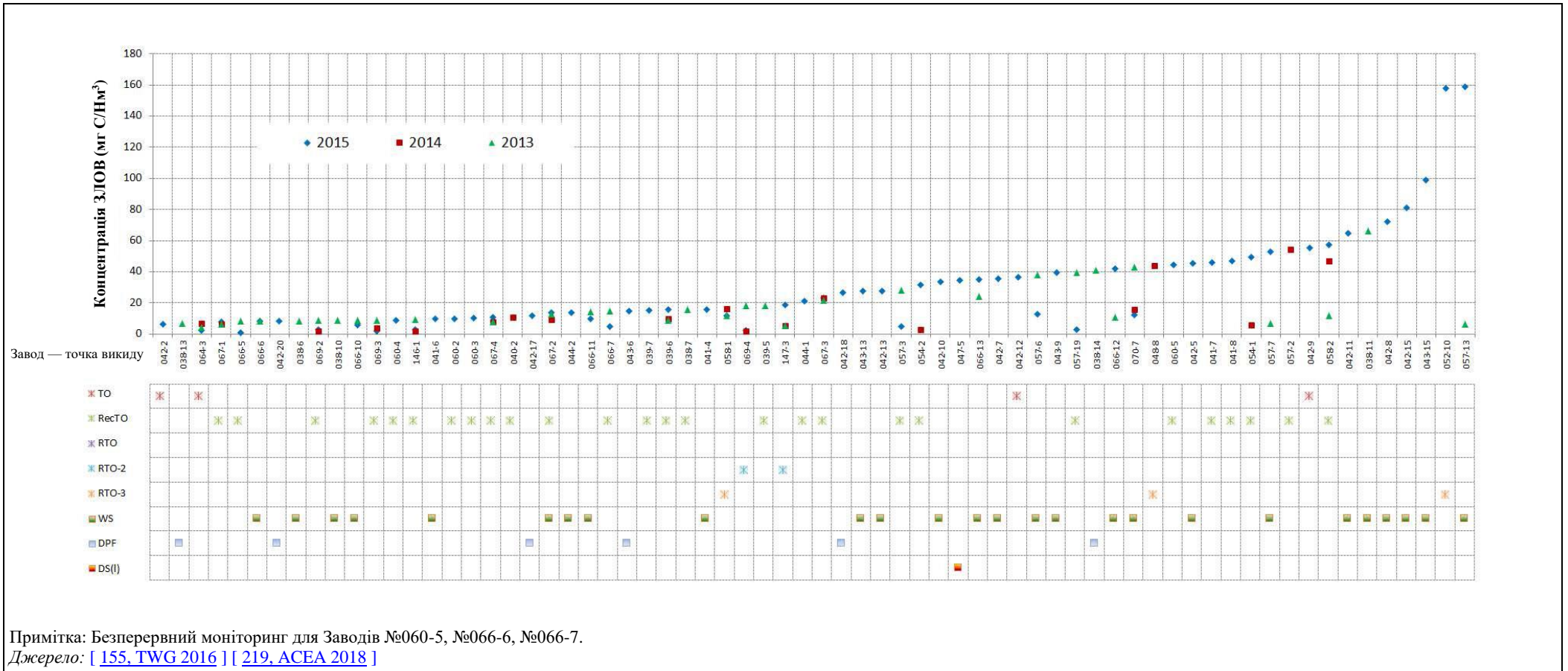


Рисунок 2.27: Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах – Середні значення за період 2013–2015 рр. (2/2)



Більшість повідомлених значень нижче 40 мг С/Нм<sup>3</sup> (85% всіх значень), тоді як 75% повідомлених значень нижче 20 мг С/Нм<sup>3</sup>. Вищі рівні викидів переважно пов'язані з викидами з фарбувальних камер, де застосовуються технології уловлювання надлишку розпилення.

Основні статистичні параметри повідомлених даних за 2015 р. надані в Таблиці 2.20.

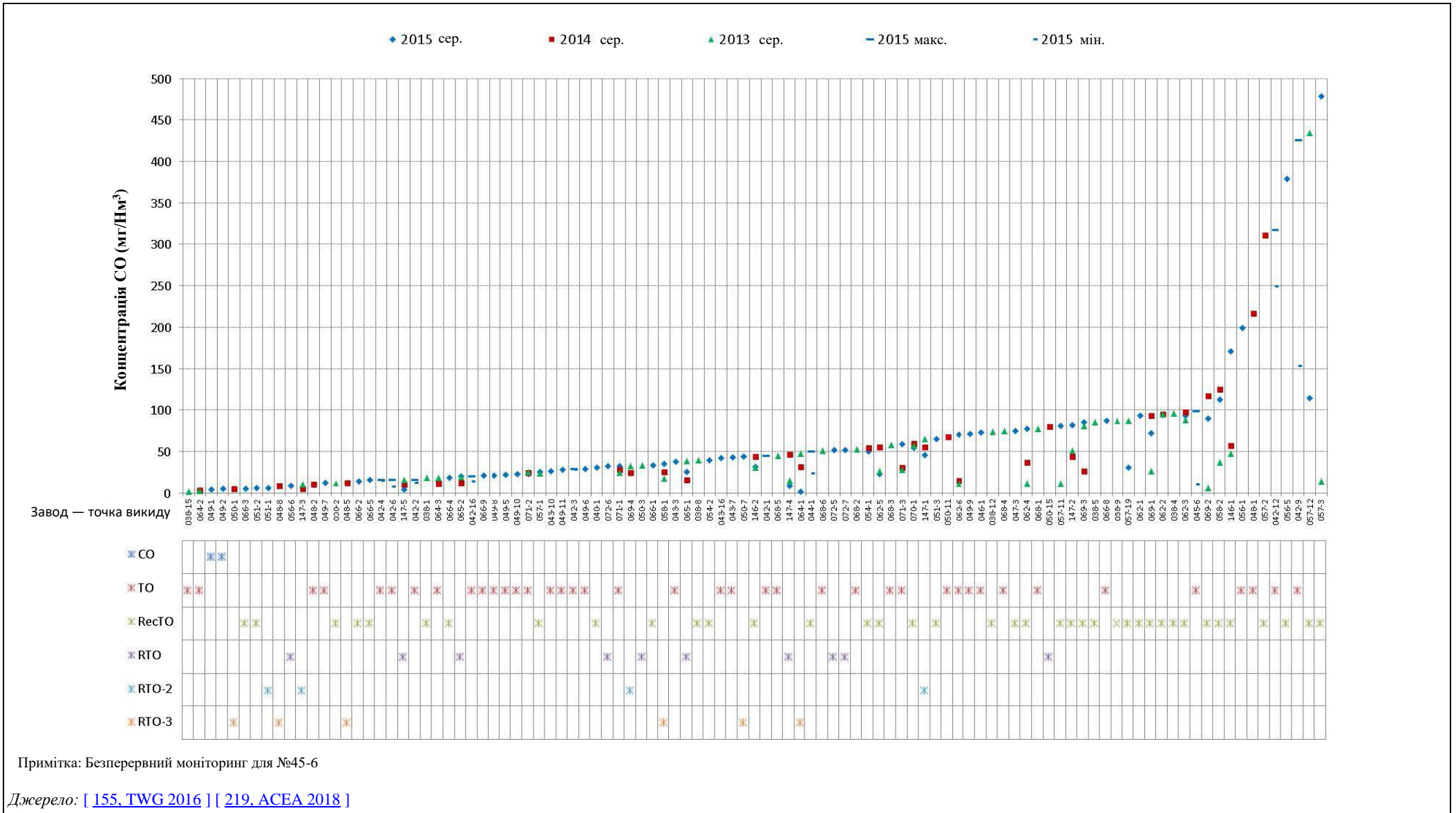
**Таблиця 2.20: Статистичні параметри повідомлених даних про викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (дані за 2015 р.)**

| Параметр   | Усі дані             | Застосований метод усунення забруднення довкілля |      |       |       |       |     |    |     |
|--|----------------------|--|------|-------|-------|-------|-----|----|-----|
|  |                      | ТО   | КО   | РекТО | РТО-3 | РТО-2 | СПФ | МС |     |
| Кількість значень  | 111                  | 27   | 2    | 42    | 4     | 4     | 7   | 25 |     |
| Середнє значення   | мг С/Нм <sup>3</sup> | 16,3   | 5    | 2     | 10    | 43    | 7   | 15 | 37  |
| Медіана  |                      | 4,9  | 2    | НД    | 4     | 7     | НД  | 12 | 28  |
| 25-й перцентиль  |                      | 2  | 2    | НД    | 2     | 2     | НД  | 6  | 10  |
| 75-й перцентиль  |                      | 15,55  | 3    | НД    | 11    | 48    | НД  | 21 | 46  |
| Максимум   |                      | 159  | 55   | 2     | 57    | 158   | 19  | 35 | 159 |
| Мінімум  |                      | 0,32   | 0,32 | 2     | 1     | 1     | 2   | 2  | 3   |
| Примітка:<br>НД: Немає даних.<br>ТО: Термічний окисник може бути рекуперативним (РекТО) або регенеративним (РТО-2/-3)<br>Джерело: [ 155, TWG 2016 ] [ 219, ACEA 2018 ] |                      |  |      |       |       |       |     |    |     |

#### 2.3.2.4 Викиди NO<sub>x</sub> та CO у відпрацьованих газах

Викиди оксидів азоту (NO<sub>x</sub>) та чадного газу (CO) виникають унаслідок термічного окиснення відхідних газів. Повідомлені значення показані на Рисунку 2.28 та Рисунку 2.29.





Примітка: Безперервний моніторинг для №45-6

Джерело: [ 155. TWG 2016 ] [ 219. ACEA 2018 ]

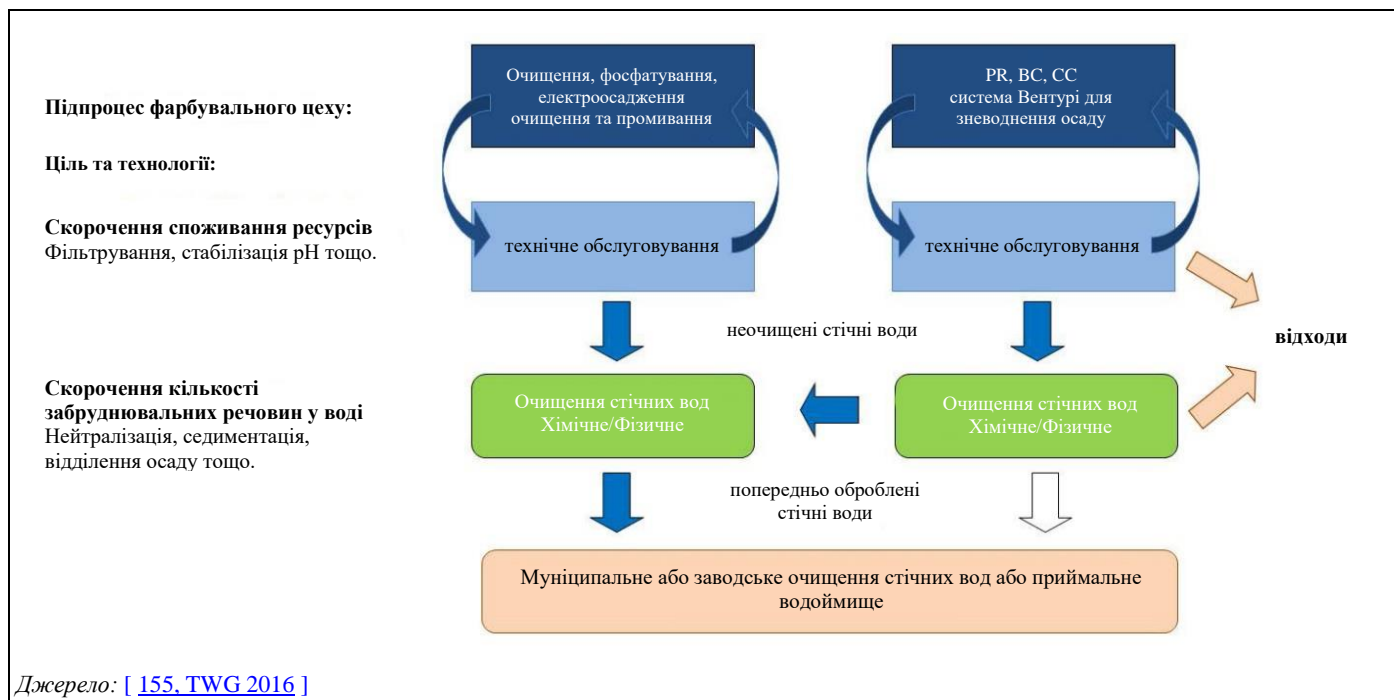
Рисунок 2.29 Викиди CO у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.

### 2.3.2.5 Викиди у воду

У фарбувальному цеху утворюються два типи стічних вод:

- стічні води, що містять неорганічні речовини (солі, важкі метали) від фосфатування,
- стічні води, що переважно містять органічні речовини (мастила, мийні засоби, фарба) із систем очищення, електроосадження покриттів та систем мокрих скруберів.

Типова схема очищення стічних вод у великих цехах для фарбування автомобілів надана на Рисунку 2.30.



**Рисунок 2.30: Типова конфігурація очищення відпрацьованих вод у великих фарбувальних цехах**

#### Стічні води від попередньої обробки та нанесення ґрунтовки зануренням

Більшість стічних вод утворюється в результаті попередньої обробки кузовів, а саме знежирення, фосфатування, пасивації та подальшого нанесення ґрунтового покриття шляхом електроосадження. Стічні води переважно утворюються від промивання кузовів між етапами обробки, таким чином видаляючи матеріали з попереднього процесу. Компоненти попередньої обробки (знежирення), конверсійних покриттів та пасивації, а також технології водокористування та водозбереження, що застосовуються до всіх них, докладно описані в ДД НДТМ для поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ]. До них належать багатоетапне промивання та технології мінімізації використання води та відновлення води та сировини, і вони однаково застосовні до нанесення покриття шляхом електроосадження.

Нанесення покриття шляхом електроосадження може здійснюватися зі множинними (каскадними) промиваннями, з відділенням та відновленням твердих часток фарби та поверненням рідини (ультрафільтрату) на промивання. Хоча промивання від твердих часток фарби зазвичай виконується в замкнутому циклі, деяка кількість промивної води може бути втрачена (що містить сліди фарби, розчинники на водній основі тощо), і виникає необхідність періодичного очищення. Фарба для електролітичного нанесення методом занурення не містить свинцю. Іншими речовинами в стічних водах від знежирення та попередньої обробки є мийні засоби, мастила для пресування, фосфати заліза, марганцю, нікелю та цинку, фториди та борати. Директива про гранично допустимі значення викидів суворо обмежує використання Cr (VI) у транспортних засобах (є винятки для комерційних транспортних засобів великої вантажності). Кадмій присутній у всіх сплавах цинку як забруднювач у кількості 10 мг/кг<sup>18</sup>.

<sup>18</sup> Наприклад, фармакопеї США та Великої Британії: максимально допустиме значення 10 част./млн у фармацевтичному оксиді цинку. Також див. ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас для отримання інформації про нанесення цинкового гальванічного покриття.

## Стічні води від процесів нанесення покриттів

Інші стічні води утворюються від мокрого скруберного очищення надлишків розпилення фарби, наприклад:

- суміш залишків фарби, води та коагулянту;
- суміш фарби, води та розчинника, що утворюється від очищення розпилювачів та труб подання фарби;
- суміш фарби та води, що утворюється під час очищення фарбувальних камер.

Під час розпилення фарби в камерах для фарбування розпиленням можуть утворюватися інші стічні води в результаті мокрого скруберного очищення від надлишків розпилення фарби. Це необхідно для мінімізації викидів фарби у вигляді пилу (твердих часток). Вода для цих скруберів рециркулюється в замкнутому циклі, а осад фарби відокремлюється й має періодично видалятися під час технічного обслуговування та постійно шляхом очищення байпасного потоку від осаду для подовження строку служби ванни. Одні й ті самі технології використовуються для відділення фарб на основі розчинників і фарб на водній основі.

Органічні розчинники, що містяться у фарбах на основі розчинників, переважно дуже леткі та погано розчиняються у воді. Фарби на водній основі мають значно меншу частку розчинника, який, проте майже повністю розчиняється у воді. Якщо ці розчинники мають дуже низький тиск пари, вони можуть накопичуватися у воді. Розчинники для фарб на водній основі накопичуються у воді, що циркулює в камері для фарбування розпиленням, лише до рівноважного стану (звичайні концентрації становлять близько 0,5%). Промивна вода камери для фарбування розпиленням проходить у замкнутому контурі та періодично оновлюється, тобто двічі на рік або рідше. Крім того, стічні води утворюються від очищення теплообмінників відпрацьованого повітря камери для фарбування розпиленням і теплових роторів, а також від зволоження вхідного повітря, що подається в камеру для фарбування розпиленням, хоча їхні обсяги дуже малі [ 38, TWG 2004 ] [ 212, TWG 2018 ].

Стічні води від знежирення та попередньої обробки зазвичай обробляються на установках з очищення відпрацьованих вод (зазвичай, але не завжди на тому ж об'єкті), детально описаних у ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ]. УОВВ також можуть очищати відпрацьовані води від інших видів діяльності на об'єкті. Очищені стічні води потім можуть скидатися прямо в поверхневі води, у муніципальну установку з очищення відпрацьованих вод або передаватися на іншу промислову установку з очищення відпрацьованих вод (на об'єкті або за його межами).

Точки скидання й очищення, що здійснюються, залежать від установки.

Дослідження, проведене COM<sup>19</sup>, визначило основні параметри та інші речовини, що становлять інтерес, що можуть скидатися зі стічними водами (у тому числі вищезгадані) і тому мають бути враховані під час збору даних. Вони наведені в Таблиці 2.21.

**Таблиця 2.21: Основні екологічні проблеми, пов'язані за стічними водами від нанесення покриття на легкові автомобілі, фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажних автомобілів, а також автобуси**

| Визначені основні параметри  | Параметри, що складають інтерес |
|--|---------------------------------|
| TSS, ЗОВ/ХСК, Ni, Zn, Cd, фенол, АОХ, фторид, фосфат. Також для вантажних автомобілів, кабін вантажних автомобілів та автобусів: Pb, Cr(VI) (авторизоване обмежене використання відповідно до REACH) | DEHP, NP/NPE, NMP               |

Дані про викиди стічних вод від нанесення покриття на транспортні засоби отримано від 25 установок. Основні застосовні технології описані в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас:

- **У процесі:**
  - заміщення;
  - зворотне каскадне промивання;

<sup>19</sup> Робочий документ COM 09/06/2016: Європейського бюро комплексного запобігання та контролю забруднення: Оцінка даних технічної робочої групи (TRG), поданих щодо викидів металів та інших викидів у воду для їхнього розгляду як основних екологічних проблем для установок, які здійснюють діяльність, що охоплюється ДПВ, Додаток I 6.7.

- **Технології очищення відпрацьованих вод:**
  - коагуляція та флокуляція;
  - нейтралізація;
  - седиментація (відстоювання);
  - фільтрування (використання піщаних фільтрів);
  - осадження;
  - флотаж
  - вакуумне дистилювання;
  - видалення ЛОС;
  - фізичне розділення;
  - біологічне очищення;
  - хімічне відновлення;
  - іонний обмін;

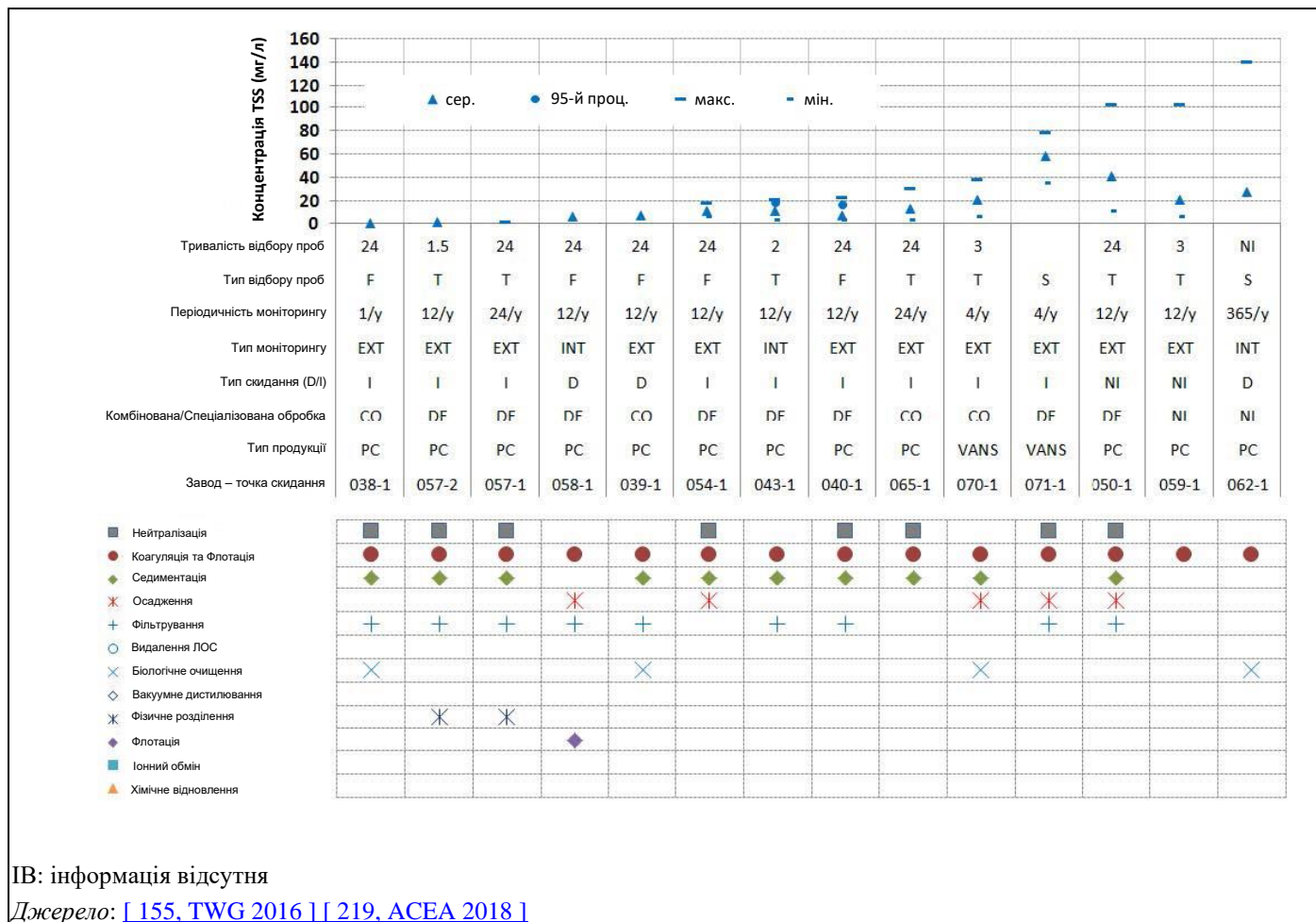
Повідомлені значення для кожної забруднювальної речовини надані в подальших розділах. Пояснення скорочень, що використовуються для даних про викиди у воду, надане в Таблиці 2.22.

**Таблиця 2.22: Пояснення скорочень, що використовуються для даних про викиди у воду**

| Тип скидання     |                       | Тип моніторингу                        |  |
|------------------|-----------------------|--|--|
| D                | Пряме                 | INT                                    | Внутрішній   |
| I                | Непряме               | EXT                                    | Зовнішній  |
| R                | Повторне використання | SM                                     | Самоконтроль   |
| Тип відбору проб |                       | Комбінована або спеціалізована обробка |  |
| T                | Пропорційний часу     | CO                                     | Комбінована установка з очищення відпрацьованих вод (УОВВ)   |
| F                | Пропорційний потоку   | DE                                     | Спеціально призначена установка для очищення відпрацьованих вод (УОВВ) лише для відпрацьованих вод, пов'язаних із поверхневою обробкою за допомогою органічних розчинників |
| S                | Точковий              |  |  |

### 2.3.2.5.1 Загальна кількість завислих твердих частинок (TSS)

Дані щодо значень загальної концентрації завислих твердих часток були надані щодо 13 заводів та 14 точок скидання. Розподіл повідомлених значень концентрації показано на Рисунку 2.31.



ІВ: інформація відсутня

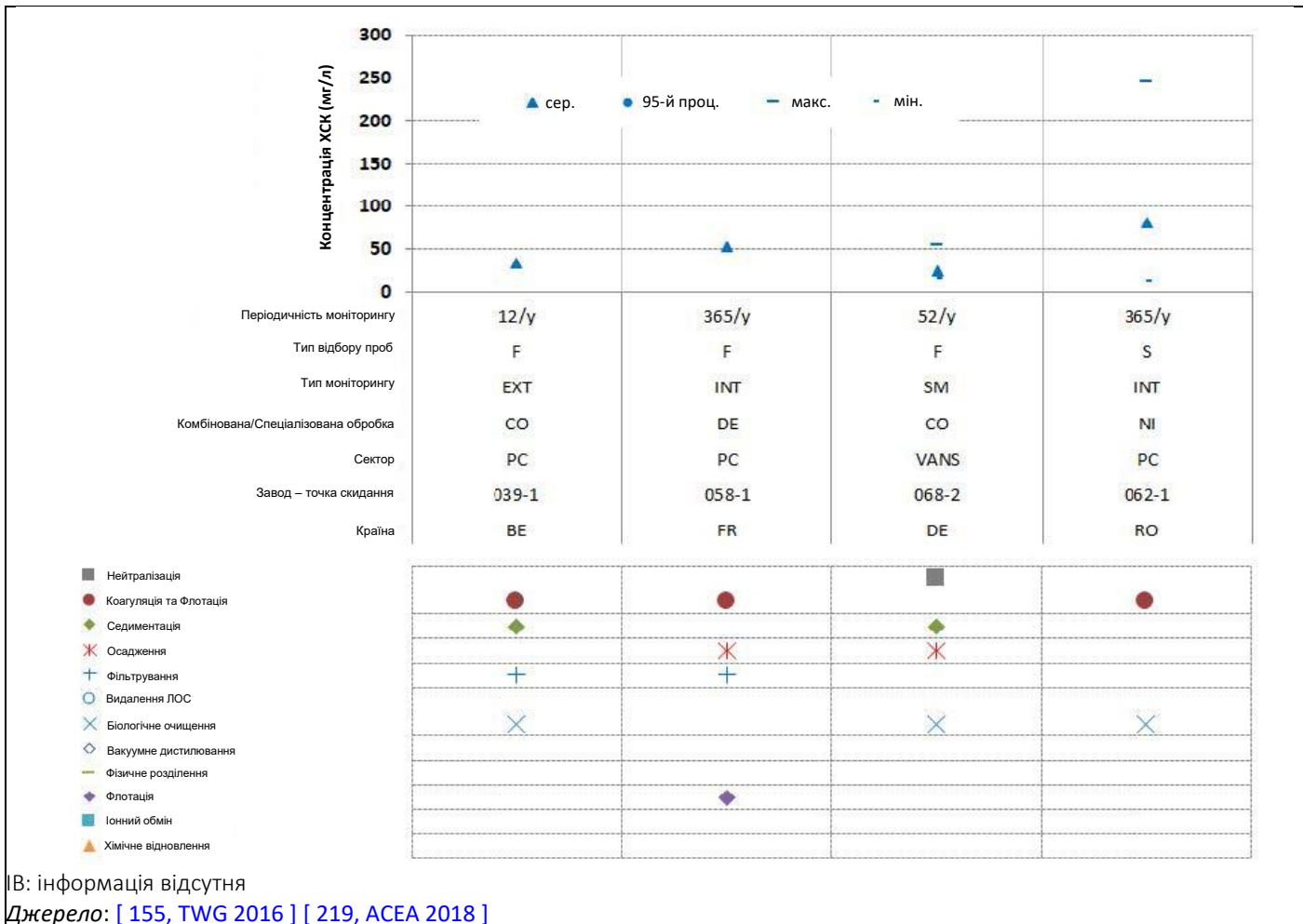
Джерело: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

**Рисунок 2.31: Значення концентрації TSS для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.)**

Тільки три значення належать до прямих скидань у приймальне водоймище, при цьому два з них нижче 6 мг/л.

### 2.3.2.5.2 Хімічне споживання кисню (ХСК) та загальний органічний вуглець (ЗОВ)

Повідомлені значення концентрації ХСК для прямих скидань надані на Рисунку 2.32. Загалом дані за 24 точками скидання, що відповідають як прямим, так і непрямим скиданням, були повідомлені щодо значень концентрації ХСК, а дані за 3 заводами (4 точки скидання) були надані щодо значень ЗОВ. Невелика кількість повідомлених значень ЗОВ не надала змоги вивчити можливу кореляцію між значеннями ЗОВ та ХСК.



**Рисунок 2.32: Значення концентрації ХСК для прямого скидання стічних вод заводів від нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.)**

**2.3.2.5.3 Нікель (Ni)**

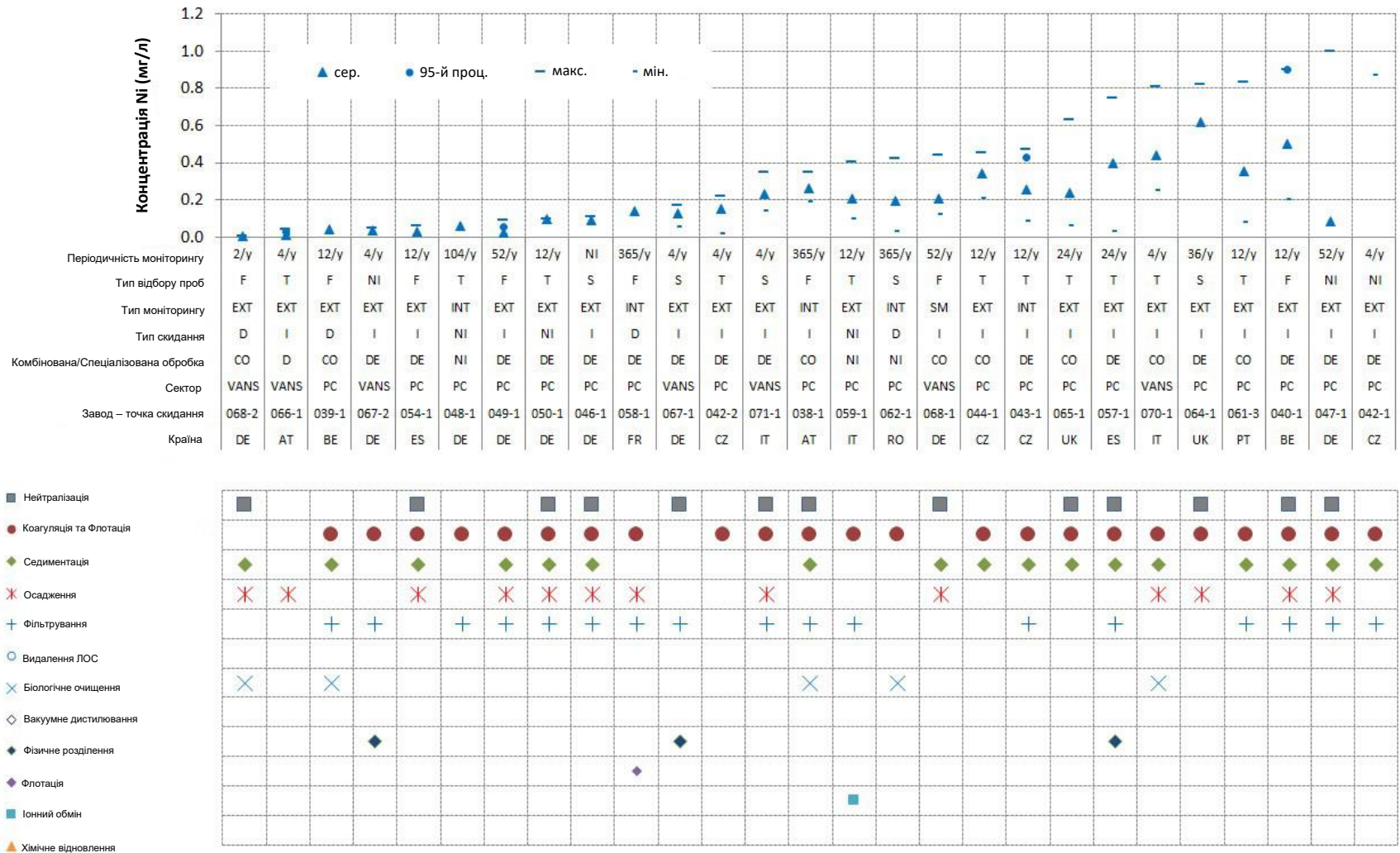
Дані про викиди нікелю повідомлені загалом для 27 точок скидання. Розподіл повідомлених значень концентрації показано на Рисунок 2.33.

У зібраних даних була відсутня інформація про тип використаного металевих листа. У разі використання металевих листів із більш високим вмістом нікелю викиди в стічні води можуть бути вищими, і витрати на очищення стічних вод можуть бути більшими [CZ коментар №14 у [ 212, TWG 2018 ]]. 3 27 повідомлених максимальних значень 15 нижче 0,4 мг/л.

**2.3.2.5.4 Цинк (Zn)**

Дані щодо значень концентрації цинку в стічних водах отримані за 25 заводами (всього 30 точок скидання). Розподіл повідомлених значень концентрації показано на Рисунок 2.34. У зібраних даних була відсутня інформація про тип використаного металевих листа. У разі використання металевих листів із більш високим вмістом цинку викиди у стічні води можуть бути вищими, і витрати на очищення стічних вод можуть бути більшими [CZ коментар №15 у [ 212, TWG 2018 ]]. Рівні, що досягаються, для більшості повідомлених точок викидів (23 з 30) нижче 0,6 мг/л (див. Рисунок 2.34).

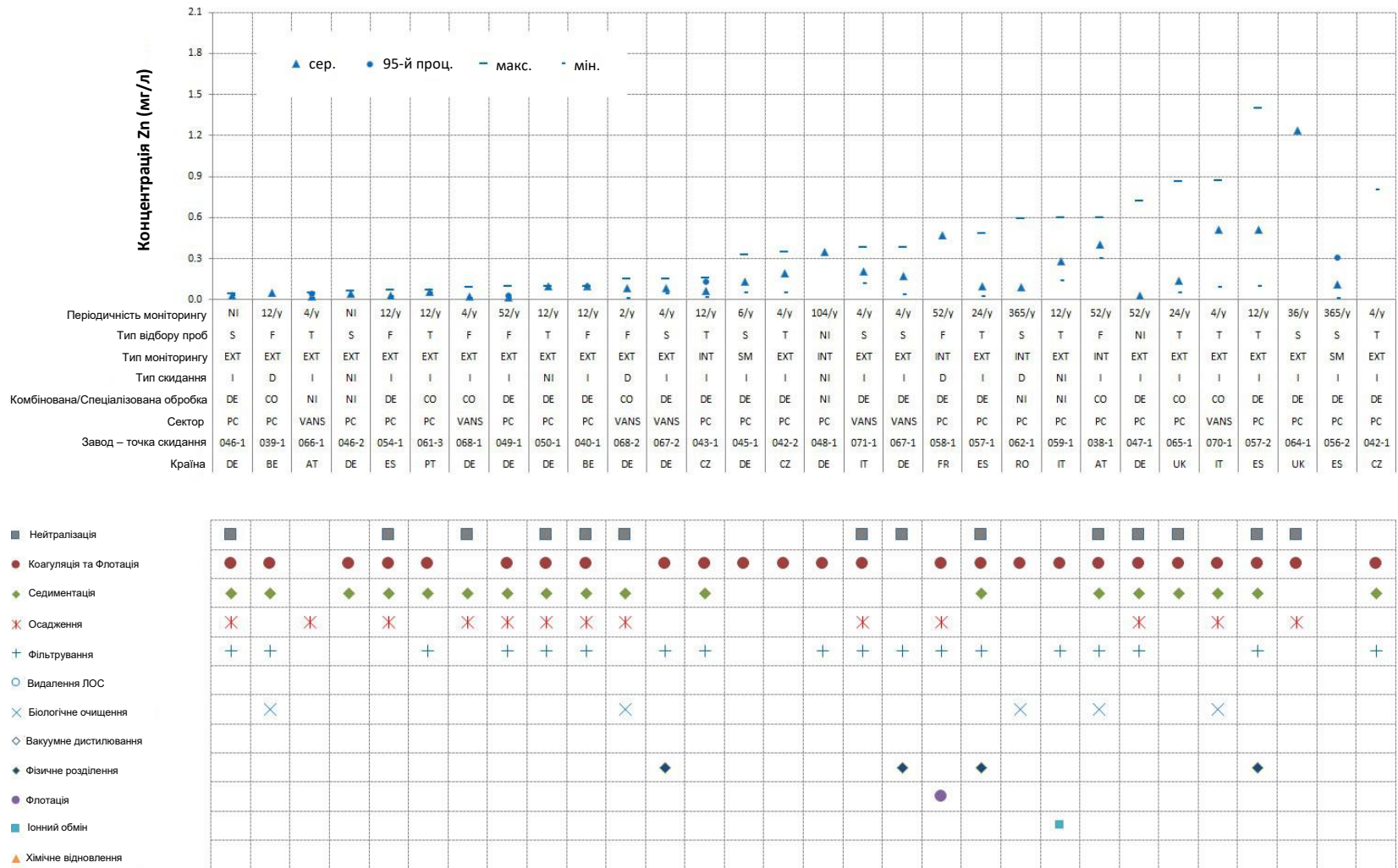




Примітка: Дані не показують: №042-1, сер: 15,7 мг/л та макс: 46 мг/л

Джерело: [ 155, TWG 2016 ] [ 219, ACEA 2018 ]

Рисунок 2.33: Значення концентрації Ni для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.)



Примітка: Дані не показують: №064-1, максимальне значення: 3,66 мг/л, №056-2, максимальне значення: 3,7 мг/л, №042-1, середнє значення: 36,7 мг/л, максимальне значення: 85 мг/л

Джерело: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Рисунок 2.34: Значення концентрації Zn для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.)

### 2.3.2.5.5 Шестивалентний хром (Cr(VI)) та загальний хром (Cr загальний)

Низка об'єктів повідомила про низькі значення Cr(VI) (див. Таблицю 2.23) та загального Cr (див. Таблицю 2.24). Інформація від галузі підтвердила:

- використання шестивалентного хрому в транспортних засобах загалом було припинено до 2003 р. відповідно до вимог Директиви про транспортні засоби із вичерпаним строком експлуатації<sup>20</sup>;
- у випадках, коли вимірювання здійснювалися, вони ґрунтувалися на неактуальних вимогах до дозволів;
- деякі значення являли собою помилки, зроблені під час запису, у яких пропущено символи «менше» (<);
- більшість значень були нижчі за ГВ (що може збігатися з граничним допустимим значенням).

Декілька значень слідів можуть бути віднесені до одного або кількох із наступних джерел:

- Проби з потоків стічних вод у поєднанні з іншими видами діяльності, включно з комунально-побутовими стічними водами та іншими невідомими джерелами.
- Слідів кількості Cr можуть бути викликані травленням поверхонь із неіржавної сталі (наприклад, труб, резервуарів для обробки, кузовів автомобілів, ерозія електродів з неіржавної сталі в резервуарах для покриття електроосадженням). Проте вони не вивчені детально.

<sup>20</sup> Директива 2000/53/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 18 вересня 2000 року про транспортні засоби із вичерпаним строком експлуатації.

Таблиця 2.23: Значення концентрації Cr(VI) для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.)

| Країна | Завод – точка скидання | Тип заводу | Обробка комбінована (комб)/спеціалізована (спец) | Тип скидання | Тип моніторингу | Частота | Тип проби | Тривалість відбору проб | Кількість проб | Середнє значення (мг/л) | Максимум (мг/л) | Мінімум (мг/л) | ГДЗВ (мг/л) |
|--------|------------------------|------------|--|--------------|-----------------|---------|-----------|-------------------------|----------------|-------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| DE     | 050-1                  | PC         | DE   | IB           | EXT             | 12/р.   | T         | 24                      | 12             | 0,01                    | 0,01            | 0,01           | 0,1         |
| DE     | 047-1                  | PC         | DE   | I            | EXT             | 52/р.   | IB        | IB                      | 46             | 0,0101                  | 0,01            | IB             | 0,1         |
| AT     | 066-2                  | ФУРГОНИ    | DE   | I            | EXT             | 1/р.    | T         | 24                      | 5              | 0,02                    | 0,02            | 0,02           | 0,05        |
| DE     | 067-1                  | ФУРГОНИ    | DE   | I            | EXT             | 4/р.    | S         | 0,16                    | 4              | 0,02                    | 0,02            | 0,02           | 0,1         |
| PT     | 061-3                  | PC         | CO   | I            | EXT             | 12/р.   | T         | 24                      | 12             | 0,018                   | 0,062           | 0,01           | 0,2         |
| IT     | 071-1                  | ФУРГОНИ    | DE   | I            | EXT             | 4/р.    | S         | IB                      | 4              | 0,1                     | 0,1             | 0,1            | НІ          |
| IT     | 059-1                  | PC         | IB   | IB           | EXT             | 12/р.   | T         | 3                       | 12             | 0,1                     | 0,1             | 0,1            | 0,2         |
| IT     | 070-1                  | ФУРГОНИ    | CO   | I            | EXT             | 4/р.    | T         | 3                       | 3              | 0,1                     | 0,1             | 0,1            | 0,2         |

Примітка:

IB: Інформація відсутня.

Джерело: [ 155, TWG 2016 ] [ 219, ACEA 2018 ]

Таблиця 2.24: Значення концентрації Сг для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.)

| Країна | Завод – точка скидання | Тип заводу | Обробка комбінована (комб)/спеціалізована (спец) | Тип скидання | Тип моніторингу | Частота | Тип проби | Тривалість відбору проб | Кількість проб | Середнє значення (мг/л) | Максимум (мг/л) | Мінімум (мг/л) | ГДЗВ (мг/л) |
|--------|------------------------|------------|--|--------------|-----------------|---------|-----------|-------------------------|----------------|-------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| DE     | 068-2                  | ФУРГОНИ    | СО   | D            | EXT             | 2/р.    | F         | 2                       | 2              | 0,005                   | 0,005           | 0,005          | 0,05        |
| DE     | 067-2                  | ФУРГОНИ    | DE   | I            | EXT             | 4/р.    | IB        | 0,16                    | 4              | 0,004                   | 0,006           | 0,003          | 0,5         |
| DE     | 067-1                  | ФУРГОНИ    | DE   | I            | EXT             | 4/р.    | S         | 0,16                    | 4              | 0,005                   | 0,006           | 0,003          | 0,5         |
| ES     | 057-1                  | PC         | DE   | I            | EXT             | 24/р.   | T         | 24                      | 24             | 0,005                   | 0,02            | 0,005          | НІ          |
| DE     | 068-1                  | ФУРГОНИ    | СО   | I            | EXT             | 4/р.    | F         | 2                       | 5              | 0,01                    | 0,02            | 0,005          | 0,5         |
| PT     | 061-3                  | PC         | СО   | I            | EXT             | 12/р.   | T         | 24                      | 12             | 0,04                    | 0,05            | 0,005          | 2           |
| DE     | 048-1                  | PC         | IB   | IB           | INT             | 104/р.  | T         | 2                       | 104            | 0,05                    | IB              | IB             | 0,5         |
| AT     | 066-2                  | ФУРГОНИ    | DE   | I            | EXT             | 1/р.    | T         | 24                      | 5              | 0,05                    | 0,05            | 0,05           | 0,5         |
| UK     | 064-1                  | PC         | DE   | I            | EXT             | 36/р.   | S         | 24                      | 36             | 0,023                   | 0,055           | IB             | 10          |
| DE     | 050-1                  | PC         | DE   | IB           | EXT             | 12/р.   | T         | 24                      | 12             | 0,1                     | 0,1             | 0,1            | 0,5         |
| IT     | 071-1                  | ФУРГОНИ    | DE   | I            | EXT             | 4/р.    | S         | IB                      | 4              | 0,2                     | 0,2             | 0,2            | НІ          |
| IT     | 059-1                  | PC         | IB   | IB           | EXT             | 12/р.   | T         | 3                       | 12             | 0,2                     | 0,2             | 0,2            | 4           |
| IT     | 070-1                  | ФУРГОНИ    | СО   | I            | EXT             | 4/р.    | T         | 3                       | 3              | 0,2                     | 0,2             | 0,2            | 4           |
| DE     | 047-1                  | PC         | DE   | I            | EXT             | 52/р.   | IB        | IB                      | 46             | 0,0148                  | 0,24            | IB             | 0,5         |
| RO     | 062-1                  | PC         | IB   | D            | INT             | 365/р.  | S         | 1,15                    | 232            | 0,043                   | 0,28            | 0,0054         | IB          |
| ES     | 057-2                  | PC         | DE   | I            | EXT             | 12/р.   | T         | 1,5                     | 12             | < 17,44                 | < 50            | < 0,1          | IB          |

Примітка:

IB: Інформація відсутня.

Джерело: [ 155, TWG 2016 ] [ 219, ACEA 2018 ]

### 2.3.2.5.6 Адсорбовані органічні галогени (АОХ)

Дані щодо значень концентрації АОХ у стічних водах отримані за 16 заводами (всього 18 точок скидання). Розподіл повідомлених значень концентрації показано на Рисунку 2.35.

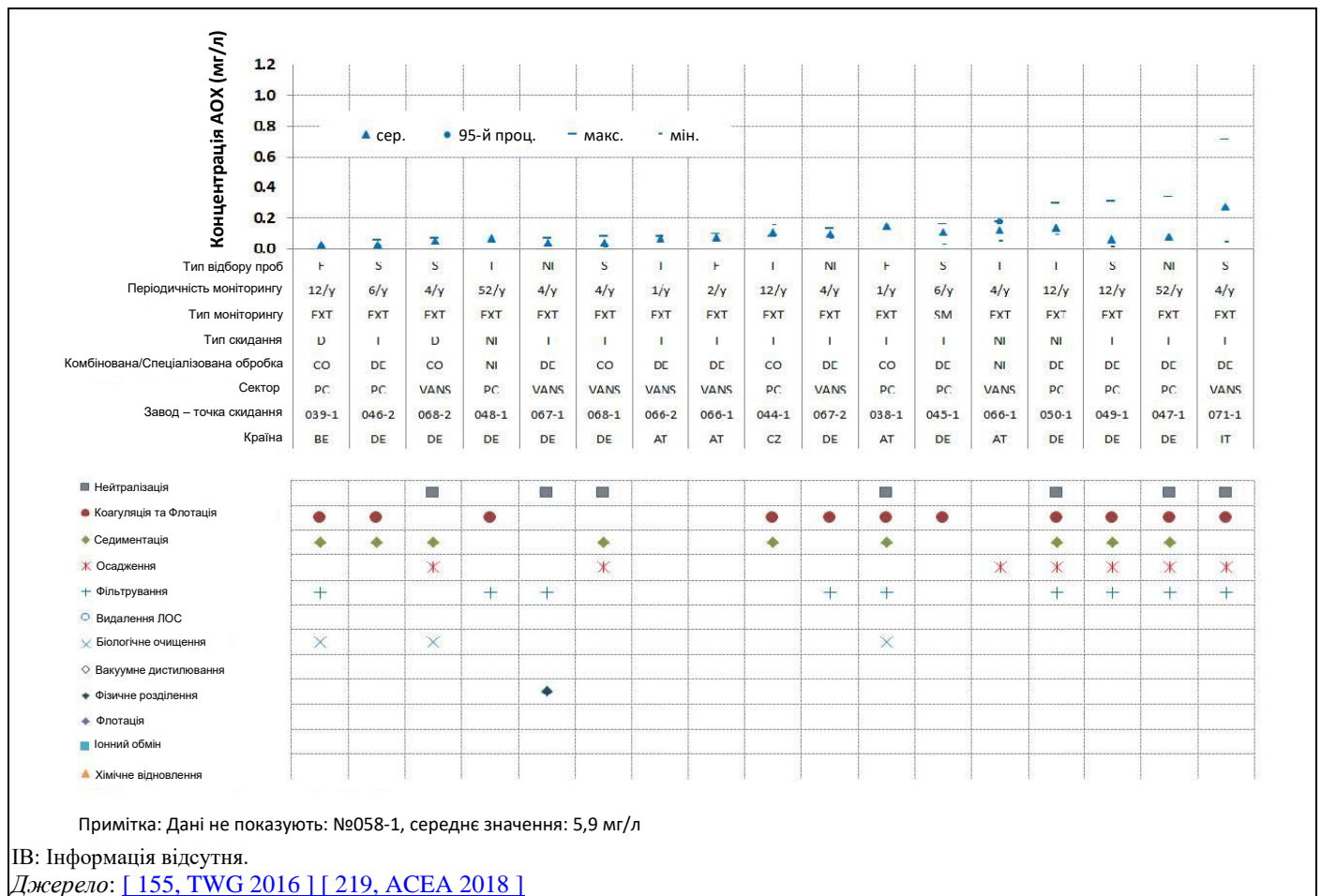
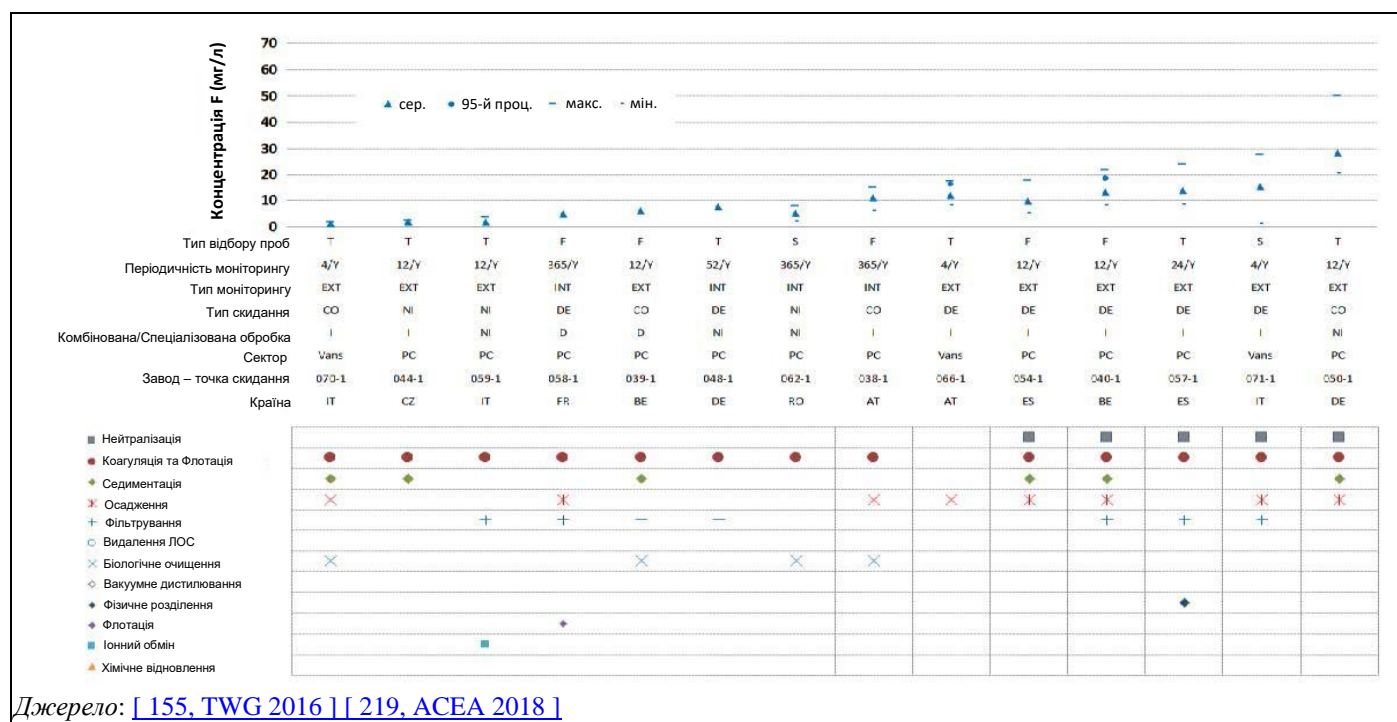


Рисунок 2.35: Значення концентрації АОХ для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.)

### 2.3.2.5.7 Фторид (F-)

Дані щодо значень концентрації фторидів у стічних водах отримані для 14 заводів. Розподіл повідомлених значень концентрації показано на Рисунку 2.36. Усі значення, крім одного, нижче 16 мг/л. Конкретних технологій видалення фторидів наприкінці виробничого циклу не виявлено.

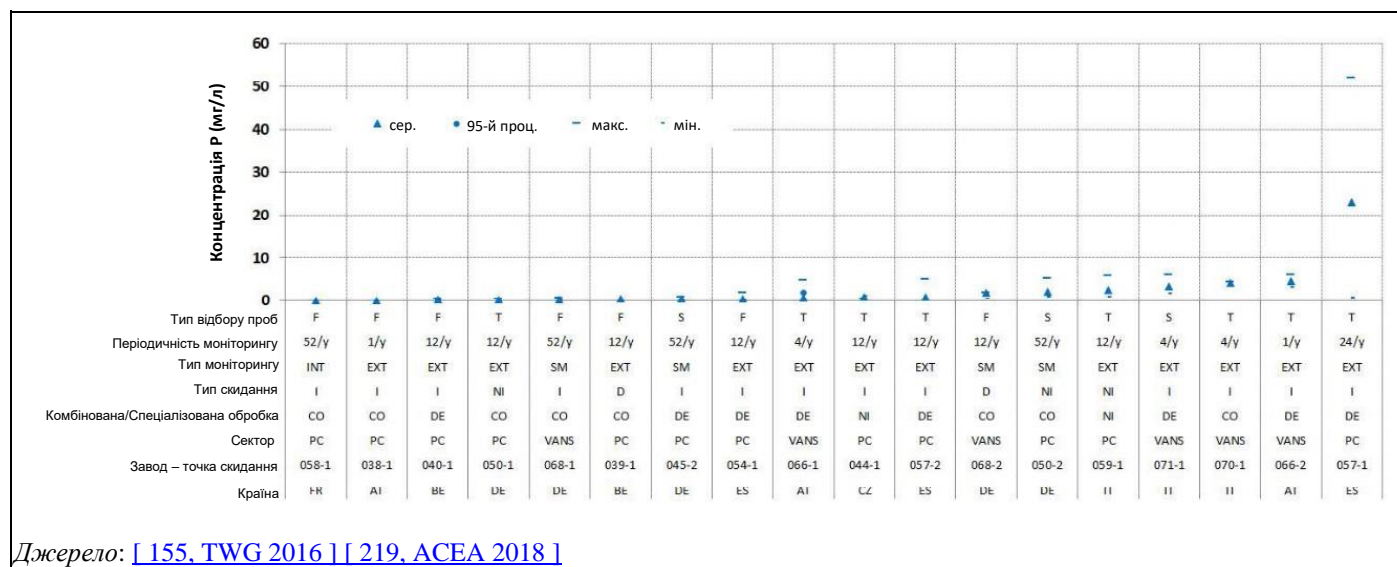


Джерело: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Рисунок 2.36: Значення концентрації фторидів для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.)

### 2.3.2.5.8 Загальний фосфор (ЗФ)

Дані щодо значень концентрації загального фосфору в стічних водах отримані за 14 заводами (всього 18 точок скидання). Розподіл повідомлених значень концентрації показано на Рисунку 2.37. Для всіх точок скидання, крім одної, повідомлені максимальні значення нижче 6 мг/л.

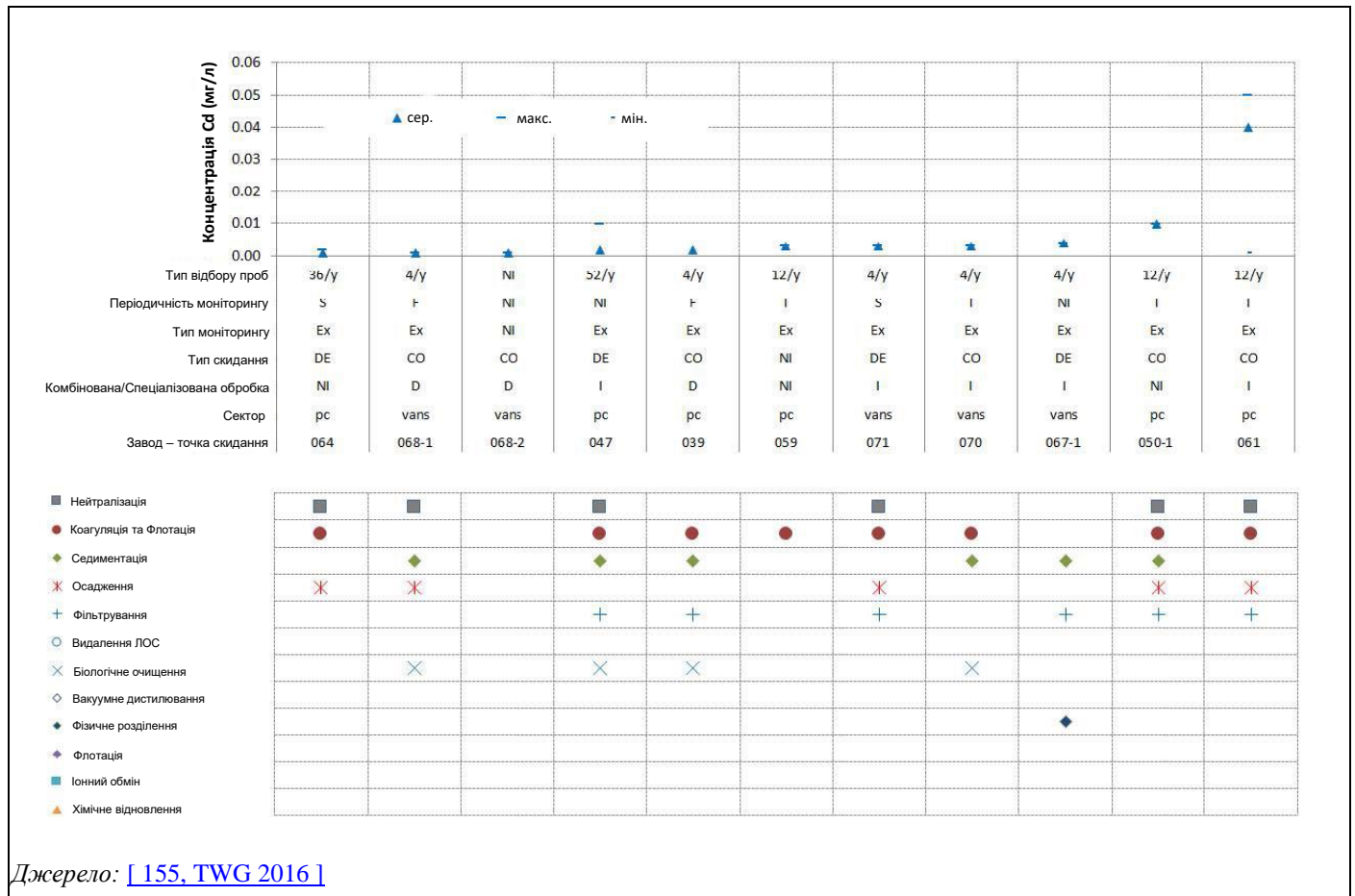


Джерело: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Рисунок 2.37: Значення концентрації загального фосфору (ЗФ) для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.)

### 2.3.2.5.9 Кадмій (Cd)

Дані щодо значень концентрації кадмію в стічних водах отримані для 11 точок скидання. Розподіл повідомлених значень концентрації показано на Рисунку 2.38.



Джерело: [155, TWG 2016]

**Рисунок 2.38: Значення концентрації кадмію (Cd) для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на транспортні засоби (дані за 2015 р.)**

Майже всі повідомлені значення нижче 0,004 мг/л; тільки два заводи повідомили про вищі значення: одне з концентрацією кадмію 0,01 мг/л, а друге – 0,05 мг/л.

Використання кадмію в транспортних засобах було припинено до 2003 року відповідно до вимог Директиви 2000/53/ЄС. Кадмій є забруднювачем сполук цинку низького рівня.

### 2.3.2.5.10 Фенольний індекс

Тільки вісім заводів повідомили значення концентрації викидів для фенольного індексу, водночас всі значення, крім двох, нижче 0,05 мг/л (одне 0,25 мг/л, а друге – близько 3,4 мг/л).



### 2.3.2.6 Утворення відходів

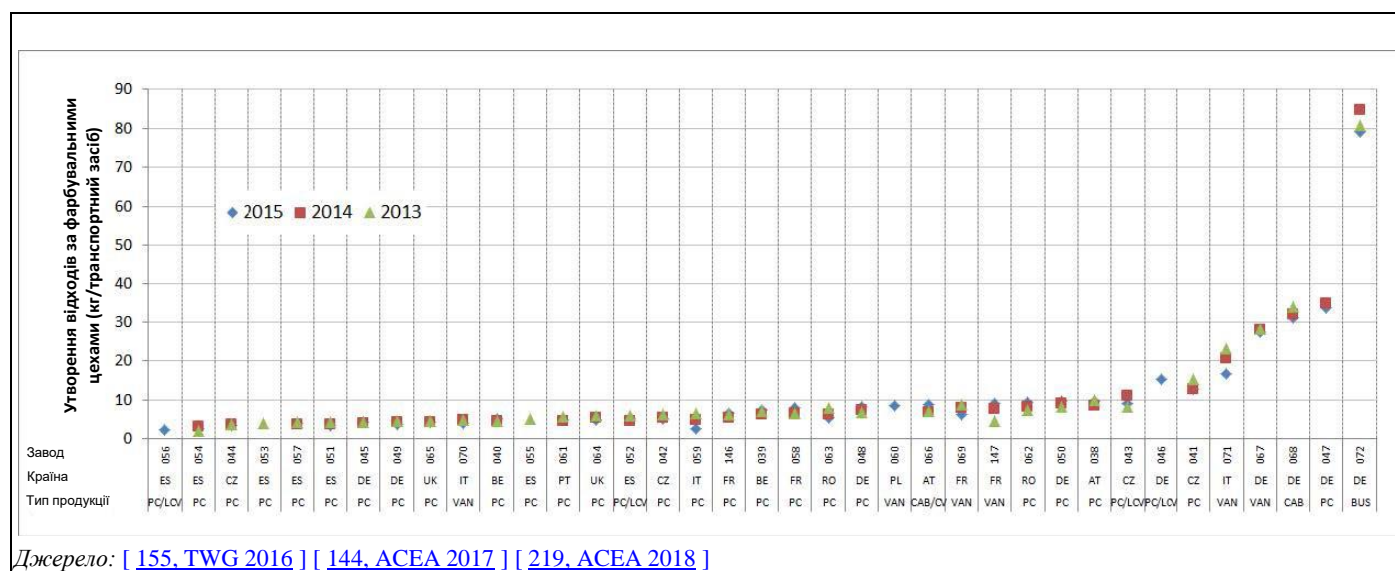
[ 155, TWG 2016 ] [ 142, ACEA 2016 ] [ 144, ACEA 2017 ] [ 219, ACEA 2018 ]

У цехах для фарбування транспортних засобів утворюється суміш шкідливих та нешкідливих відходів. Приблизний перелік основних типів відходів, характерних для фарбувальних цехів, про які повідомляється, наданий нижче:

- відходи фарби;
- пластизолі, герметики, клейкі речовини;
- використані розчинники;
- осад фарби;
- вапняк (з надлишком розпилення фарби);
- фільтри (з надлишком розпилення фарби);
- інші (ЛОС);
- фосфатний осад;
- осад, що не містить ЛОС з УОВВ фарбувального цеху.

Подальші роз'яснення щодо типів відходів та вмісту розчинників наведено в наступному розділі.

На Рисунку 2.39 показано повідомлені дані про утворення відходів у фарбувальних цехах (виражені в кг/транспортний засіб) для різних типів цехів фарбування автомобілів.



Джерело: [ 155, TWG 2016 ] [ 144, ACEA 2017 ] [ 219, ACEA 2018 ]

**Рисунок 2.39: Загальні дані про утворення відходів (кг/транспортний засіб) для цехів фарбування автомобілів (дані за період 2013–2015 р.)**

У наступній таблиці узагальнено повідомлені дані щодо кількості відходів, що утворюється в цехах фарбування автомобілів за типами транспортних засобів.

Таблиця 2.25: Загальні дані про утворення відходів для цехів фарбування автомобілів

| Тип продукції | Повідомлені дані (1)<br>2015 |   |  | Галузевий звіт (2)<br>2012 |   |  |
|---------------|------------------------------|---|--|----------------------------|---|--|
|               | Кількість заводів            | Середнє значення<br>(кг/транспортний засіб) | 50% середній діапазон<br>(кг/транспортний засіб) | Кількість заводів          | Середнє значення<br>(кг/транспортний засіб) | 50% середній діапазон<br>(кг/транспортний засіб) |
| РС            | 26                           | 7,3   | 4,0-8,9  | 59                         | 4,59  | 3,16-5,91  |
| ФУРГОН        | 6                            | 12,1  | 6,9-14,9   | 8                          | 13,4  | 7,9-14,0   |
| CV/ CV-кабіна | 2                            | 19,9  | НД   | Кабіни: 5                  | 7,4   | 1,6-11,1   |
|               |                              |   |  | CV: 4                      | 7,47  | НД   |
| АВТОБУС       | 1                            | 79,0  | НД   | 6                          | 179   | 70-155   |

Примітка:  
НД: Немає даних.  
(1) Джерело: [ 155, TWG 2016 ] [ 144, ACEA 2017 ] [ 219, ACEA 2018 ]  
(2) Джерело: [ 142, ACEA 2016 ]

До основних запропонованих технологій зменшення кількості відходів, що спрямовуються на утилізацію, належать: відновлення використаних розчинників (одна установка повідомила про річне відновлення 37 000 кг розчинників); зниження вмісту води у відходах, наприклад, за допомогою фільтрпресу для обробки осаду стічних вод; та скорочення утворення осаду та відходів шляхом скорочення кількості циклів очищення через зміну кольору.

### 2.3.2.6.1 Вміст розчинника у відходах

[ 144, ACEA 2017 ]

Дані про вміст розчинників у різних відходах були проаналізовані для визначення основних параметрів для відповідних типів відходів.

Основні результати наведені в Таблиці 2.26.

Таблиця 2.26: Вміст розчинників у основних типах відходів цехів фарбування автомобілів

| Тип                                    | Кількість проб |                         | Середнє значення | Станд. відх. | Мін. | Макс. | Медіана     | > 25% | < 75% |
|--|----------------|-------------------------|------------------|--------------|------|-------|-------------|-------|-------|
|  | Усі            | З вмістом розчинника у% | %                | % від сер.   | %    | %     | %           | %     | %     |
| Відходи фарби                          | 28             | 18                      | <b>34,4</b>      | 66           | 0,4  | 70,0  | <b>27,5</b> | 12,0  | 50,0  |
| Пластизолі, герметики, клейкі речовини | 16             | 8                       | <b>3,0</b>       | 88           | 0,0  | 9,0   | <b>2,2</b>  | 1,2   | 4,1   |
| Використані розчинники                 | 59             | 49                      | <b>61,7</b>      | 47           | 0,9  | 100,0 | <b>65,9</b> | 47,3  | 91,7  |
| використані розчинники Н               | НД             | 28                      | <b>93,7</b>      | 8            | 75,0 | 100,0 | <b>91,9</b> | 88,3  | 99,8  |
| використані розчинники М               | НД             | 5                       | <b>52,8</b>      | 7            | 48,3 | 57,7  | <b>52,6</b> | 50,4  | 54,9  |
| використані розчинники L               | НД             | 16                      | <b>9,6</b>       | 78           | 0,0  | 24,0  | <b>9,9</b>  | 3,3   | 16,8  |
| Осад фарби                             | 43             | 26                      | <b>4,7</b>       | 172          | 0,0  | 40,0  | <b>2,0</b>  | 0,6   | 3,8   |
| Вапняк                                 | 2              | 1                       | <b>0,2</b>       |              | 0,2  | 0,2   | <b>0,2</b>  | 0,2   | 0,2   |
| Інші (ЛОС)                             | 26             | 9                       | <b>10,2</b>      | 128          | 0,0  | 30,0  | <b>1,5</b>  | 0,5   | 24,8  |
| Фосфатний осад                         | 23             | 2                       | <b>0,1</b>       | НД           | 0,0  | 1,5   | <b>0,0</b>  | 0,0   | 0,0   |
| Інші (без вмісту ЛОС)                  | 59             | 1                       | <b>0,0</b>       | НД           | 0,0  | 0,1   | <b>0,0</b>  | 0,0   | 0,0   |
| Не характерні для фарбувального цеху   | 21             | 2                       | <b>0,2</b>       | НД           | 0,0  | 0,2   | <b>0,1</b>  | 0,1   | 0,2   |

Примітка:  
НД: Немає даних.

Під **відходами фарби** розуміють прострочений фарбувальний матеріал або фарба, що підлягає утилізації з інших причин. Її склад нагадує склад нового матеріалу; проте, невеликі кількості розчинників можуть бути додані на об'єкті для регулювання в'язкості. На деяких заводах фарби з вичерпаним строком придатності можуть бути повернені постачальнику, а не спрямовуватися до об'єкта з утилізації відходів.

**Пластизолі**, такі як матеріали для герметизації швів, **клейкі речовини** або покриття для низу кузова, зазвичай наносяться після покриття електроосадженням і перед операціями фарбуванням розпиленням. За хімічною характеристикою вони є високомолекулярними матеріалами (ПВХ, ПУ, гума або епоксидні смоли тощо) з різним вмістом пластифікаторів, іноді з леткістю, подібною до ЛОС.

Відходами пластизолу є матеріал із вичерпаним строком придатності в контейнерах, пластикова плівка з послідом або шпаклювальний матеріал із прилиплим герметиком, або покриття дна кузова.

**Використані розчинники** зазвичай є розріджувачами або органічними очищувальними засобами, змішаними з різною кількістю фарби. Вони утворюються в процесі зі зміни фарби або очищення чаші.

Наявні дані вказують на те, що можна виділити три підтипи використаних розчинників із різним вмістом розчинника:

- «**H**» висока концентрація розчинника: у середньому 92%, 50% середній діапазон: від 88% до > 99%;
- «**M**» середня концентрація розчинника: у середньому 53%, 50% середній діапазон: від 50% до 55%;
- «**L**» низька концентрація розчинника: у середньому 10%, 50% середній діапазон: від 3% до 17%.

Розчинники типу «**H**» (high) використовуються в нанесенні прозорих покриттів або в разі використання фарб на основі розчинників. Розчинники типу «**L**» (low) зазвичай є сумішшю бутилгліколю і води з ґрунтовкою або базовим покриттям на водній основі. Якщо обидва типи розчинників збираються в одному й тому ж резервуарі, утворюються розчинники типу «**M**» (medium).

**Надлишок розпилення фарби (осад фарби)** від операцій фарбування розпиленням вводиться в системи очищення відхідних газів для зниження концентрації часток (фарби) у витяжному повітрі. Донедавна скрубери Вентурі або еквівалентні системи мокрих скрубєрів використовувалися у всіх великих цехах фарбування транспортних засобів. У нових фарбувальних цехах встановлюються сухі протиаерозольні фільтри, і частки фарби вловлюються або розпиленням вапняком, або в картонних фільтрувальних коробках.

Осаджені частинки фарби видаляються з резервуара з водою систем мокрих скрубєрів шляхом коагуляції та седиментації. Первинний осад фарби далі зневоднюється з використанням різних технологій, які дають пастоподібні (>80% води) або тверді (<40% води) відходи.

Повідомляється вміст розчинника від 1% до 4%, але в деяких випадках вимірюються або розраховуються вищі концентрації. На одній установці (Завод №066), повідомляється про осад фарби з концентрацією розчинника 40%, який, швидше за все, є або відходом фарби, або сумішшю фарб на основі розчинника з операцій зміни фарби.

#### **Інші відходи, що містять розчинники**

До цієї групи належать інші відходи, що містять розчинники. Є дані про вміст розчинника для деяких із цих відходів, і в більшості випадків вміст розчинника нижче 5%, але в залишках воску після операцій захисту порожнини на основі розчинника вміст розчинника становить від 20% до 30%.

### **2.3.2.6.2 Масовий потік розчинника у відходах (параметр Об балансу маси розчинника)**

[ 144, ACEA 2017 ]

На основі наданих даних, коли повідомляються як кількість відходів, так і вміст розчинників, а також відома загальна поверхня кузова всіх пофарбованих транспортних засобів, розраховується масовий потік відходів у г/м<sup>2</sup>. Результати цього розрахунку продемонстровані в Таблиці 2.27.

Таблиця 2.27: Внесок відходів, що містять розчинник, у масовий потік розчинника (параметр Об балансу маси розчинника)

| Тип відходів                           | Кількість заводів | Середнє значення | Мін. | Макс. | Медіана | > 25% | < 75% |
|--|-------------------|------------------|------|-------|---------|-------|-------|
|  |                   | г/м <sup>2</sup> |      |       |         |       |       |
| Інші (ЛОС)                             | 6                 | 0,18             | 0,00 | 0,68  | 0,0     | 0,0   | 0,3   |
| Осад фарби                             | 23                | 0,91             | 0,00 | 8,68  | 0,3     | 0,1   | 0,6   |
| Пластизолі, герметики, клейкі речовини | 8                 | 0,13             | 0,00 | 0,33  | 0,1     | 0,0   | 0,3   |
| Відходи фарби                          | 11                | 0,70             | 0,00 | 4,31  | 0,3     | 0,2   | 0,6   |
| Використані розчинники                 | 24                | 8,87             | 0,10 | 26,74 | 5,7     | 2,8   | 11,6  |

Наведені вище дані вказують на великий внесок використаних розчинників у параметр Об (розчинники у відходах) з масовим потоком від 3 г/м<sup>2</sup> до 15 г/м<sup>2</sup> в більшості випадків. Для більшості заводів, про які повідомляється, використані розчинники становлять понад 80% всього вмісту розчинників у відходах.

## 2.4 ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА АВТОМОБІЛІ

У Главі 17 описані загальні технології (тобто ті, що зазвичай використовуються), які також можуть бути застосовні до автомобільної промисловості. У Таблиці 2.28 показані загальні технології, що стосуються нанесення покриття на транспортні засоби, що описані в Главі 17. Ці технології не повторюються в цьому розділі, якщо тільки не була надана інформація, що стосується цієї галузі. Опис типу інформації, що розглядається для кожної технології, наведено в Таблиці 17.1.

Зведена довідкова інформація ТФТЕІ для нанесення покриття на легкові автомобілі [ 147, ТФТЕІ 2016 ] містить важливі дані про витрати та переваги на європейському рівні первинних та вторинних технологій скорочення викидів ЛОС. Проте підхід ТФТЕІ обов'язково має обмежувати її комплексність, і наводяться лише основні технології без урахування інших факторів НДТМ, таких як сумісність та вплив на різні компоненти доквілля, або технічних характеристик окремих установок та продуктів [ 84, ЕГТЕІ 2005 ] [ 147, ТФТЕІ 2016 ]. Наприклад, модернізація фарбувальних цехів із заміною мокрого скруберного очищення на сухе, якщо це технічно можливо, коштуватиме приблизно 10–20 мільйонів євро за лінію [АСЕА коментар №194 у [ 212, ТWG 2018 ]].

Таблиця 2.28: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі

| Технологія   | Номер розділу |
|--|---------------|
| Технології екологічного менеджменту                | 17.1          |
| Зберігання та поводження із сировиною              | 17.2          |
| Моніторинг   | 17.3          |
| Використання води та утворення стічних вод         | 17.4          |
| Управління енергоспоживанням та енергоефективність | 17.5          |
| Управління сировиною (у тому числі заміщення)      | 17.6          |
| Процеси та обладнання для нанесення покриття       | 17.7          |
| Технології сушіння та/або затвердіння              | 17.8          |
| Технології очищення                                | 17.9          |
| Видалення та очищення відхідних газів              | 17.10         |
| Технології очищення відпрацьованих вод             | 17.11         |
| Технології управління відходами                    | 17.12         |
| Виділення запахів                                  | 17.13         |

Якщо не вказано інше, цифри (наприклад, г ЛОС/м<sup>2</sup>, витрати, викиди, споживання енергії), наведені в цій главі, стосуються легкових автомобілів.

У дослідженні щодо встановлення витрат і переваг різних підходів до зниження викидів ЛОС у нанесенні покриттів на легкові автомобілі розглядалися чотири сімейства фарбувальних цехів, які охоплюють 70 із 74 наявних великосерійних цехів фарбування автомобілів: SB, SB-MIX, WB і інтегровані (у фарбувальних цехах SB-MIX існує два варіанти, див. Розділ 2.4.2.1). [ 147, ТФТЕІ 2016 ].

Викиди розчинників можна скоротити, застосовуючи заходи в процесі (первинні) та наприкінці виробничого циклу (вторинні).

Можливі первинні заходи [ 147, ТФТЕІ 2016 ]:

- покращене управління розчинниками (наприклад, збирання розчинника);
- оптимізація циклів очищення;
- підвищення ефективності перенесення та технології нанесення.

На кількох або всіх етапах процесу нанесення покриття можуть використовуватися різні окремі технології, і зазвичай використовується комбінація технологій.

Оцінку скорочення викидів за допомогою можливих первинних заходів надано в Таблиці 2.29 (діапазон вказаний у квадратних дужках).

**Таблиця 2.29: Зменшення викидів ЛОС – первинні заходи (кейс-стаді)**

| Первинні заходи   | Зменшення викидів ЛОС (г/м <sup>2</sup> ). | Кількість об'єктів для збору даних |
|---|--|------------------------------------|
| Збір розчинників  | 2,4<br>[0,5–4,5]                           | 5                                  |
| Оптимізація циклів очищення   | 0,6<br>[0,05–1,8]                          | 6                                  |
| 100% автоматизація нанесення ґрунтовки, базового покриття, прозорого покриття   | 1,2<br>[1,1–1,2]                           | 2                                  |
| Оптимізація технології зміни кольору (базове покриття)  | 0,5<br>[0,07–1,1]                          | 4                                  |
| Інноваційна технологія нанесення (наприклад, bell-bell)   | 0,8<br>[0,6–1]                             | 2                                  |
| 100% автоматизація нанесення внутрішнього нанесення покриття за допомогою розпилення з обертальними чашами та пристроями зміни кольору з низьким рівнем втрат (базовий шар, прозорий шар) | 2,6<br>[0,8–6]                             | 2                                  |
| Заміна нанесення пневматичними фарборозпилювачами за допомогою роботів на електростатичні чаші (базове покриття)  | 0,23                                       | 1                                  |
| <i>Джерело: [ 147, TFTEI 2016 ]</i>   |  |                                    |

Зазначається, що неможливо визначити максимально досяжне значення скорочення викидів ЛОС шляхом підсумовування всіх можливих первинних заходів із двох причин:

- Конкретний ефект скорочення викидів кожного окремого заходу різний для кожного етапу процесу та фарбової системи, що використовується.
- Не всі первинні заходи можна поєднувати; деякі заходи є взаємовиключними.

Вторинні заходи, що розглядаються в [ 147, TFTEI 2016 ] для цехів фарбування транспортних засобів:

- термічне окиснення ЛОС у відхідних газах печей та/або камер для фарбування розпиленням без попереднього концентрування ЛОС;
- попереднє концентрування ЛОС із допомогою технології адсорбції з подальшим термічним окисненням ЛОС.

Розрахункове потенційне зменшення викидів, а також розраховані загальні викиди ЛОС від застосування вторинних заходів надані в Таблиці 2.30 (діапазон вказаний у квадратних дужках).

**Таблиця 2.30: Розрахункове зменшення викидів ЛОС і розраховані загальні викиди (г/м<sup>2</sup>) для застосування вторинних заходів (кейс-стаді)**

| Референтні установки  | 1<br><i>SB</i>      | 2<br><i>SB-MIX</i>  | 3<br><i>WB</i>      | 4<br><i>Інтегрований процес</i> |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|
| Викиди ЛОС (г/м <sup>2</sup> ) без обробки повітря (І1-О6-О8)   | 59,3<br>[42,9–95,2] | 38,7<br>[35,0–44,0] | 32,5<br>[25,0–42,3] | 23,5<br>[17,9–31,9]             |
| Потенційне скорочення викидів ЛОС із застосуванням обробки повітря в печах/сушарках (г/м <sup>2</sup> ) О5 обробка повітря в сушарках/печах   | 11,2<br>[9,0–16,6]  | 5,8<br>[1,5–8,0]    | 9,7<br>[6,1–15,3]   | 7,1<br>[4,1–12,5]               |
| Викиди ЛОС з обробкою повітря (печі/сушарки) (г/м <sup>2</sup> ) (І1-О5-О6-О8)  | 55,3<br>[38,0–78,6] | 32,9<br>[27,0–36,0] | 22,8<br>[18,9–28,5] | 16,4<br>[13,0–25,3]             |
| Потенційне скорочення викидів ЛОС із застосуванням обробки повітря в печах/сушарках та камерах для фарбування розпиленням (г/м <sup>2</sup> ) О5 обробка повітря в сушарках/печах та камерах для фарбування розпиленням | 14,6<br>[10,0–19,2] | 14,0                | 11,6                | 1,5                             |
| Викиди ЛОС з обробкою повітря (печі/сушарки + камери для фарбування розпиленням) (г/м <sup>2</sup> ) (І1-О5-О6-О8)  | 30,3<br>[23,7–37,0] | 17,0<br>[12,5–23,5] | 8,8<br>[6,0–11,8]   | 19,3<br>[12,4–26,1]             |

Джерело: [ 147, TFTEI 2016 ]

#### 2.4.1 Баланс маси розчинника для цеху з фарбування механічних транспортних засобів

[ 143, ACEA 2017 ]

##### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.3.1.

Баланс маси розчинника (БМР) є інструментом для розрахунку загальних викидів органічних розчинників від промислових установок. Результати зазвичай виражаються загальні викиди у х кг органічних розчинників від усієї установки (E) і — у випадку нанесення покриття на нові механічні транспортні засоби — як відносні загальні викиди (E<sub>г</sub>) у м<sup>2</sup> на площу поверхні продуктів, які фарбуються на цій установці. Звітний період та період усереднення становить 12 місяців для демонстрації дотримання гранично допустимих значень викидів (ГДЗВ). БМР може бути розрахований для більш коротких інтервалів, наприклад, як внутрішній інструмент управління для виявлення відхилень у процесі, які можуть призвести до порушення ГДЗВ.

Детальний опис можна знайти в Додатку 21.5.1.

#### 2.4.2 Вибір системи покриття (тип фарбувального цеху, «сімейство фарбувального цеху»)

[ 143, ACEA 2017 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

Основа для типів сімейств фарбувальних цехів пояснюється в Розділах 2.2.3.8 та 2.2.3.9.

Технічні відмінності між фарбувальними цехами на основі розчинників та на водній основі зазначені в Розділі 2.2.3.8, який демонструє, що перехід від розчинників на водну основу набагато складніший та дорожчий, ніж просте заміщення.

Класичну систему фарбувального цеху на основі розчинника з високим вмістом розчинника можна розглядати як «традиційний» випадок, оскільки малоймовірно, що новий фарбувальний цех, що будується, або наявний фарбувальний цех, що реконструюється, буде системою на основі розчинника з високим вмістом розчинника. Фарбувальні цехи на основі розчинника варто розглядати лише в поєднанні із системами фарбування/покриття на основі розчинника з високим вмістом твердих часток (див. Розділ 2.4.3.3).

Повідомлені дані та інформація з фарбувальних цехів на основі розчинника для нанесення покриття на легкові автомобілі демонструють середнє значення 45,5 г ЛОС/м<sup>2</sup> діапазоном загальних викидів від 36,8 г ЛОС/м<sup>2</sup> до 50,2 г ЛОС/м<sup>2</sup>; усі значення є середніми за звітний період (2013–2015 рр.) [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### **2.4.2.1 Змішана система покриття на основі розчинника та води (SB-MIX)**

##### **Опис**

Система покриття, у якій один шар покриття (грунтовка або базове покриття) на водній основі.

##### **Технічний опис**

Там, де ці зміни впроваджуються, вони найчастіше обмежуються лише одним підпроцесом (грунтовка або базове покриття). Цей тип фарбувального цеху називається фарбувальним цехом SB-MIX.

##### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів ЛОС.

##### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Середнє значення 29,9 г ЛОС/м<sup>2</sup> повідомляється для фарбувальних цехів SB-MIX для нанесення покриття на легкові автомобілі. Повідомлений діапазон становить 15–39 г ЛОС/м<sup>2</sup>; усі значення є середніми за трирічний звітний період (2013–2015 рр.) [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

Викиди розчинників можна скоротити, застосовуючи заходи в процесі (первинні) та наприкінці виробничого циклу (вторинні).

##### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується тільки до нових заводів та капітально модернізованих заводів. Неможливо перейти з технології на основі розчинника на технологію на водній основі на наявних лініях фарбувального цеху, якщо тільки не буде побудований новий фарбувальний цех або не буде модернізована лінія фарбувального цеху для одного шару покриття. У випадку з наявним заводом має бути достатньо місця для паралельного будівництва другого фарбувального цеху (або лінії фарбувального цеху) без зупинки роботи наявного.

##### **Приклади заводів**

Більше 25% усіх фарбувальних цехів у ЄС є фарбувальними цехами на водній основі (див. Таблицю 2.7, Розділ 2.2.3.8).

##### **Довідкова література**

[\[ 147, TFGEI 2016 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 201, ACEA 2016 \]](#)

#### **2.4.2.2 Система покриття на водній основі (WB)**

##### **Опис**

Система покриття, у якій шари грунтовки та базового покриття на водній основі.

##### **Досягнуті екологічні переваги**

Скорочення використання розчинників та викидів від процесу.

##### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Середнє значення 16,9 г ЛОС/м<sup>2</sup> повідомляється для 12 фарбувальних цехів на водній основі для нанесення покриття на легкові автомобілі. Повідомлений діапазон становить 7,1–25,8 г ЛОС/м<sup>2</sup>; усі значення є середніми за трирічний звітний період (2013–2015 рр.), проте підстава для найнижчого показника не ясна [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

Викиди розчинників можна ще більше скоротити, застосовуючи заходи в процесі (первинні) та наприкінці виробничого циклу (вторинні).



**Вплив на різні компоненти довкілля**

Деякі технічні аргументи (вікно для нанесення фарби, довші сушильні печі, див. Розділ 2.2) припускають, що використання покриттів на водній основі призведе до більшого споживання енергії. У місцях із високою вологістю та високими значеннями градусо-днів охолодження (CDD (cooling degree days)) суворіші умови фарбувальних камер для фарб на водній основі можуть призвести до більшого споживання енергії у порівнянні з цехами на основі розчинників. Проте наявні дані щодо фарбувальних цехів, що працюють у ЄС, не показують суттєвих відмінностей між фарбувальними цехами на основі розчинників та на водній основі.

Для довгих камер для фарбування розпиленням потрібно більше площі, що призводить до збільшення обсягів повітря, яке необхідно кондиціонувати.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується тільки до нових заводів та капітально модернізованих заводів. Неможливо перейти з технології на основі розчинника на технологію на основі води на наявних об'єктах, якщо тільки не буде побудовано новий фарбувальний цех. Має бути достатньо місця для паралельного будівництва другого фарбувального цеху (або лінії фарбувального цеху) без зупинки роботи наявного.

**Економічні аспекти**

Заміна ґрунтовки та базового покриття з покриття на основі розчинника (SB) на покриття на водній основі (WB) (дані з одного заводу) передбачає такі витрати:

- інвестиційні витрати: 128 мільйонів євро
- річні витрати: 11,5 мільйона євро/рік;
- витрати на одиницю: 0,593 євро/рік/м<sup>2</sup>;  
57,9 євро/рік/кузов автомобіля,

за показників 97 м<sup>2</sup>/кузов автомобіля та 200 000 автомобілів/рік [ 210, TFTEI 2017 ].

**Приклади заводів**

Більше 50% усіх фарбувальних цехів у ЄС є фарбувальними цехами на водній основі (див. Таблицю 2.7, Розділ 2.2.3.8).

**Довідкова література**

[ 147, TFTEI 2016 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 201, ACEA 2016 ] [ 210, TFTEI 2017 ]  
[ 212, TWG 2018 ]

**2.4.2.3 Інтегрована система покриття у фарбувальному цеху (ІП)****Опис**

Система покриття, яка поєднує в собі функції ґрунтовки та базового покриття й наноситься методом розпилення у два етапи.

**Технічний опис**

Іноді ці концепції нанесення покриття називають «компактним процесом», тому що сушарка для ґрунтовки не потрібна. У деяких установках використовується перший шар функціонального базового покриття. Функціональний базовий шар поєднує в собі функціональні властивості шару ґрунтовки, але має зовнішній вигляд базового шару покриття, який буде наноситися поверх нього.

**Досягнуті екологічні переваги**

Значна економія простору та споживання енергії.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Без додаткових заходів щодо зменшення викидів ЛОС значення ЛОС становить 20,5 г/м<sup>2</sup>. Наданий діапазон становить 8,9–32,1 г ЛОС/м<sup>2</sup> (див. також Таблицю 2.17), проте підстава для найнижчого показника не ясна [147, TFTEI 2016].

### Вплив на різні компоненти довкілля

Немає

Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується тільки до нових заводів та капітально модернізованих заводів. Через безліч технічних обмежень ці інтегровані процеси важко впровадити на наявних установках.

### Економічні аспекти

Витрати перехід нового фарбувального цеху (SB) на інтегрований процес (дані з двох заводів), тобто, зміна базового покриття на основі розчинника на базове покриття на водній основі та видалення ґрунтовки, становлять:

- інвестиційні витрати: 52,7 мільйона євро
- річні витрати: 4,7 мільйона євро/рік;
- витрати на одиницю: 0,244 євро/рік/м<sup>2</sup>;  
23,7 євро/рік/кузов автомобіля,

за показників 97 м<sup>2</sup>/кузов автомобіля та 200 000 автомобілів/рік [210, TFTEI 2017].

### Стимул до впровадження

Економія енергії та простору.

### Приклади заводів

Близько 17 фарбувальних цехів у ЄС (2014 р.).

На основі розчинників із високим вмістом твердих часток: CNHI (комерційні транспортні засоби та фургони); Daimler: Абрантеш/Трамагал (кабіни вантажних автомобілів); PSA Hordain (легкові автомобілі/LCV).

На водній основі: BMW: Дінгольфінг, Коулі/Оксфорд; Daimler: Раштатт, Кечкемет, Хамбах; FCA: Атесса; PSA: Трнава, Сошо; VW: Братислава(H2a), Памплона.

### Довідкова література

[147, TFTEI 2016] [210, TFTEI 2017] [265, TWG 2019]

## 2.4.2.4 Нанесення покриття за системою wet-on-wet-on-wet (three-wet)

### Опис

Нанесення покриття за системою wet-on-wet-on-wet замінює традиційний процес із нанесенням трьох шарів (ґрунтовка, базовий шар, прозорий шар) та обпалювання двох шарів (ґрунтовка, верхній шар) на процес, у якому матеріали наносяться мокрим на мокрий попередній шар з одним остаточним обпалюванням наприкінці.

### Технічний опис

Під час традиційного двошарового нанесення верхнього покриття наноситься шар ґрунтовки, який потім обпалюється в печі перед нанесенням фарбувального базового шару, що потім покривається прозорим шаром і знову обпалюється.

Процеси Three-wet можуть працювати з покриттями на основі розчинника або на водній основі. На деяких установках використовується звичайний перший шар ґрунтовки.

### Досягнуті екологічні переваги

- Менше споживання енергії в порівнянні з процесами з піччю для ґрунтовки.
- Менша площа заводу (менший фарбувальний цех).

Екологічні переваги відрізняються залежно від процесу та матеріалів, що використовуються до будь-якого переходу.

Піч для обпалювання ґрунтовки більше не потрібна. Проте в процесі wet-on-wet, будь-який герметик для кузова, матеріал, пов'язаний з NVH (шум, вібрація, жорсткість), що наноситься на мокре покриття, або матеріал для захисту від ударів дрібним камінням повинні бути повністю затверджені до того, як вони будуть нанесені за системою wet-on-wet. Отже, під час деяких переходів до системи нанесення wet-on-wet, коли використовується тільки піч гелефікування герметика, потрібна піч для обпалювання герметика для повного затвердіння цих матеріалів перед нанесенням за системою wet-on-wet.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Процеси three-wet на основі розчинника вимагають менше місця, ніж процеси на водній основі, оскільки примусове випаровування не потрібне. У порівнянні зі звичайним фарбувальним цехом на водній основі загальна довжина камери може бути зменшена на 30–40% у цеху за системою three-wet на основі розчинника.

Через меншу площу здійснення операції необхідно переміщати та кондиціонувати менший обсяг повітря, що призводить до зниження споживання енергії. Додаткова економія енергії в кондиціонуванні повітря може бути досягнута в операціях three-wet на основі розчинників, коли не потрібна зона примусового випаровування води та допускається більший діапазон кліматичних умов. Менш суворі вимоги до температури та вологості для процесів three-wet на основі розчинників особливо важливі в країнах із надзвичайно низькими або високими температурами навколишнього середовища.

Вища концентрація ЛОС у витяжному повітрі печі та витяжному повітрі камери систем на основі розчинників має сприятливий вплив на споживання енергії системою боротьби з викидами. Вища концентрація ЛОС підтримує горіння в окиснику і, залежно від концентрації, може підживлювати горіння («пари в паливо»). Тепло зазвичай регенерується і використовується для нагріву сушарок.

Збільшення швидкості лінії призводить до скорочення часу виробництва на 20% на транспортний засіб.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Немає.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується тільки до нових заводів та капітально модернізованих заводів.

На наявних автомобільних підприємствах існують численні обмеження, пов'язані з розміщенням. Технологія three-wet на основі розчинників потребує мало місця і тому може бути впроваджена на наявних об'єктах легше, ніж на інші модифікації або радикальні зміни, як зміна типу матеріалу. На діючому заводі модифікації можна здійснювати тільки протягом коротких 2–3-тижневих періодів простою влітку або взимку. Це обмежує масштаби можливих змін.

### **Економічні аспекти**

Процес three-wet на основі розчинника може модернізувати наявні установки, хоча на деяких об'єктах користь від зменшення площі заводу не переважає витрати на переобладнання. Наприклад, загальний обсяг інвестицій у нову лінію фарбувального цеху з процесом three-wet оцінюється більш ніж у 85 мільйонів євро [ 256, COM 2018 ].

### **Стимул до впровадження**

Див. також «Досягнуті екологічні переваги» вище.

### **Приклади заводів**

На основі розчинника з високим вмістом твердих часток: Ford, Крайова.

На водній основі: Nissan, Сандерленд (нова лінія); Renault, Вальядолід.

### **Довідкова література**

[ 183, ACEA 2017 ] [ 256, COM 2018 ] [ 265, TWG 2019 ]

## 2.4.3 Технології на основі матеріалів

### 2.4.3.1 Фарбова система на водній основі

#### Опис

Фарби на водній основі мають низький вміст ЛОС. Вони використовуються як електроосажене покриття, ґрунтовка та базове покриття.

#### Технічний опис

У великих цехах фарбування автомобілів у якості електроосаженого покриття, ґрунтовки та базового покриття використовуються фарби на водній основі.

Під час покриття електроосадженням, нанесення водорозчинних або вододисперсійних фарб використовують матеріали із вмістом розчинника 2–4%. Матеріали для електроосадження покриття подаються в закритій системі та наносяться за допомогою технологій занурення.

Звичайні системи на водній основі мають такий вміст розчинника: 5–12% у ґрунтовці та 12–17% у базовому покритті. Матеріали ґрунтовки та базового покриття подаються в закритій системі та наносяться за допомогою технологій розпилення.

Фарби на водній основі містять воду як основний розчинник і органічні допоміжні розчинники. Використовуються такі зв'язні системи як поліуретани, поліефіри, акрилати та меламінові смоли. Органічні допоміжні розчинники необхідні для досягнення таких якостей, як оптимальні властивості розподілу, розчинювальна здатність і зчеплення з різними основами, а також достатнє «вікно» нанесення.

#### Досягнуті екологічні переваги

Основною перевагою фарб на водній основі є зниження викидів ЛОС.

Типові коефіцієнти викидів ЛОС для фаз на водній основі у фарбувальному цеху становлять 0,6–1 г/м<sup>2</sup> для електроосаженого покриття, 0,5–2 г/м<sup>2</sup> для ґрунтовки та 3–7 г/м<sup>2</sup> для базового покриття без контролю викидів.

Очищення розпилювальних пристроїв та інших інструментів можна здійснювати сумішами води та розчинника із часткою розчинника близько 5–20 %. У деяких випадках очисний матеріал може не містити розчинників.

Ще одна перевага полягає в тому, що з цією фарбою не пов'язана небезпека температури спалаху, що мінімізує ризик займання та вибуху<sup>21</sup>.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Середнє споживання енергії у фарбувальних цехах на водній основі, що брали участь у зборі даних, становить 0,96 МВт-год/транспортний засіб (середнє значення за дев'ятьма фарбувальними цехами за період 2013–2015 рр. з 50% середнім діапазоном: 0,7–1 МВт-год/транспортний засіб). Дані щодо конкретних процесів див. у Розділі 2.3.1.1. Вплив на операції охоплює обсяг виробництва, місцеві кліматичні умови, застосовувані методи усунення забруднення довкілля, вимоги щодо обсягу повітря, довжину камер та критерії експлуатації камер, такі як температура та технології нанесення фарби.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

У порівнянні з органічними розчинниками, вода має вищу енергію випаровування. Отже, можна очікувати, що потреба в енергії для сушіння фарби на водній основі буде вища, якщо повинна бути досягнута та ж швидкість сушіння, що і для фарб на основі розчинників.

<sup>21</sup> Підіолл, У.; займістість аерозольних хмар органічних розчинників, сумішей розчинника та води та фарб на водній основі від електричних іскор, дуги та відкритого полум'я; роботи IEEE (Інституту інженерів електротехніки та електроніки (Institute of Electrical and Electronics Engineers)) щодо промислових застосувань (Том: 44, видання: 1, 2008, стор. 15–19) Ідентифікатор цифрового об'єкта: 10.1109/TIA.2007.912764.

Проте в порівнянні з розпиленням, адаптацією камер для фарбування розпиленням до навколишніх умов, нагріванням основ, втратами в печі тощо, потреба в енергії для випаровування летких сполук знаходиться в діапазоні лише 1–2% для багатьох промислових процесів. Вода замість органічних розчинників має незначний вплив на загальну енергію процесу. Додаткова потреба в енергії є значною лише для сушіння в умовах навколишнього середовища.

У камері енергоспоживання вище через примусове випаровування, а також збільшений простір і пов'язаний із цим обсяг повітря, яке необхідно обробляти. Крім того, суворіші умови в кабіні щодо контролю вологості та температури можуть призвести до додаткового споживання енергії залежно від місцевої кліматичної ситуації.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Матеріали на водній основі можуть використовуватися як електроосаджене покриття, ґрунтовка та базове покриття, а також у деяких роботах із ремонту. Вони можуть використовуватися на металах та пластмасових матеріалах та широко застосовуються. Завдяки постійному розвитку цих матеріалів, сфера їхнього застосування неухильно розширюється.

Прозорі покриття на водній основі не використовуються для автомобілів через їхній поганий зовнішній вигляд і якість.

Через значні відмінності в проектуванні фарбувального цеху перехід від покриттів, що наносяться розпиленням, на основі розчинника до покриттів, що наносяться розпиленням, на водній основі неможливий без радикальної модифікації фарбувального цеху. На наявних об'єктах перехід від системи на основі розчинника до системи на водній основі може бути здійснений тільки в тому випадку, якщо є місце для паралельного будівництва другого фарбувального цеху (або лінії фарбувального цеху) без зупинки виробництва в наявному, і якщо новий фарбувальний цех може бути пов'язаний із кузовним та збиральним цехами. Через ці обмеження така зміна є дуже дорогою і виконується рідко.

Існують труднощі з модернізацією звичайних фарбувальних цехів на основі розчинників системами на водній основі через фінансові та фізичні обмеження, наприклад, зони примусового випаровування або труби з неіржавної сталі (див. Економічні аспекти нижче). Камери із системою на водній основі повинні працювати в умовах жорсткішого контролю температури та вологості. Оскільки вода повинна повністю випаруватися, перш ніж температура основи досягне 100 °С, крива нагрівання для фарб на водній основі більш плавна, ніж для фарб на основі розчинників. Тому сушильна піч має бути довшою, інакше продуктивність лінії знизиться.

#### **Економічні аспекти**

Витрати на заміну наявних автоматизованих ліній фарбування в деяких випадках можуть бути дуже високими. Необхідність розширених печей із міжшаровими зонами випаровування для задоволення додаткових вимог до затвердіння означає, що фарбувальні цехи, спроектовані та встановлені для систем на основі розчинників, можуть не мати місця для розміщення систем на водній основі. Інші вимоги полягають у тому, що труби та системи подання фарби мають бути виготовлені з неіржавної сталі. Модернізація зазвичай здійснюється наприкінці технічного строку служби наявної установки. Додаткові витрати, пов'язані з експлуатаційними вимогами, матеріалами та встановленням обладнання, означають, що системи на водній основі часто обмежуються новими фарбувальними цехами або вже обладнаними необхідними системами.

Через збільшені обсяги використання фарби на водній основі стали дешевше, ніж фарби на основі розчинників.

#### **Стимул до впровадження**

Можливе зменшення очищення відхідних газів.

#### **Приклади заводів**

Більше 50% усіх фарбувальних цехів у ЄС є фарбувальними цехами на водній основі (див. Таблицю 2.7, Розділ 2.2.3.8).

#### **Довідкова література**

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 183, ACEA 2017 \]](#) [\[ 201, ACEA 2016 \]](#)

### 2.4.3.2 Порошкове покриття – звичайне затвердіння

#### Опис

Покриття без вмісту розчинників, що складаються з порошку з розміром часток у діапазоні 25–60 мкм. Порошкові покриття твердіють у звичайних (конвективних) високотемпературних печах.

#### Технічний опис

Порошкові покриття є системами, що не містять розчинників, які вимагають процедур електростатичного нанесення і, отже, насамперед підходять для металевих кузовів. Порошкові покриття зазвичай базуються на акрилових смолах із кислотою або ангідридом. Їх можна використовувати як ґрунтовку або прозоре покриття. Порошкове нанесення відбувається в спеціально побудованій камері фарбування розпиленням із вентиляцією з продуванням повітря вниз і витяжною вентиляцією й може здійснюватися за допомогою автоматичного електростатичного розпилення або ручного розпилення. Див. також Розділ 17.7.2.6.

#### Досягнуті екологічні переваги

- Майже немає викидів розчинників.
- Низький рівень утворення відходів.
- Застосування електростатичного розпилення зменшує повторне захоплення водою надлишків розпиленних часток фарби.
- Спрощення очищення інструментів та камер (вакуумне очищення, стиснене повітря).
- Висока ефективність нанесення.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Технологія порошкового покриття має нульові викиди ЛОС та не потребує використання води для зниження викидів пилу. Використання відновленого порошку дає змогу повторно використати матеріал до 97%.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

- Втрата генерації енергії через окиснення розчинника. Необхідні високі температури затвердіння.
- Можливі ризики для здоров'я через використання деяких мутагенних речовин.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

У 2007 році в Європі працював лише один завод. Загалом колір та останній шар, що отримуються за допомогою цієї технології, не відповідають стандартам якості більшості європейських виробників.

Технологія порошкового фарбування дає змогу зменшити повторну обробку повітря в камері фарбування розпиленням у порівнянні зі звичайними установками. Були проблеми з жовтуватим забарвленням прозорого покриття в кінцевому продукті. Основна проблема полягає в тому, що контролювати товщину плівки складно: буде створюватися більша товщина шару, ніж необхідно (приблизно 65 мкм), що призводить до більшого споживання фарби; проте наразі все частіше можна отримати тонші шари (приблизно 55 мкм).

Досвід заводу PSA у Мюлузі показує, що після багатьох років випробувань рівень якості не досяг стандартів якості, які очікують європейські клієнти. Ціна на порошки ніколи не падає через недостатність застосування (лише кілька технологічних ліній у Європі). Життєздатність установок залишається нижчою за звичайні рівні інших технологічних ліній фарбування.

Також було виявлено, що лінії без етапу нанесення ґрунтовки (інтегрований процес) дають кращі результати, ніж технологічної лінії з порошковим нанесенням покриття з погляду економічних аспектів та/або рівня якості. Загальні викиди ЛОС від двох технологій знаходяться в одному діапазоні.

#### Економічні аспекти

У переході з наявної технології з розчинниками на модернізаційну порошкову технологію знадобляться великі капітальні витрати, оскільки порошкова технологія є зовсім іншою технологією і потребує повного переоснащення приміщень, заміни обладнання та матеріалів.

Проте можна спостерігати зниження експлуатаційних витрат; поточні оцінки описують зниження витрат на енергію принаймні на 12% у порівнянні із системами на водній основі або на основі розчинників із витратами на боротьбу з викидами.

#### Стимул до впровадження

- Скорочення витрат через зниження вмісту ЛОС та очищення стічних вод.
- Скорочення витрат на обробку відходів.

#### Приклади заводів

Наразі ця технологія не застосовується на європейських заводах для нанесення покриття на легкові автомобілі або фургони. Вона використовується на деяких установках для нанесення покриття на вантажні автомобілі та кабіни вантажних автомобілів. У минулому вона використовувалася в BMW AG у Дінгольфіngu, Німеччина, і на заводі PSA в Мюлузі, але тепер вона більше не використовується (див. також Розділ 17.7.2.6) [ACEA коментар №215 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

#### Довідкова література

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)  
[\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### 2.4.3.3 Фарби на основі розчинників із високим вмістом твердих часток

#### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.1. Ця технологія передбачає використання фарби на основі розчинника з високим вмістом твердих часток, що наноситься як базове покриття і верхнє покриття.

#### Технічний опис

Завдяки сучасним фарбам на основі розчинників із дуже високим вмістом твердих часток можна досягти того ж співвідношення ЛОС та твердих часток, що й в фарбах на водній основі. Фарби на основі розчинників із високим вмістом твердих часток зазвичай мають удвічі більший вміст твердих часток, ніж фарби на основі розчинників із середнім вмістом твердих часток (MS) або стандартні фарби на водній основі (WB) (базове покриття HS: 35–45% твердих часток, MS SB або стандартне WB: 18–22% твердих часток) [\[ 219, ACEA 2018 \]](#). Тверді частки у фарбі складають остаточний шар фарби, тому один літр фарби з високим вмістом твердих часток може замінити два літри стандартної фарби. Фарби на основі розчинників із високим вмістом твердих часток зазвичай містять на 20–35% менше ЛОС, ніж звичайні фарби на основі розчинників (55–65% ЛОС для високого вмісту твердих часток та 78–82% ЛОС для середнього вмісту твердих часток), що означає, що на кожен літр використовуваної фарби виділяється менше ЛОС у порівнянні з фарбою із середнім вмістом твердих часток.

Для отримання додаткової інформації про різні типи покриттів із високим вмістом твердих часток, наприклад, із середнім вмістом твердих часток (MS), з високим вмістом твердих часток (HS) і надвисоким вмістом твердих часток (UHS) та про їхнє використання в покриттях транспортних засобів, див. Розділ 2.2.3.8 та Таблицю 2.5.

#### Досягнуті екологічні переваги

- Використання фарб із високим вмістом твердих часток скорочує обсяг використання розчинників у порівнянні зі звичайними фарбами на основі розчинників, і водночас наноситься необхідна кількість покриття.
- Скорочення споживання розчинників та викидів.
- Менше споживання енергії в порівнянні з фарбами на водній основі.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Під час використання фарб на основі розчинників із високим вмістом твердих часток можна досягти того ж ефекту покриття, що й зі звичайними фарбами на основі розчинників, але з меншим обсягом фарби й, отже, меншим виділенням ЛОС. Фарби на водній основі зазвичай мають нижчу концентрацію твердих часток, тому різниця у викидах ЛОС менша, ніж різниця в концентрації ЛОС між двома типами фарби, оскільки для досягнення однакового покриття потрібно нанести більше фарби на водній основі.

Обладнання з неіржавної сталі в устаткуванні для подання та нанесення фарби не потрібне, на відміну від фарб на водній основі.

Системи на основі розчинників забезпечують високу якість на виході в ширшому діапазоні кліматичних умов експлуатації в порівнянні із фарбовими системами на водній основі. Отже, потрібно менше енергії для нагрівання або охолодження повітря в камері, а також для регулювання вологості. Це особливо важливо у країнах із надзвичайно високими або низькими температурами.

Матеріали на основі розчинників не вимагають примусового випаровування перед піччю. Це економить простір і, отже, обсяг повітря, що кондиціонується, а також енергію, необхідну для примусового випаровування. У фарбувальному цеху із системою на основі розчинників випаровування між базовим та прозорим шарами займає лише 90 секунд. У фарбувальному цеху із системою на водній основі випаровування займає 10 хвилин і транспортний засіб необхідно довести від температури навколишнього середовища приблизно до 60–80 °С, а потім знову охолодити до температури навколишнього середовища. У зоні смалювання в цеху WB потрібно переміщати на 36% більше повітря. У результаті прями потреби в енергії для кожного кузова транспортного засобу нижче для систем на основі розчинників.

Вища концентрація ЛОС у витяжному повітрі печі та витяжному повітрі камери систем на основі розчинників має сприятливий вплив на споживання енергії системою боротьби з викидами. ЛОС підтримують горіння в окиснику і, залежно від концентрації, можуть підживлювати горіння («пари в паливо»). Тепло зазвичай регенерується і використовується для нагріву сушарок.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Для фарб на основі розчинників частіше потрібна система очищення відхідних газів, ніж для фарб на водній основі. Проте, фарби на водній основі все одно містять розчинники ЛОС, а прозорий шар зазвичай на основі розчинника, тому системи на водній основі також потребують енергоємної боротьби з викидами.

Зниження викидів ЛОС зазвичай здійснюється за допомогою окисників, які утворюють вторинні викиди чадного газу та оксидів азоту.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Фарби на основі розчинників можна використовувати на всіх етапах фарбування (грунтовка, базове покриття, прозоре покриття та ремонт), а також можуть використовуватися на металі та пластмасі. Їх можна застосовувати в нових та наявних фарбувальних цехах, де простір обмежений і де зміна фарбувальних матеріалів може бути технічно неможлива.

### **Економічні аспекти**

Перехід на фарби на основі розчинників із високим вмістом твердих часток може бути досягнутий без виробничих втрат на наявних об'єктах, оскільки вони можуть вміщуватися в ту саму площу заводу. Інвестиційні витрати на установку на основі розчинника значно нижчі в порівнянні із системами на водній основі. Площа заводу менша, розмір системи кондиціонування повітря можна налаштувати для роботи в ширшому діапазоні кліматичних умов, можна використовувати низьковуглецеву сталь, а обсяг випуску транспортних засобів є високим.

Фарби на основі розчинників із високим вмістом твердих часток дешевші за фарби на водній основі в перерахунку на тверді речовини; проте це сильно залежить від ринкових умов.

Технологія на основі розчинника також може застосовуватися глобально завдяки своїй надійності, що є важливим фактором для міжнародних компаній. Уніфікованість процесів та матеріалів є важливим фактором для досягнення економії масштабу та скорочення часу випробування продукту.

### **Стимул до впровадження**

Виробники автомобілів ЄС працюють на майданчиках, які були засновані іноді до 100 років тому. Існує безліч обмежень, пов'язаних із розміщенням, як усередині фарбувального цеху, так і зовні. Приблизно 35% всіх цехів для фарбування легкових автомобілів і 65% цехів для фарбування комерційних транспортних засобів (фургонів, вантажних автомобілів, кабін вантажних автомобілів та автобусів) у ЄС наразі використовують грунтовку та/або базове покриття на основі розчинника. Фарби на основі розчинників із високим вмістом твердих часток можуть модернізувати діючий завод, де модифікація може бути здійснена тільки протягом короткого 2–3-тижневого періоду простою влітку або взимку.

### **Приклади заводів**

Ford, Європа, див. Розділ 2.2.



## Довідкова література

[ 142, ACEA 2016 ] [ 212, TWG 2018 ] [ 219, ACEA 2018 ]

### 2.4.3.4 Захист порожнини шляхом заливання воском

#### Опис

Додатковий захист від корозії внутрішніх поверхонь порожнин досягається за допомогою тонких шарів гарячого воску або холодного воску в процесі заливання.

#### Технічний опис

##### Гарячий віск

Він складається з твердого парафіну, що розріджується під час нагрівання до 120 °С. Типовий хімічний склад: 80% парафіну, 0% добавок, 13% мінеральних олів (з високою температурою кипіння). Твердий віск нагрівають і зберігають у резервуарі для зберігання за 120 °С.

Кузов автомобіля розташований на рамі для заливання, яка оснащена низкою з'єднувальних труб, по одній на кожну порожнину. Труби щільно притискаються до отворів порожнини кузова й дозована кількість гарячого воску перекачується в порожнини до їхнього заповнення. Коли заливка завершена, надлишкाम воску дають стекти в піддон для збору, і вони повторно вводяться в процес. Кузов підігрівають до 50–80 °С, щоб уникнути швидкого охолодження та затвердіння воску, що може призвести до надмірно товстих шарів воску.

##### Холодний віск

Склад: Інформація не надана.

Нанесення здійснюється за кімнатної температури, а затвердіння рідкої плівки досягається через окиснення навколишнім повітрям.

#### Досягнуті екологічні переваги

- Запобігання викидам ЛОС.
- Економія енергії (холодний віск).

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

- Споживання матеріалів (кг/одиницю): Інформацію не надано.
- Споживання енергії на нагрівання (віск та кузов автомобіля) (кг/одиницю): Інформація не надана.
- Несприятливий вплив аерозольних часток воску (необхідні закриті кабіни, вентиляція).

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Потреба в енергії на розрідження воску та підігрів кузова.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

- Застосовується тільки для автомобільних заводів із великим обсягом виробництва, оскільки будівництво рам для заливання дуже дороге.
- Кузови мають бути розраховані на заливання шляхом розпилення.
- Не застосовується для нанесення покриття на вантажні автомобілі, кабіни вантажних автомобілів та автобуси.

#### Стимул до впровадження

Покращення якості в порівнянні з ручним розпиленням.

#### Приклади заводів

Гарячий віск: заводи Volkswagen, Audi, Seat, Skoda, Porsche у Європі.

## Довідкова література

[ACEA коментар №388 у [ 212, TWG 2018 ]]

### 2.4.3.5 Захист порожнини за допомогою воскової емульсії на водній основі

#### Опис

Додатковий захист від корозії внутрішніх поверхонь порожнин досягається за допомогою воскових композицій, що не містять розчинників, крім гарячого воску.

#### Технічний опис

##### Матеріали

- Низькотехнологічний віск на водній основі.
- Високотехнологічний віск на водній основі.

##### Метод нанесення

На кожен порожнину є принаймні один отвір для введення воскового матеріалу соплами (40–50 таких отворів у кузові). Матеріал наноситься за допомогою розпилювальних сопел, адаптованих до кожної порожнини для отримання суцільну плівку шляхом розпилення без плям від розпилення. Нанесення може виконуватися вручну або автоматично (див. Розділ 2.4.4.3)

Для видалення води або зшивання воскових компонентів кузова переміщують у печі.

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення споживання та викидів ЛОС.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

- Споживання матеріалів (кг/одиницю): Інформацію не надано.
- Споживання енергії на нагрівання (та/або інші процеси, такі як вентиляція) у МВт-год/одиницю: Інформація не надана.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Більше споживання енергії в порівнянні з воском для порожнин на основі розчинника.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

- Гнучкий; може застосовуватися навіть на багатомодельних лініях та в дрібносерійних фарбувальних цехах.
- Не застосовується для нанесення покриття на вантажні автомобілі, кабіни вантажних автомобілів та автобуси.

#### Стимул до впровадження

Покращення якості.

#### Довідкова література

[ACEA коментар №388 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)]

## 2.4.4 Технології та обладнання для нанесення фарби та інших матеріалів для покриття

На комерційній основі застосовуються такі технології та обладнання для нанесення фарби:

- покриття електроосадженням, див. Розділ 17.7.3.6 та Розділ 2.2.3.2.1;
- розпилення у великому об'ємі під низьким тиском (HVLP), див. Розділ 17.7.3.10;
- електростатичні чаші та диски з високою швидкістю обертання, див. Розділ 17.7.3.11;
- електростатичне розпилення стисненим повітрям, безповітряне та повітряне розпилення, див. Розділ 17.7.3.12;
- автоматизоване розпилення воску для порожнин, див. Розділ 2.4.4.3.

### 2.4.4.1 Автоматизоване нанесення покриття розпиленням за допомогою машин для нанесення фарби

#### Опис

Кілька форсунок (розпилювачів) вмонтовано на балковій конструкції, встановленій збоку (ліворуч і праворуч) та/або над підлогою. Форсунки можуть обмежено переміщатися вздовж балок.

#### Технічний опис

Фарбувальні машини бувають бічні та для даху (машини для даху у вигляді машин із пересувним порталом). Вони мають один або кілька вільно програмованих маніпуляторів із пристроями для нанесення, які можна переміщати поперек напрямку транспортування та повторювати контури корпусу кузова.

Зазвичай як розпилювачі використовуються пневматичні розпилювачі або чаші з високою швидкістю обертання з електростатичним зарядженням.

Для фарбування кузов повільно проходить через цю балкову конструкцію та послідовно фарбується спереду назад. Як варіант, уздовж нерухомого кузова можуть переміщатися три балки.



Рисунок 2.40: Автоматизоване нанесення фарби за допомогою фарбувальних машин

### **Досягнуті екологічні переваги**

Порівняно з ручним розпиленням основними перевагами є:

- відтворюваний процес фарбування;
- відсутність обмежень щодо максимальних концентрацій ЛОС на робочому місці.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Недоліками в порівнянні з ручним нанесенням та нанесенням за допомогою робота є:

- фарбувати можна лише зовнішній контур кузова;
- для нанесення фарби потрібна група з 9–12 окремих розпилювачів, що збільшує споживання фарби та розчинника для промивання.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується на наявних заводах для нанесення покриттів на легкові автомобілі, фургони та кабін вантажних автомобілів. Машини для нанесення фарби не можна використовувати для внутрішнього нанесення покриття.

### **Стимул до впровадження**

Зниження трудових витрат та підвищення якості.

### **Приклади заводів**

Широко використовується, особливо на старих заводах у всій Європі.

### **Довідкова література**

[\[ 169, VDI 2013 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## **2.4.4.2 Автоматизоване нанесення покриття за допомогою роботів**

### **Опис**

Для нанесення шляхом розпилення до багатовісного робота прикріплюється один розпилювач. Роботи також використовуються для нанесення герметиків.

### **Технічний опис**

Зазвичай у якості розпилювача використовуються пневматичні розпилювачі або чаші з високою швидкістю обертання з електростатичним зарядженням. Для кожного робочого циклу використовуються три або чотири роботи, які працюють одночасно.

У сучасних роботах пристрій для зміни кольору або для промивання вбудований в одну з осей робота. Як варіант, відповідна фарба також може бути підготовлена за необхідності на станціях заправки картриджів поряд із роботом. Для зміни кольору робот прямує до цієї станції та замінює порожній картридж на повний.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Автоматизована робота роботів забезпечує нанесення шару фарби з оптимальною товщиною покриття та меншим надлишком розпилення, що не потребує доробок.

Основними перевагами в порівнянні з машинним розпиленням (див. Розділ 2.4.4.1) є:

- можливе також внутрішнє фарбування;
- розпилювачі можна дуже точно спрямовувати вздовж кузова, що забезпечує високий рівень ефективності нанесення;
- для фарбування потрібно менше розпилювачів (зменшення кількості фарби та розчинників для промивання під час зміни кольору або очищення).

Коли роботи використовуються в нанесенні герметизувальних та демпфувальних матеріалів, допуск на необхідну товщину покриття може бути зменшений, що призводить до економії матеріалу приблизно на 5–10% у порівнянні з ручним нанесенням.

Крім того, надійність процесу, як правило, вища, що значно знижує кількість доробок [ 169, VDI 2013 ].

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Використання роботів необхідне для використання розпилювачів із високою ефективністю перенесення, таких як обертальні чаші з електростатичним зарядженням.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується на нових та наявних заводах для нанесення покриттів на легкові автомобілі, фургони та кабін вантажних автомобілів.

#### **Економічні аспекти**

- Більші інвестиційні витрати в порівнянні з машинами для нанесення покриттів.
- Невигідно з малими кількостями або геометриями, що дуже відрізняються.

#### **Стимул до впровадження**

Зниження трудових витрат та підвищення якості.

#### **Приклади заводів**

Роботизовані системи розпилення вважаються стандартними для систем фарбування легкових автомобілів, фургонів та кабін вантажних автомобілів. Вони також застосовуються в нанесенні покриття на інші металеві та пластмасові поверхні.



а) Джерело: [ 169, VDI 2013 ]



б) Джерело: Renault Douai, FR [ 169, VDI 2013 ] [ 181, COM 2017 ]

**Рисунок 2.41: а) автоматизоване нанесення фарби за допомогою роботів б) автоматизоване нанесення герметика з допомогою роботів**

**Довідкова література**

[ 169, VDI 2013 ] [ 212, TWG 2018 ]

**2.4.4.3 Автоматизоване розпилення воску для порожнин****Опис**

Віск для захисту від корозії наноситься на внутрішні поверхні порожнини кузова автомобіля за допомогою автоматизованих процесів розпилення з контролем споживання воску.

**Технічний опис**

Рідкий матеріал розпилюється (безповітряним способом за 100–130 барів або комбінованим способом під нижчим тиском) в отвори порожнини кузова. На кожному порожнині є принаймні один отвір для застосування сопел (40–50 таких отворів у кузові). Тримачі сопел та розміщення різних сопел на головці адаптовані до кожної порожнини для отримання суцільної та рівномірної плівки шляхом розпилення без плям від розпилення. Відтворюване дозування досягається шляхом попереднього програмування об'єму, що наноситься («розпилення за часом»).

Можуть використовуватися два типи автоматизованих систем нанесення [ 169, VDI 2013 ]:

- Сопла, встановлені на тримачі з кількома соплами. Тримач переміщується до отворів, і розпилення здійснюється одночасно. За допомогою цього методу можна досягти високої продуктивності за умови одночасного доступу до всіх отворів за допомогою одного або декількох тримачів сопел.
- Кілька пневматичних складних сопел розташовані в головці із заміною сопел. Робот витягує необхідну голівку сопла, застосовує її до відповідної порожнини та замінює її, якщо для конкретної порожнини потрібен інший тип сопла. Потрібен щонайменше один робот із кожного боку.

Розпилення здійснюється за кімнатної температури. Залежно від типу матеріалу, що використовується, утворення плівки й сушіння прискорюються шляхом нагрівання кузовів у конвективних або інфрачервоних сушарках.

У новому процесі матеріал розпилюється дуже дрібними частками (< 15 мкм) з помірною швидкістю, які заповнюють об'єм порожнини через турбулентне та дифузне розповсюдження.

**Досягнуті екологічні переваги**

Менше споживання матеріалу та утворення відходів у порівнянні з ручним нанесенням.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Може використовуватись із кількома типами матеріалів.

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Немає.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Технологія застосовується в цехах фарбування легкових автомобілів. Залежно від типу кузова нанесення за допомогою роботів забезпечує більшу гнучкість вз погляду обробки багатьох моделей, хоча тримачі сопел мають переваги, якщо потрібна висока продуктивність.

**Стимул до впровадження**

Якість продукції.

**Довідкова література**

[ 169, VDI 2013 ] [ACEA коментар №390 у [ 212, TWG 2018 ]]

## 2.4.5 Мінімізація споживання сировини

Широко застосовуються такі технології:

- серійне фарбування/групування кольорів, див. Розділ 17.6.2.1;
- системи очищення трубопроводів скребком, див. Розділ 17.2.4.2;
- пристрої для зміни фарби з малими втратами, див. Розділ 2.4.5.1;
- нанесення покриттів та герметиків за допомогою робота, див. Розділи 2.2, 2.4.4.2 та 17.2.5, а також інші методи управління розчинниками та зменшення їхньої кількості.

### 2.4.5.1 Системи для зміни фарби з малими втратами та продукви

#### Опис

Фарба перекачується з центру подання фарби в камери фарбування розпиленням сталевими кільцевими лініями, де кожна лінія призначена для одного типу фарби.

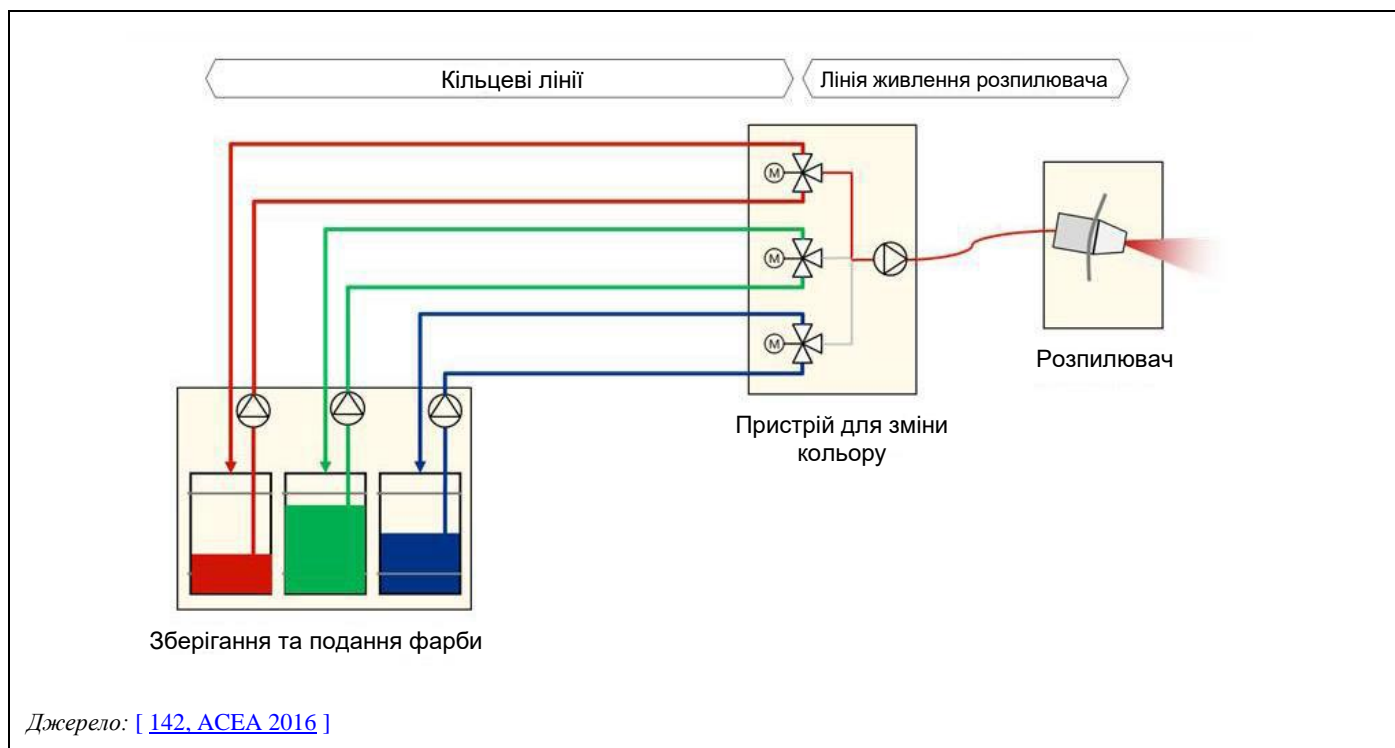
#### Технічний опис

Кольорові покриття (переважно базові покриття) вимагають зміни кольору. Кольорові блоки часто розраховані на менш ніж два автомобілі в середньому. Навіть за наявності найкращих технологій відновлення продування/промивання чаш і розпилювачів робить значний внесок у викиди в разі використання фарб на основі розчинників. У випадку покриттів на водній основі рідини для продування зазвичай містять 90% води [38, TWG 2004].

Використання систем картриджів із фарбою суттєво знижує вимоги до продування і, отже, може знизити рівень викидів та відходів.

У цехах фарбування транспортних засобів масового виробництва фарба зазвичай зберігається в центрі постачання фарби й перекачується в камери для фарбування розпиленням сталевими кільцевими лініями, де кожна лінія призначена для одного типу фарби та кольору (див. Рисунок 2.42). Маловживані фарби дуже часто постачаються з невеликих систем розподілу фарб, розташованих поряд із камерою. Для базового покриття та ґрунтовки (якщо у фарбувальному цеху використовується більше одного кольору ґрунтовки) ці кільцеві лінії підключаються до пристроїв зміни кольору для кожної окремої установки нанесення (робот з одним розпилювачем або фарбувальна машина з декількома розпилювачами). Пристрій для зміни кольору перемикається між пов'язаними трубами з фарбою, і вибраний колір прямує до фарборозпилювача або чаші. Як альтернатива, окремі картриджі з фарбою заповнюються фарбою (0,5–1,0 л) на станції стикування та автоматично прикріплюються до робота-аплікатора на вимогу. Цей метод можна використовувати у випадку ручного нанесення. Використовується декілька інших систем.





**Рисунок 2.42: Схема різних частин системи подання фарби з кільцевими лініями**

#### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення споживання розчинника, вимог до продування та викидів ЛОС.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Якщо використовується електростатичне розпилення з внутрішнім зарядженням, системи подання фарби з фарбами на водній основі потребують спеціальних пристроїв електричної розв'язки.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

#### Стимул до впровадження

Економія споживання сировини та скорочення утворення відходів.

#### Приклади заводів

Широко використовується.

#### Довідкова література

[ 142. ACEA 2016 ] [ACEA коментар №507 у [ 212. TWG 2018 ]]

### 2.4.5.2 Відновлення використаних розчинників

#### Опис

Див. Розділ 17.12.3. Зазвичай застосовується сучасне обладнання для подання фарби, у тому числі для відновлення продувних розчинників. Відновлення здійснюється шляхом перекачування очищувальних засобів з обладнання для нанесення в резервуари для зберігання.

#### Досягнуті екологічні переваги

Як правило, 80-90% очисних і продувних розчинників можна відновити для повторного використання як на об'єкті, так і за його межами.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

У процесі очищення в очищувальному засобі також містяться залишки фарби, що може призвести до засмічення труб і емностей через затвердіння самої фарби. Тому може знадобитися безперервне промивання, що призведе до збільшення використання очищувальних засобів.

### **Економічні аспекти**

Встановлення типової системи відновлення розчинника коштує 0,4 мільйона євро на камеру для фарбування розпиленням (дані за 2006 р.), але витрати також залежать від того, що передбачено в системі.

Потенційну економію буде досягнуто через зниження споживання розчинників та зменшення кількості шкідливих відходів. На великих заводах економія буде майже перевищувати інвестиції.

### **Приклади заводів**

Ford, Європа.

### **Довідкова література**

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 26, CITEPA 2003 \]](#)  
[\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 142, ACEA 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## **2.4.6 Технології сушіння**

Широко застосовуються такі технології:

- сушіння циркулювальним повітрям з осушеним повітрям або без нього;
- затвердіння за допомогою інфрачервоного випромінювання, див. Розділ 17.8.5.1.

## **2.4.7 Видалення та очищення відхідних газів**

Широко застосовуються такі технології:

- камера для фарбування розпиленням із мокрим відділенням (омивана імпульсна панель), див. Розділ 17.10.4.1;
- адсорбція за допомогою відповідної рідини (мокре скрубберне очищення), див. Розділи 17.10.4.2 та 17.10.6.3;
- сухе відділення надлишку розпилення за допомогою матеріалу з попередньо нанесеним покриттям, див. Розділ 17.10.4.3;
- сухе відділення надлишку розпилення за допомогою фільтрів, див. Розділ 17.10.4.4;
- електростатичний фільтр, див. Розділ 17.10.4.5;
- технології підтримання концентрації ЛОС перед обробкою, див. Розділ 17.10.3;
- адсорбція: адсорбція в нерухомому шарі, адсорбція в псевдозрідженому шарі та адсорбція в роторі, див. Розділ 17.10.6.2;
- окиснення: рекуперативне, каталітичне та регенеративне окиснення, див. Розділ 17.10.5.

### **2.4.7.1 Рециркуляція повітря кабіни в поєднанні з відділенням надлишку розпилення**

У фарбувальних цехах для нанесення покриття на легкові автомобілі, фургони й кабіни вантажних автомобілів повітря в кабіні рециркулюється після інтенсивного відділення надлишку розпилення, із сухим відділенням надлишку розпилення для нових або повністю модернізованих фарбувальних цехів або, рідше, з мокрим очищенням для наявних заводів. Див. також Розділ 17.10.3.2.

## 2.4.7.2 Закриті зони нанесення

### Опис

Покриття з розчинниками наносяться в закритих зонах нанесення зі спеціальною системою вентиляції та вловлювання відпрацьованого повітря.

### Технічний опис

Тунельна фарбувальна камера складається з таких секцій:

- повітророзподільна камера;
- розпилювальна кабіна до рівня решітки;
- система кондиціонування повітря.

Система відділення надлишку розпилення фарби розташована під решіткою кабіни.

У прохідній повітророзподільній камері кондиціоноване повітря від систем нагрівання, вентиляції та кондиціонування повітря рівномірно розподіляється по всій зоні. Система має таку структуру:

- розподільний повітропровід;
- фільтрувальна камера.

З розподільного повітропроводу припливне повітря проходить через перфоровані пластини у фільтрувальну камеру, яка відділена від зони кабіни кришкою фільтра. Стельові фільтри, що розташовані в кришці фільтра, переважно використовуються для рівномірного розподілу повітря в цій зоні. Крім того, повітря ще раз «ретельно фільтрується» через плоскі фільтри перед потраплянням у кабіну, щоб запобігти попаданню пилу та волокнистих часток у дихальні шляхи.

### *Кабіна розпилення*

Кабіна розпилення складається із самонесних елементів каркаса з обшивкою. Внутрішні бічні стіни обладнані вікнами в зони контролю та служать навіть для запобігання відкладенням фарби після осідання та в застійних зонах. Доступ із зон управління, розташованих вздовж довгої сторони, можливий через двері із захисними замками. До зон управління можна потрапити тільки через шлюзи.

Кузови автомобілів встановлюються на транспортувальні полози та автоматично транспортуються на різні станції фарбування. Вони очищуються від пилу з використанням різних технологій перед надходженням до зон фарбування. У фарбувальній камері одночасно обробляється від 10 до 20 транспортних засобів.

Після завершення процесу нанесення покриття кузови автомобілів передаються в сушарку.

### *Система вентиляції*

Кондиціонування повітря до необхідних параметрів досягається за допомогою вентиляторів із нагрівачами (пряме або непряме нагрівання), охолоджувачами, зволожувачами, фільтрами та лопатями. Повітря подається до кабіни через повітророзподільну камеру через всю площу кабіни. Відпрацьоване повітря видаляється із кабіни за допомогою лопатей вентилятора. Кабіни працюють із низьким вакуумом, щоб запобігти витоку розчинників. Осадження надлишку розпилення фарби може здійснюватися за допомогою різних систем. У випадку мокрого промивання вологість збільшується до більш ніж 90%. Тому використання циркулювального повітря можливе лише за великих енерговитрат на осушення.

У випадку сухого осадження лакової дисперсії доцільним є робота з рециркуляційним повітрям, оскільки параметри повітря, зокрема вологість, суттєво не змінюються.

Регенерація тепла можлива та ефективна пі час вологого промивання за допомогою обертових теплообмінників. У разі сухого осадження з рециркуляційним повітрям розчинники концентруються. Їх часто обробляють у системі термічного очищення відхідних газів із регенерацією тепла.

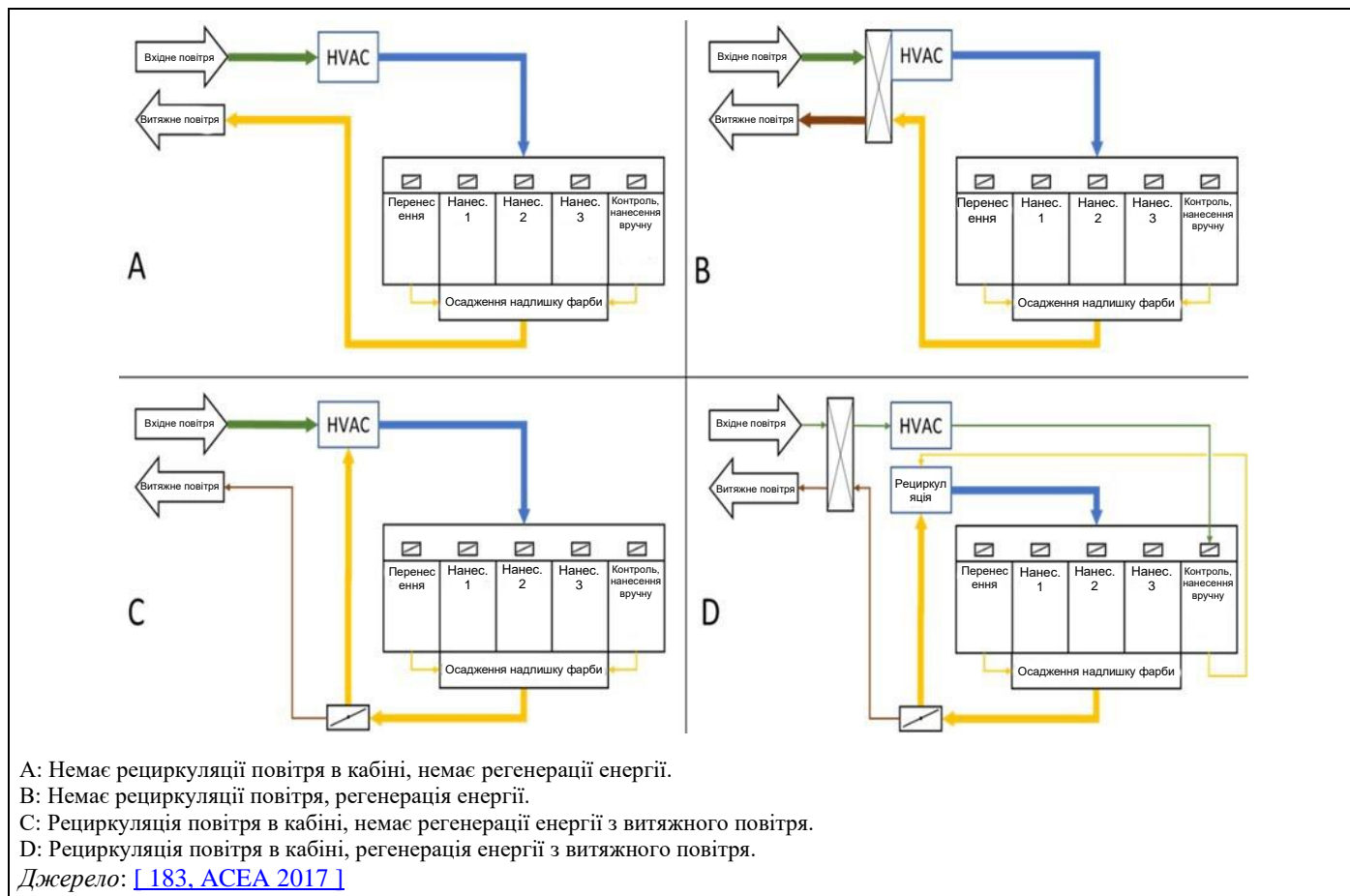
Різні варіанти спрямування повітря та регенерації енергії показані на Рисунок 2.43 та Рисунок 2.44.



- 1 Теплообмінник повітря на вході/виході.
- 2 Кондиціонування вхідного повітря.
- 3 Повітророзподільна камера та розподіл вхідного повітря.
- 4 Зона нанесення з роботами та системою транспортування кузова.
- 5 Зал управління.
- 6 Відділення надлишку розпилення фарби (приклад: скрубер Вентурі з перехресним потоком).
- 7 Резервуар для системи циркуляції води скрубера.
- 8 Витяжний вентилятор.

Джерело: [ 183, ACEA 2017 ]

**Рисунок 2.43: Структура та ведення повітря в камері для фарбування розпиленням**



**Рисунок 2.44: Різні варіанти спрямування повітря та регенерації енергії**

#### Фарбувальні бокси

На відміну від великих прохідних кабін з одночасним нанесенням покриття на велику кількість кузовів на різних станціях фарбування, у фарбувальному боксі покриття наноситься на один кузов. Цей тип використовується для:

- дрібносерійного виробництва легкових автомобілів;
- фарбування шасі вантажних автомобілів;
- фарбування автобусів;
- фарбувальних ремонтних операцій.

Усі необхідні робочі етапи нанесення покриття на автомобіль виконуються послідовно одному робочому місці. Надлишки розпилення фарби вловлюються в пилових фільтрах. Для сушіння використовуються або ПЧ-випромінювачі, або гаряче циркулювальне повітря подається у фарбувальну камеру, або кузов переміщається в сусідню окрему сушильну піч для кузова<sup>22</sup>.

#### Резервуари для обробки шляхом занурення

Зони попередньої обробки та покриття електроосадженням також забезпечені корпусами. Вони підтримуються під низьким негативним тиском (1 мбар) для уникнення неорганізованих викидів на найближчі робочі місця.

#### Досягнуті екологічні переваги

- Усунення неорганізованих викидів.
- Скорочення споживання розчинників та викидів.

<sup>22</sup> Дюпп-Кроузілек, Ральф (2011): Ressourcen-Effizienz auf hohem Niveau. Reinigungs- und Lackierlinie für Nutzfahrzeuge. У: журнал JOT 51 (3), стор. 42–45. Ідентифікатор цифрового об'єкта: 10.1365/s35144-011-0042-5.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Вимоги, яким необхідно відповідати в кондиціонуванні повітря в камерах для фарбування розпиленням, надані в Таблиці 2.31.

**Таблиця 2.31: Вимоги до кондиціонування повітря в прохідних фарбувальних камерах**

|   | Відносна вологість (%) | Температура (°C) | Швидкість низхідного потоку (м/с) |
|---|------------------------|------------------|-----------------------------------|
| Фарба на основі розчинника                  | 40–85                  | 20–30            | 0,3–0,5                           |
| Фарба на водній основі                      | 60–70                  | 20–26            | 0,3–0,5                           |
| Одношарове верхнє покриття на водній основі | 55–75                  | 20–26            | 0,3–0,5                           |

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Велика потреба в енергії для кондиціонування повітря:

- У випадку використання мокрого очищення, як правило, необхідна 100% частка свіжого повітря, оскільки дуже вологе витяжне повітря можна повторно використовувати тільки з великим споживанням енергії для осушення.
- У випадку використання сухого осадження можливий об'ємний потік циркулювального повітря до 90%. Проте рівень рециркуляції обмежується потребою у свіжому повітрі в зоні управління, ручними робочими місцями або необхідністю не перевищувати 25% нижньої границі вибуховості. Зазвичай дотримується рівень рециркуляції 75–80%.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Прохідні фарбувальні камери переважно використовуються в цехах для серійного нанесення покриття на легкові автомобілі, фургони і вантажні автомобілі. Закриті kabіни стандартно використовуються для покриття електроосадженням та попередньої обробки.

**Стимул до впровадження**

- Якість продукції.
- Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

**Приклади заводів**

- Тунельні камери для фарбування розпиленням та корпуси для попередньої обробки та покриття електроосадженням є у всіх великосерійних цехах для фарбування транспортних засобів.
- Окремі kabіни (фарбувальні бокси) є стандартними для дрібносерійного виробництва (наприклад, цехи для фарбування спортивних автомобілів, вантажних автомобілів та автобусів).

**Довідкова література**

[\[ 169, VDI 2013 \]](#) [\[ 183, ACEA 2017 \]](#)

**2.4.7.3 Промивний електростатичний фільтр (віддільник надлишку розпилення)****Опис**

Система для відділення часток надлишку розпилення від технологічного повітря за допомогою електростатичних фільтрів (загальний опис див. у Розділі 17.10.4.5).

**Технічний опис**

Промивний електростатичний фільтр є системою відділення надлишку розпилення, розташованою нижче рівня решітки камери для фарбування розпиленням. Забруднене повітря очищатиметься в електростатичних фільтрах.

Витяжне повітря з надлишком розпилення надходить через зону забору в модуль відділення. Коли повітря проходить через модуль, частки надлишку розпилення видаляються. Оскільки система забезпечує дуже високий рівень відділення, камера для фарбування розпиленням може працювати з рециркуляційним повітрям. Більша частина очищеного повітря всмоктується рециркуляційним вентилятором і повертається в камеру. Залежно від вмісту розчинника у витяжному повітрі частина його видаляється з циркуляції та замінюється свіжим повітрям.

Модулі відділення є чергуванням активних і пасивних елементів. В активних елементах під високою напругою утворилася хмара коронного розряду, що заряджає всі частки фарби. Потім ці частки притягуються пасивною заземленою розділювальною пластиною. Вона вкрита тонким шаром розділювального засобу за допомогою системи покриття, встановленої над нею. Частки фарби прикріплюються до розділювальної пластини та видаляються за допомогою розділювального засобу. Засіб, що містить надлишки розпилення, надходить у збірний резервуар під системою електростатичного фільтра. Звідти він повертається в систему нанесення покриття через резервуар системи. Частина засобу очищається від надлишку розпилення за допомогою системи скидання та повертається в цикл розділювального засобу.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

У системі електростатичного фільтра частки фарби відокремлюються на > 99%, при цьому залишковий вміст часток складає 0,3–0,8 мг/м<sup>3</sup>.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Розділювальний засіб циркулює в системі. Тільки невелику частку розділювального засобу буде видалено та утилізовано разом із надлишком розпилення.

Зони експлуатації та обслуговування електростатичного фільтра розділені. Контакт між електростатичним фільтром та генераторами автоматично активується під час встановлення або видалення модуля. Обробка здійснюється в робочій зоні.

Електростатичні фільтри та подання розділювального засобу працюватимуть переважно в автоматичному режимі. Буде здійснюватися моніторинг системи програмованим логічним контролером (ПЛК).

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Немає.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Система промивного електростатичного фільтра придатна для систем будь-якого розміру.

#### **Стимул до впровадження**

Вміст часток у витяжному повітрі досить низький, щоб повітря можна було рециркулювати. Це знижує витрати та споживання енергії на кондиціонування повітря в кабіні.

#### **Приклади заводів**

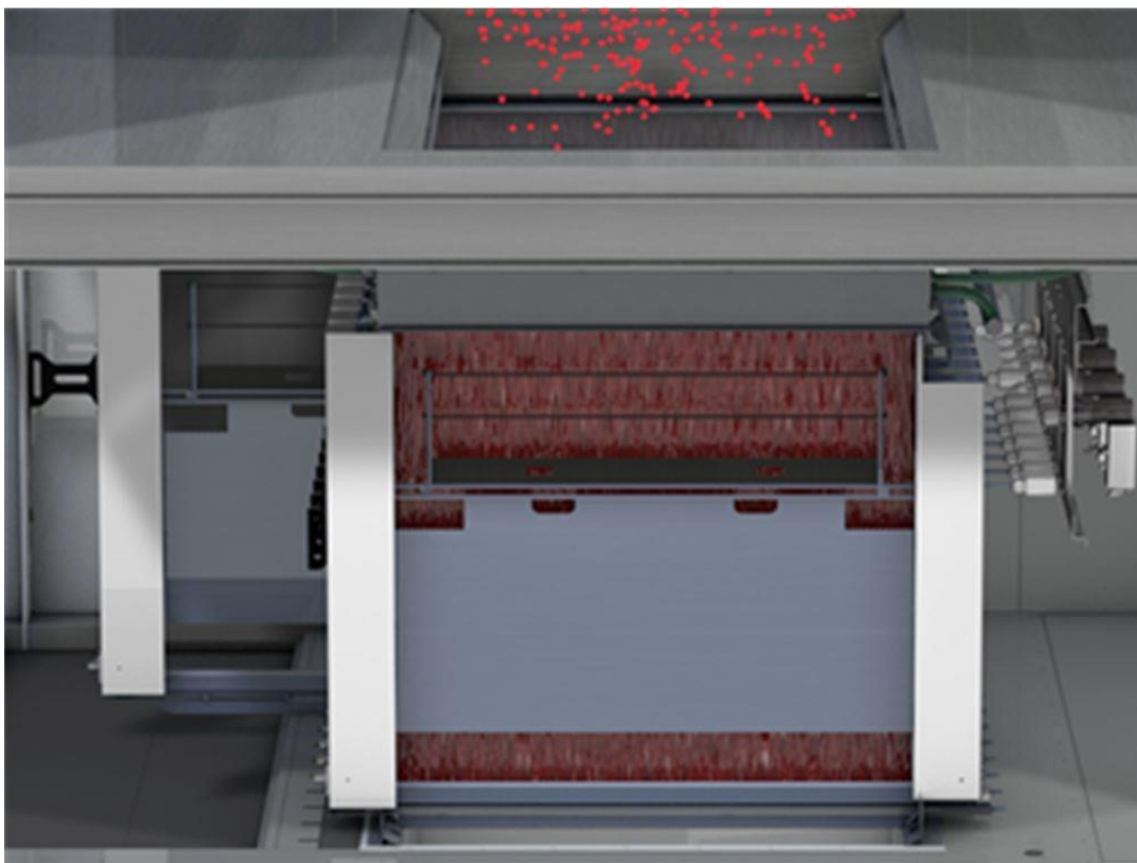
Деякі фарбувальні цехи у Європі, США та Китаї.



Джерело: [ [183, ACEA 2017](#) ]

**Рисунок 2.45: Система промивного електростатичного фільтра**





Електростатичні фільтри (срібна пластина спереду).  
Розділювальний засіб (червона зона за срібною пластиною).

Джерело: [\[183, ACEA 2017\]](#)

**Рисунок 2.46:** Детальний рисунок електростатичних фільтрів та застосування розділювального засобу

Довідкова література

[\[183, ACEA 2017\]](#)

## 2.4.8 Водокористування та очищення стічних вод

Часто застосовувані технології описані в Розділі 17.11 та Розділі 17.4.



### 3 НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА ІНШІ МЕТАЛЕВІ ТА ПЛАСТМАСОВІ ПОВЕРХНІ

#### 3.1 Загальна інформація про нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні

[\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

У цій главі описані процеси, пов'язані з нанесенням покриття на інші металеві та пластмасові поверхні. До них належать металеві та пластмасові компоненти таких типів виробів, а також самі вироби: виготовлені металеві вироби, формовані пластмасові деталі, мале та велике сільськогосподарське та будівельне обладнання, комерційні та промислові машини та обладнання, внутрішні або зовнішні автомобільні деталі (такі як бампери, ковпаки коліс, кермові колеса, дахи кабін/аеродинамічні елементи вантажних автомобілів та інші пластмасові деталі), аксесуари транспортних засобів, потяги, велосипеди та спортивні товари, іграшки тощо.

Невелика кількість установок надала дані та додаткову інформацію [\[ 155, TWG 2016 \]](#). Згідно з даними, наданими в межах висловлювання вихідних положень, загальна кількість установок у країнах-членах ЄС значно вища [\[ 161, TWG 2015 \]](#). Кількість установок, що брали участь у зборі даних, та повідомлена загальна кількість установок надані в Таблиці 3.1.

**Таблиця 3.1: Розрахункова загальна кількість установок у ЄС та кількість установок, які надали дані про нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні**

| Діяльність  | Повідомлена кількість установок під час подання вихідних позицій (2015 р.) (1) | Кількість установок, що надали дані (2) |
|---|--|---|
| Нанесення покриття на пластмасові вироби  | 36   | 7                                       |
| Нанесення покриття на металеві поверхні, не описані в інших розділах  | 32   | 4                                       |
| Нанесення покриття на потяги  | 2  | 0                                       |
| Нанесення покриття на сільськогосподарське та будівельне обладнання   | 4  | 1                                       |
| <i>Джерело:</i> <sup>(1)</sup> <a href="#">[ 161, TWG 2015 ]</a> , <sup>(2)</sup> <a href="#">[ 155, TWG 2016 ]</a> |  |   |

Покриття пластмасових та інших металевих поверхонь виконує декоративне, захисне та функціональне призначення. Покриття захищає металеві деталі від корозії, забезпечуючи стійкість до вологи, тепла та інших факторів. Пластмасові деталі можуть бути покриті для надання кольору, текстури або захисту, покращення зовнішнього вигляду та подовження тривалості строку служби, а також можуть використовуватися для ослаблення електромагнітних перешкод/радіочастотних перешкод, маскування ліній форми та дефектів на поверхні основи.

Що стосується фарбування деталей транспортних засобів, то деталі, вбудовані в кузов транспортних засобів, мають ті ж вимоги до якості, що й сам кузов, і, отже, вимагають нанесення багатошарових покриттів. Мода на кольорове виконання (наприклад, використання спеціальних або контрастних кольорів) може збільшити викиди розчинників на одиницю продукції через додаткові вимоги до покриття або додаткового очищення між кольорами.

Ці процеси нанесення покриттів на металеві вироби та пластмасові деталі можна розділити на три основні окремі операції: (1) підготовка поверхні, (2) операції з нанесення покриття та (3) заходи з очищення. Усі три типи види діяльності використовують сполуки, що містять ЛОС (тобто покриття, розріджувачі та/або очисні матеріали).

Три основні етапи процесу коротко описані нижче [ 160, USEPA 2008 ].

### Підготування поверхні

Підготовка поверхні виконується з двох основних причин: для виправлення дефектів деталі перед нанесенням покриття та підготовки деталі до нанесення покриття. Рівень підготовки поверхні, який вимагає деталь, або типи процесів підготовки поверхні, що використовуються, можуть сильно відрізнятися для металевих і пластмасових основ.

Перед нанесенням покриття на металевий виріб, його поверхню необхідно ретельно очистити. Операція з очищення складається з таких основних етапів обробки: лужне або кислотне очищення, промивання водою, фосфатна обробка (зазвичай фосфатом заліза), промивання водою та попередня обробка та/або промивання водою. Останній крок може передбачати сушіння деталей у печі. Зазвичай очисні хімічні засоби, що використовуються в цій операції з очищення, містять лише невелику кількість ЛОС і, отже, утворюються незначні викиди.

### Нанесення покриття

Поверхнєве покриття досягається шляхом нанесення покриття на металеву або пластмасову поверхню з подальшим затвердінням або сушінням покриття. Саме покриття може бути у формі рідини або порошку. Для нанесення рідких покриттів використовується кілька різних типів технологій нанесення, і вибір технології нанесення може істотно впливати на кількість використаного покриття і викиди ЛОС, що виникають у результаті операції. До найбільш поширених типів аплікаторів рідких покриттів належать повітряне розпилення, електростатичне розпилення, розпилення у великому об'ємі під низьким тиском (HVLP), покриття шляхом занурення, покриття поливом, покриття за допомогою валка, покриття електроосадженням та нанесення покриття хімічним способом. Порошкові покриття можна наносити шляхом електростатичного розпилення або занурення.

### Заходи з очищення

Заходи з очищення, відмінні від підготовки поверхні, також відбуваються на установках для нанесення покриттів на металеві або пластмасові поверхні. Очисні матеріали використовуються для видалення залишків покриття або бруду з обладнання для нанесення покриттів (наприклад, фарборозпилювачів, транспортувальних ліній), резервуарів та внутрішньої частини камер для фарбування розпиленням. Ці очисні матеріали, як правило, є сумішами розчинників, що містять ЛОС, але доступні технології та матеріали з низьким вмістом розчинників або без розчинників.

## 3.1.1 Нанесення покриття на інші металеві поверхні

На широкий спектр металевих поверхонь наноситься покриття для запобігання корозії та/або декорування. Вони можуть наноситися на готові вироби (наприклад, на очисні машини) або на підвузли, що є частиною інших виробів, наприклад, на блоки двигунів для транспортних засобів. Детально вони не розглядаються окремо, але наводяться приклади даних. Деякі приклади:

- сталеві меблі, наприклад:
  - меблі та обладнання для комерційного використання, лікарень тощо;
- побутова техніка, наприклад:
  - біла побутова техніка: холодильники, пральні машини тощо;
- машинобудування, комплектувальні, корпуси:
  - наприклад, для розподільників високої напруги;
- автомобільні підвузли, наприклад:
  - блоки двигунів,
  - склоочисники,
  - радіатори,
  - гальмівні диски,
  - алюмінієві ободи;
- будівництво, наприклад:
  - фасадні панелі,
  - дверні та віконні рами,
  - опалювальні панелі, радіатори;

- компоненти для вітряних млинів, наприклад:
  - вежа вітряного млина,
  - ковпак ротора, гондола та лопать.

### 3.1.2 Загальна інформація про нанесення покриття на сільськогосподарське та будівельне обладнання

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 41, ISACOAT 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)

Машини, що виробляються в цій галузі, є транспортними засобами (наприклад, трактори, землерийні машини) або обладнання, що використовується для певних цілей, яке може бути або не бути мобільним (наприклад, грохоти або сита). Для охоплення всього спектру діяльності тут використовується термін «сільськогосподарське та будівельне обладнання». Більшість компаній виробляють свої машини протягом усього року, але продають їх переважно навесні. Через сильні сезонні коливання бізнесу машини розміщуються зовні під впливом УФ-випромінювання, дощу, морської атмосфери, іноді майже впродовж року між виробництвом та продажем, тому збереження блиску та кольору, адгезія та захист від корозії є критичними питаннями. Проте головним завданням є запобігання корозії. У процесі експлуатації покриття має витримувати великий механічний та хімічний вплив. Хімічна корозія виникає через агресивні рідини, що утворюються від оброблюваних матеріалів (наприклад, картоплі, добрива) та вологи. Покриття зазвичай не слугує так довго, як на транспортних засобах. Оптичні властивості поверхні менш критичні, ніж для автомобілів.

Великі підприємства зазвичай виробляють самокеровані машини. Через відносно високі технологічні та оптичні вимоги процеси попередньої обробки та нанесення покриттів є складними. Споживання фарби становить понад 50 тонн на рік, що пов'язане зі споживанням розчинника від 5 до 50 тонн на рік.

### 3.1.3 Загальна інформація про нанесення покриття на пластмасові поверхні

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 119, May et al. 2006 \]](#)

Велика різноманітність сучасних продуктів має пластмасові деталі, хоча багато з них використовуються з відповідною обробкою, отриманою в процесі формування, і не вимагають покриття. Загалом близько 75% фарб, що постачаються в цю галузь, наносяться на пластмасові деталі транспортних засобів. Переважно це стосується бамперів, ковпаків коліс та кермових коліс. Інші 25% фарб призначені для нанесення покриття на телевізори, аудіосистем та корпусів комп'ютерів.

До пластмасових деталей із покриттям для автомобільної промисловості належать деталі, на які наноситься покриття виробником транспортного засобу (на лініях виробництва транспортних засобів або на окремих лініях для нанесення покриттів), а також деталі, на які наносять покриття постачальники компонентів. Пластмасові деталі, інтегровані в кузов автомобіля, часто повинні мати відповідний колір. Наразі кольоровий дизайн усе частіше можна побачити в автомобільній промисловості, у тому числі оформлення салону, наприклад, підбір кольору кермового колеса до панелі приладів або салону. У багатьох випадках кузови автомобілів та компоненти можуть бути покриті на різних установках із використанням різних пристроїв для нанесення та/або матеріалів покриття, і належний підбір кольорів є надзвичайно важливим.

У зв'язку зі збільшенням використання пластмас, що переробляються, у галузі постачальників компонентів транспортних засобів в останні роки, використання поліолефінів також значно зросло. Ці матеріали неполярні та вимагають підготовки поверхні для забезпечення необхідного зчеплення покриття.

Пластмаси зазвичай мають певні основні характеристики, і вони впливають на тип підготовки поверхні, який можна застосувати, тип покриття, яке можна використовувати, і процес, що використовується для його нанесення. Ось деякі основні характеристики пластмас:

- стійкі до механічного або термічного впливу;
- хімічно стійкі;
- електрично непровідні;
- додаткові змочувальні та адгезійні властивості в порівнянні з металевими поверхнями;
- можливість витоку або міграції пластмасових компонентів.

Системи покриттів необхідно ретельно вибирати залежно від розчинника, що міститься в них, оскільки деякі агресивні розчинники можуть спричинити розбухання і крихкість, можуть створювати тріщини в пластмасі або знижувати силу адгезії системи покриття. Крім того, покриття має бути більш еластичним, ніж основа, щоб протистояти деформаціям.

### 3.1.4 Загальна інформація про нанесення покриття на потяги

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#)

Крім високих оптичних властивостей фарби, для рейкових транспортних засобів також потрібний належний захист від корозії. Система покриття, що застосовується, має бути стійкою до кліматичних впливів, агресивних очищувальних засобів (використовуються для видалення графіті), а також до стирання від ковзних контактів.

## 3.2 Прикладні процеси та технології

### 3.2.1 Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на інші металеві поверхні

[ 155, TWG 2016 ]

Може застосовуватися будь-яка з відповідних технологій у Главі 17.

Застосовуваними технологіями нанесення покриття, про які повідомлялося в зборі даних, є:

- нанесення розпиленням у закритій кабіні для нанесення покриття;
- нанесення розпиленням у закритих кабінах з умовами чистого приміщення;
- безповітряне розпилення.

Застосовувані системи подання фарби подібні до систем для нанесення покриття на транспортні засоби, наприклад, ємність для фарби безпосередньо з'єднана з роботом/робочим місцем, без використання технологій очищення труб скребками або промивання струменем.

### 3.2.2 Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на сільськогосподарське та будівельне обладнання

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 41, ISACOAT 2004 ] [ 78, TWG 2005 ]

Загальними проблемами для всіх видів покриттів для сільськогосподарських та інших машин є:

- складні та великі об'ємні об'єкти;
- відносно товсті металеві листи, оброблені лазерним різанням, зварюванням тощо;
- необхідність попередньої обробки через обробку шорсткостей, залишків, іржі та мастила на металевих поверхнях;
- багато основ (сталь, литий метал, дерево, термопласти, дюрופласти, пластмаси зі скловолокном, попередньо зібрані деталі);
- можливі пневматичне, комбіноване за системою аігтіх та безповітряне нанесення, електростатичне нанесення, занурення та/або покриття електроосадженням;
- обмежені умови обпалювання через масу або попередньо зібрані термочутливі деталі;
- один основний рівний колір верхнього покриття (типовий для бренду) та кілька додаткових кольорів (дизайн);
- одно- або двошарова система (грунтовка плюс верхнє покриття на видимих зовнішніх поверхнях або одношарове верхнє покриття);
- висока якість оздоблювального покриття з погляду захисту від корозії (країв), збереження блиску та кольору, хімічної стійкості, адгезії тощо.

Типовий процес у Центральній Європі для великих самокерованих машин (комбайни, сівалки /збиральні машини для картоплі) передбачає покриття електроосадженням (анодна одношарова або катодна ґрунтовка) і нанесення верхнього шару поверх ґрунтовки (двокомпонентний на основі розчинника з високим вмістом твердих часток, що розпилюється на частини поверхні або верхній шар на водній основі, що наноситься зануренням). Проте традиційні технології досі широко поширені, особливо для невеликих машин.

Ґрунтовки та одношарові верхні покриття повинні охоплювати всі частини машини. Через складну структуру об'єктів занурення компонентів перед збиранням є найкращим варіантом процесу та може бути автоматизованим. Якщо установки недоступні через те, що низька потужність не може виправдати інвестиції, нанесення шляхом розпилення можливе з деякими недоліками з точками зору якості. Для охоплення внутрішніх поверхонь машин перевага віддається комбінованому нанесенню за системою аігтіх. Для зовнішніх поверхонь електростатична підтримка нанесення можлива та широко використовується.

### Традиційні технології

Грунтовки: на основі полівінілбутирату (ПВБ) або алкідні (фосфорна кислота), що твердіє за допомогою кислоти, для операцій розпилення; або методом занурення в матеріали на основі розчинників (органічні розчинники або хлоровані вуглеводні на основі алкідних смол).

Одношарове верхнє покриття: широко використовується занурення в матеріали на основі розчинника; алкідні покриття містять органічні розчинники, досі застосовують навіть хлоровані вуглеводні.

Верхнє покриття: традиційно поліефіри/алкід на основі розчинника.

### Нові технології

Грунтовка: двокомпонентне епоксидне, на основі розчинника або на водній основі, для розпилення; або покриття на водній основі для звичайного та електроосаженого покриття; смоли переважно полібутадієнові (анодне електролітичне покриття) або епоксидні.

Одношарове верхнє покриття: покриття на водній основі доступні для звичайного та електроосаженого покриття; смоли переважно акрилові через вимоги до стійкості до ультрафіолетового випромінювання.

Верхні покриття: акрилат/поліефір, що твердіє за допомогою ізоціанату (із середнім вмістом твердих часток, з високим вмістом твердих часток або на водній основі) або однокомпонентне акрилове (на водній основі, з високою температурою обпалювання) для розпилення; або поліефірне або акрилове покриття (на водній основі) для звичайного занурення. Порошкове покриття успішно використовується.

Зазвичай використовується лише один колір ґрунтовки та максимум чотири кольори для рідких верхніх покриттів. Таким чином, для епоксидних ґрунтовок та верхніх покриттів, що твердіють за допомогою ізоціанату, двокомпонентні змішувачі технічно та економічно доцільні.

## 3.2.3 Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на пластмасові поверхні

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 119, May et al. 2006 ]

Як правило, у серійному нанесенні покриття на пластмасові деталі необхідно розв'язати три питання:

- підготовка поверхні;
- структура покриття;
- застосовувані система покриття та технологія нанесення.

### Підготування поверхні

Попередня обробка поверхні може бути застосована для підготовки поверхні для нанесення покриття, наприклад, для підвищення адгезійних властивостей поверхні (особливо для застосування систем покриттів на водній основі), для активації поверхні, для збільшення електропровідності поверхні (наприклад, для використання з електростатичними пристроями для нанесення) або зменшення дефектів поверхні, наприклад, створених витоком компонентів. До типових операцій попередньої обробки належать попередня хімічна обробка у ваннах; обробка полум'ям; плазмова обробка; технологія обробки коронним розрядом; і фторування, що дає переваги одношарового покриття та дає змогу зберігати деталі протягом більш тривалого часу перед поданням у подальший процес нанесення покриття.

### Структура системи покриття

Залежно від конкретних вимог може знадобитися два, три чи чотири шари фарби. Щодо деталей транспортного засобу, як і для основного кузова транспортного засобу, для покриття бамперів та інших деталей потрібно безліч шарів фарби. Це забезпечує якість, що відповідає якості основного кузова, та тривалість строку служби деталі. Залежно від композиту спочатку може бути нанесений перший шар фарби. На поверхні особливо складних поверхонь, таких як поліпропілен, може знадобитися додаткова ґрунтовка. Для м'якого ПВХ або поліуретанового м'якого пінопласту необхідно ізоляційний або стримувальний перший шар фарби, щоб уникнути міграції пом'якшувача. Для згладжування шорсткості поверхні застосовується еластичний заповнювач. Верхнє покриття може бути як одношаровим, так і двошаровим, а також еластичним.



### Застосовувані система покриття та технологія нанесення

Вибір системи покриття та технології нанесення залежить від потреб кінцевого продукту. У Німеччині використовуються переважно одно- та двокомпонентні системи на основі розчинників на поліуретановій основі та однокомпонентні фарби на основі акрилу та меламіну, хоча також використовуються системи на водній основі, також використовуються системи УФ-зшивання та порошкові покриття.

Зазвичай для вологих фарб використовують розпилення повітрям під високим тиском. Залежно від геометрії виробу ефективність нанесення становить від 20 до 40%. Метод нанесення фарби у великому об'ємі під низьким тиском (HVLP) також поширений для деяких галузей застосувань, водночас досяжні коефіцієнти ефективності нанесення варіюються від 25 до 50%. Усе частіше використовуються роботи, оскільки вони дають змогу досягти більш рівномірної товщини шару в порівнянні з ручним фарбуванням. Проте, ручне фарбування досі може використовуватися, коли фарбування безлічі різних або складних деталей вимагає частих змін та адаптування. Це призведе до потенційно вищого викиду розчинників через збільшення надмірного розпилення.

Також доступні технології електростатичного нанесення, але досі вони використовувалися лише для багатшарових надбудов. У цій технології спочатку за допомогою звичайних фарборозпилювачів наноситься електропровідний перший шар фарби, за яким часто іде базовий шар, який також наноситься звичайними фарборозпилювачами. Нанесення шару прозорого покриття потім може здійснюватися електростатичним способом (наприклад, за допомогою чаш із високою швидкістю обертання). Коефіцієнти ефективності нанесення можуть бути значно підвищені шляхом використання електростатичних технологій, наприклад, якщо використовуються чаші з високою швидкістю обертання, можна досягти коефіцієнта ефективності нанесення до 85%. У деяких випадках можна отримати максимальний рівень ефективності перенесення всього 50-65% (наприклад, у разі складних частин деяких процесів в автомобільній промисловості, наприклад, низька провідність основ у випадку пластмасових деталей). Проте технологію електростатичного покриття не можна використовувати для одношарових покриттів, оскільки потрібне попереднє електропровідне покриття.

Як правило, сушіння та затвердіння виконуються за максимальної температури 80 °C через термочутливість основи. Проте в деяких випадках можуть бути досягнуті температури до 135 °C в зоні нагріву та до 110 °C в зоні витримки. З деякими пластмасами затвердіння за допомогою УФ-випромінювання та електронно-променевого затвердіння може спричинити пожовтіння світлих фарб.

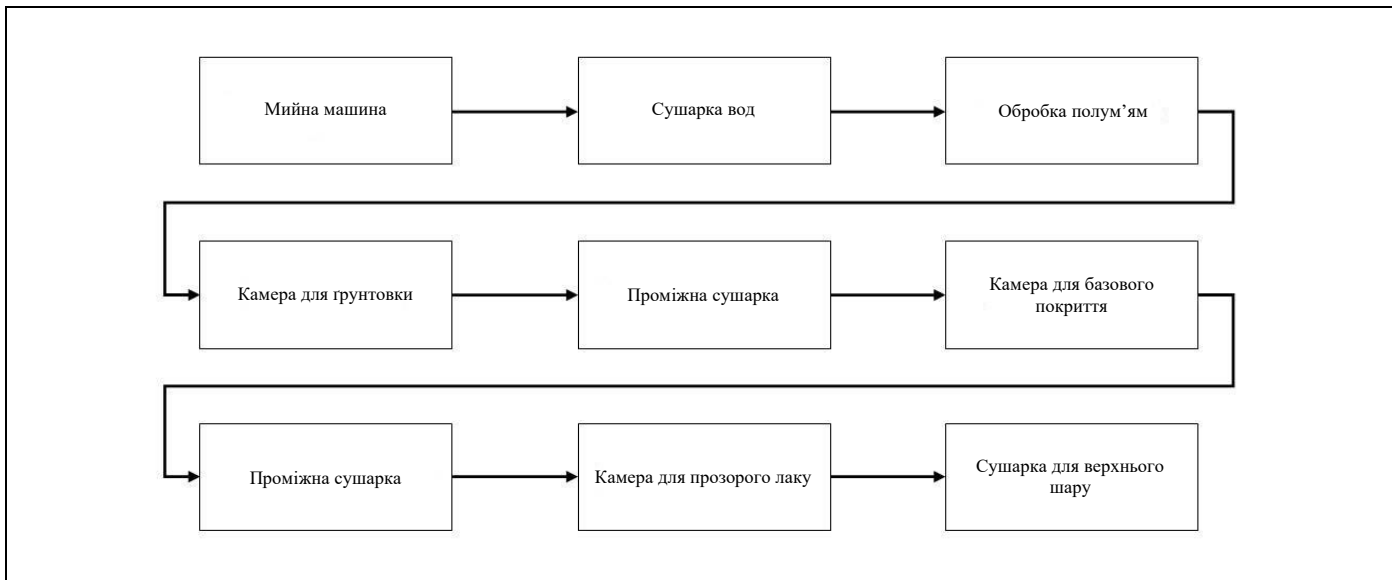
Застосовуються такі камери для фарбування розпиленням та технології:

- проста камера для фарбування розпиленням;
- камера для фарбування розпиленням та сушарка;
- камера для фарбування розпиленням із мокрим відділенням;
- камера для фарбування розпиленням із сухим відділенням;
- водоемульсійні технології в камері для фарбування розпиленням;
- камера для фарбування розпиленням із технологією paint-in-paint;
- комбіновані системи (мокре та сухе відділення).

#### 3.2.3.1 Нанесення покриття на бампери

Приклад спрощеного процесу нанесення покриття на водній основі на бампер показаний на Рисунок 3.1.

Вироби, на які наноситься покриття, складаються із пресованої поліуретанової пульпи та термопластичних пластиків.



**Рисунок 3.1: Процес нанесення покриття на водній основі на бампер**

### Підготування поверхні

Для підготування поверхні можна використовувати різні технології. Часто очищення шляхом розпилення води здійснюється автоматично, при цьому деталі поступово проходять через різні зони, наприклад:

- перший етап знежирення водно-лужним очищувальним засобом;
- промивання водою;
- другий етап знежирення водно-лужним очищувальним засобом;
- промивання водою;
- остаточне промивання деіонізованою водою.

Очищення поліпропіленових бамперів шляхом розпилення води та хімікатів можна уникнути, протираючи бампер вручну серветками, просоченими розчинником. В одному прикладі установки бампери очищають вручну сумішшю води та ізопропанолу (частка ізопропанолу становить 5% мас.), а потім сушать у конвективних сушарках.

Зазвичай використовується каскадне промивання для зменшення споживання води. Вода, що стікає з деталей, може бути використана для відновлення втрат на випаровування на етапі знежирення. Крім того, деіонізовану воду можна рециркулювати. Після процесу очищення деталі транспортуються через установку продування, сушіння та охолодження. Якщо використовується осушувач конденсаційного типу, установка для охолодження не потрібна.

Після сушіння поверхні виробу часто активують обробкою полум'ям або іонізацією плазмою. Деталі з поліуретану не потребують додаткової підготовки.

### Нанесення покриття

Як правило, бампери покриваються тришаровим покриттям, що складається з першого шару, базового шару та прозорого шару. Фарба наноситься за допомогою роботів або вручну шляхом електростатичного розпилення або розпилення за допомогою фарборозпилювачів HVLP. Спочатку на пластикові деталі наноситься ґрунтовка. Ґрунтовка може бути на основі розчинника (наприклад, двокомпонентний перший шар покриття на основі розчинника) або на водній основі. Ґрунтовку може знадобитися висушити (наприклад, у повітряному потоці, що циркулює, за температури 80 °C) перед нанесенням подальших шарів. Нанесення базового покриття здійснюється за тією ж технологією, що й нанесення першого шару. Якщо фарба із середнім вмістом твердих часток використовується як базовий шар, то частка розчинника може становити до 70%. Базові покриття можуть бути одно- або багатокомпонентні фарбові системи й можуть бути на водній основі або на основі розчинників. Після нанесення фарби наноситься та випаровується звичайний двокомпонентний прозорий шар на основі розчинника. Крім того, можна використовувати нанесення за системою «wet-on-wet», що позбавляє необхідності в проміжних зонах сушіння.

Після випаровування шари фарби сушать у сушарці. Забруднене розчинником витяжне повітря, що надходить із зон випаровування та сушарок, вловлюється і прямує в установку термічного очищення. Коефіцієнт ефективності, що досягається, може становити 95–99% (залежно від навантаження на установку спалювання). Наприклад, концентрація 277 мг С/м<sup>3</sup> у неочищених відпрацьованих газах знижується до 25 мг С/м<sup>3</sup> в очищених газах. Очищення від надлишку напilenня здійснюється шляхом мокрого осадження. У Таблиці 3.2 нижче показано пропорції розчинників у різних системах покриття.

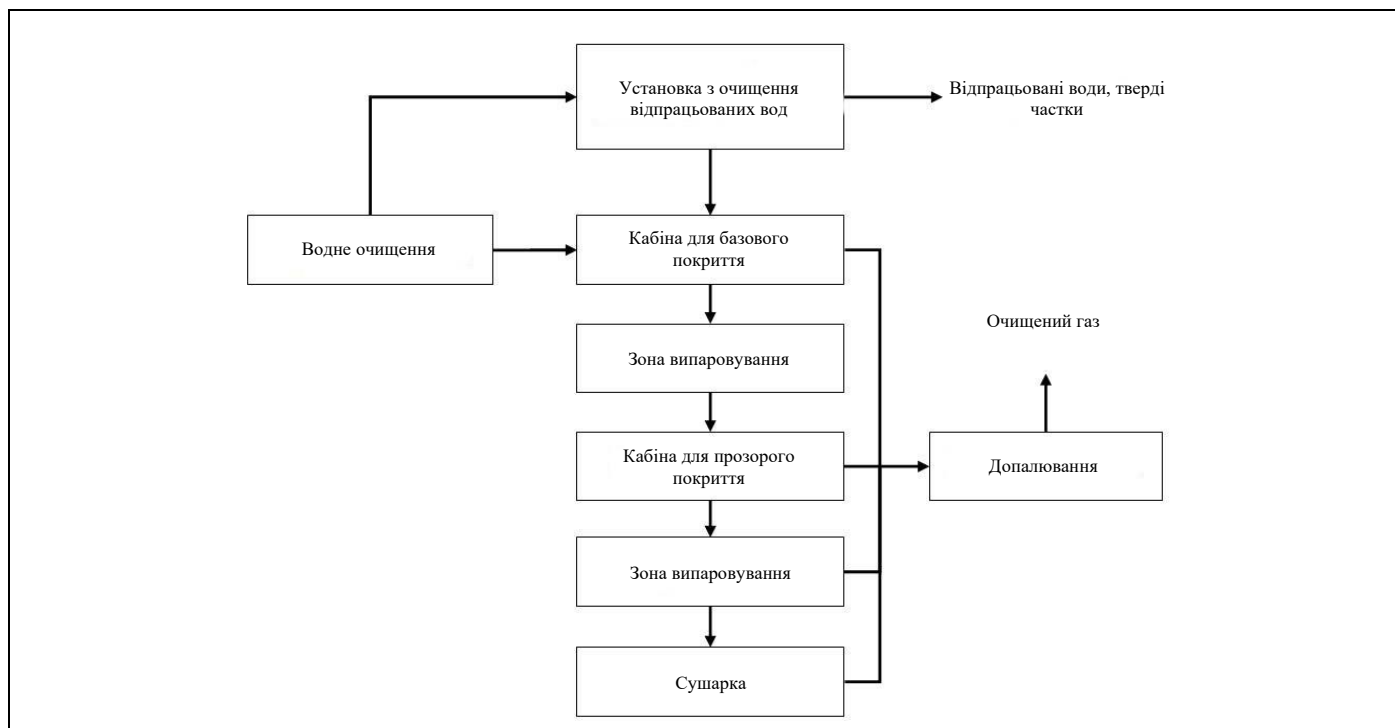
**Таблиця 3.2: Пропорції розчинників у різних системах покриття, що використовуються для нанесення покриття на бампери**

| Структура та системи покриття  | Частка розчинника (% мас.) |
|--|----------------------------|
| Перший шар <ul style="list-style-type: none"> <li>на основі розчинника</li> <li>на водній основі</li> </ul>      | 40–55<br>15                |
| Базове покриття <ul style="list-style-type: none"> <li>на основі розчинника</li> <li>на водній основі</li> </ul> | 50<br>15                   |
| Прозорий шар <ul style="list-style-type: none"> <li>на основі розчинника</li> <li>на водній основі</li> </ul>    | 50<br>30                   |

### 3.2.3.2 Нанесення покриття на ковпаки коліс

Система покриття ковпаків коліс характеризується двома шарами. Спочатку наноситься звичайне металеве базове покриття на водній основі, а потім звичайне двокомпонентне прозоре покриття на основі розчинника або УФ-прозоре покриття. Вимоги до покриття передбачають стійкість до подряпин, водостійкість та стійкість до ударів дрібним камінням, а також високу якість поверхні. Нанесення покриття здійснюється автоматично.

На Рисунок 3.2 нижче показаний процес виробництва ковпаків коліс із використанням фарб на основі розчинників.



**Рисунок 3.2: Технологічний процес нанесення покриття на ковпаки коліс за допомогою звичайного покриття**

У Таблиці 3.3 нижче наведено порівняння різних систем, що використовуються.

**Таблиця 3.3: Порівняння пропорцій розчинника в системах покриття, що застосовуються для нанесення покриття ковпаків коліс**

| Структура та системи покриття                | Частка розчинника (% мас.) |
|--|----------------------------|
| Базове покриття                              |                            |
| • на основі розчинника                       | 75                         |
| • водорозчинне                               | 10                         |
| Прозорий шар                                 |                            |
| • на основі розчинника                       | 50                         |
| • затвердіння за допомогою УФ-випромінювання | 10                         |
| • водорозчинне                               | 16                         |

### 3.2.3.3 Нанесення покриття на кермові колеса

Для кермових коліс покриття повинно гарантувати такі властивості, як стійкість до сонячного випромінювання, очищувальних засобів або поту з рук. Наразі на кермові колеса зазвичай покриття наноситься у формі. Для цієї технології розділювальний засіб наноситься на нагріту форму, а покриття розпилюється на розділювальний засіб. Отже, відсоток надлишкового розпилення і, отже, втрати матеріалу порівняно низький, приблизно 20%. Після короткого періоду випаровування вливаються змішані поліуретанові компоненти. У процесі спінування в закритій формі матеріал створює міцний зв'язок із покриттям. Покриття, що наноситься, повинно бути сумісне з розділювальним засобом для форм і з використовуваною поліуретановою системою. До цього часу використовувалися одно- і двокомпонентні системи покриттів на основі розчинників.

### 3.2.3.4 Нанесення покриття на відбивачі

Для відбивачів потрібна надзвичайно гладка та однорідна поверхня. Структура покриття одношарова.

### 3.2.3.5 Нанесення покриттів у виробництві телевізорів, аудіосистем та корпусів комп'ютерів

Наразі в аудіовізуальному секторі спостерігається тенденція до барвистіших продуктів і навіть індивідуальних запитів клієнтів щодо кольорового оформлення. Вимоги до якості покриття корпусів передбачають стійкість до спиртів, шкірного жиру тощо, стійкість до подряпин та стирання, а також належні оптичні властивості поверхні. Найсучаснішим є серійне використання покриттів на водній основі, хоча, як і раніше, широко використовуються системи покриттів на основі розчинників. Ефективність нанесення 45% може бути досягнута в нанесенні покриттів на корпуси телевізорів, при цьому нанесення покриття здійснюється автоматично.

## 3.2.4 Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на потяги

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ]

Вибір системи покриття, матеріалів, кольору та товщини шару визначається замовником. Через велику об'ємні потоки та періодичну роботу очищення відхідних газів не використовується на маленьких установках. Проте на деяких великих установках очищення відхідних газів із сушарок є загальноживаною практикою.

Процеси нанесення покриттів на рейкові транспортні засоби можна розділити на нанесення покриттів на нові транспортні засоби та роботи з технічного обслуговування. Системи покриття ідентичні для обох процесів. Обидва види діяльності зазвичай здійснюються там, де виробляються рейкові транспортні засоби. Характеристики робіт із технічного обслуговування з впливом на довкілля викладені в наступних абзацах і також дійсні для нових конструкцій:

- Ремонт лакофарбового матеріалу в оздоблювальному цеху або під час робіт із технічного обслуговування: Лакофарбовий матеріал частково шліфується та оновлюється.
- Повне лакування старих рейкових транспортних засобів: залежно від стану лаку, фарба шліфується до першого шару або повністю видаляється шляхом дробоструминної обробки.
- Видалення фарби та нове оздоблювальне фарбування: після реконструкції рейкових транспортних засобів стара фарба видаляється шляхом дробоструминної обробки або шліфується до першого шару. Потім наноситься нове покриття. Як правило, видалення фарби здійснюється вручну за допомогою дробоструминної обробки. Для видалення фарби з алюмінію та неіржавної сталі (наприклад, надбудови) у якості дробу для дробоструминної обробки використовується корунд. Для звичайної сталі у якості речовина для дробоструминної обробки використовується сама сталь. Після дробоструминної обробки пил із поверхні видаляють шляхом продування стисненим повітрям. Зазвичай, усі матеріали для дробоструминної обробки переробляються.

Процес конструювання та фарбування нових рейкових транспортних засобів докладніше описаний у наступних абзацах. Оскільки процеси фарбування, що застосовуються для робіт із конструювання та технічного обслуговування, ідентичні, це також стосується і процесів технічного обслуговування.

У Таблиці 3.4 показані системи покриттів, які використовуються для кузовів рейкових транспортних засобів відповідно до норм Deutsche Bahn AG, як приклад можливої структури шарів.

**Таблиця 3.4: Структура шарів для рейкових транспортних засобів відповідно до норм Deutsche Bahn AG**

| Зона  | Структура шару                                | Матеріал (1)   | Товщина шару висушеного матеріалу (мкм) |
|---|---|--|---|
| Цілий кузов рейкового транспортного засобу  | Попередня обробка                             | Матеріал для дробоструминної обробки   | -                                       |
| Зовнішні поверхні<br>Передня та бокова стінки, у тому числі двірні та віконні корпуси, дах, а також зони грудей та голови виготовлені зі склопластику | Перший шар                                    | EP, WB   | 60                                      |
|   | Шпаклювальна маса                             | SB   | 60                                      |
|   | Грунтовка                                     | PUR або EP грунтовка, WB   | 60                                      |
|   |   | PUR грунтовка, SB (альтернатива)   | 40                                      |
|   | Верхнє покриття                               | PUR, SB  | 40                                      |
|   |   | PUR, WB  | 20–30                                   |
|   |   | Базове покриття, WB  | 40                                      |
| Дах   | PUR, SB та фарба антиграфіті, SB              | 40   |   |
|   | Грунтове покриття                             | EP, WB   | 80                                      |
|   | Верхнє покриття                               | EP, WB, товста плівка  | 140                                     |
|   |   | EP, SB, товста плівка (альтернатива)   | 140                                     |
| Опірна рама, підлога, низ кузова  | Грунтове покриття                             | EP, WB   | 60                                      |
|   | Верхнє покриття                               | EP, WB, товста плівка  | 140                                     |
|   |   | EP, SB, товстоплівкове або однокомпонентне захисне покриття низу кузова (альтернатива) | 140–200                                 |
| Рама візка  | Грунтове покриття                             | EP, WB   | 60                                      |
|   |   | EP, SB (альтернатива)  | 60                                      |
|   | Верхнє покриття                               | EP, WB, товстий шар  | 140                                     |
|   |   | EP, SB, товстий шар (альтернатива)   | 140                                     |
|   | Деталі компонентів із кріпленням на DIN-рейку | Антикорозійний віск  | IB                                      |
| Внутрішні поверхні:<br>Підлога, дах, бічна та передня стінки  | Грунтове покриття                             | EP, WB   | IB                                      |
|   | Верхнє покриття                               | EP, WB, товстий шар  | IB                                      |
|   |   | EP, SB, товстий шар (альтернатива)   | IB                                      |
|   | Шовний герметик                               | Герметик   | IB                                      |
| Звукоізоляція   | Синтетичні смоли, WB                          | IB   |   |

(1) SB: на основі розчинника; WB: на водній основі; EP: епоксидний; PUR: поліуретановий.

Джерело: [ 5, DFIU et al. 2002 ]

### **Попередня обробка кузовів вагонів**

Додаткове знежирення за допомогою водно-лужних очищувальних засобів здійснюється після збирання (особливо для алюмінію). Потім внутрішні та зовнішні поверхні очищаються шляхом дробоструминної обробки. Речовина для дробоструминної обробки частково переробляється.

### **Нанесення першого шару (на зовнішні та внутрішні поверхні)**

На весь вагон наноситься перший шар фарби. Фарба наноситься вручну шляхом безповітряного розпилення. Крім звичайних фарб також доступні двокомпонентні фарби на водній основі, що не містять хроматів, на основі епоксидних смол. Вміст розчинника в цих матеріалах варіюється від 3 до 5%. На дах наноситься шар товщиною приблизно 60–100 мкм, на бічні стінки – приблизно 200 мкм. Такі деталі, як багажні полиці, покриваються фарбами на основі розчинників або порошковими фарбами.

### **Заповнювач**

Після висихання першого шару вручну за допомогою шпательів наноситься заповнювач. Матеріал має вміст розчинника близько 16% (з яких 8% є реакційноздатними та не мають відношення до викидів). Після затвердіння матеріалу відбувається шліфування бічних стінок. Шліфувальний пил видаляється шляхом продування стисненим повітрям і за допомогою очищувальних засобів. Зазвичай матеріал заповнювача наноситься лише на зварні шви (мінімальне нанесення заповнювача).

### **Нанесення ґрунтовки (зазвичай тільки на зовнішні поверхні)**

Ґрунтовка наноситься на бічні стінки шляхом комбінованого розпилення за системою airmix. Як ґрунтовка використовується або двокомпонентний епоксидний матеріал на водній основі, що твердіє за допомогою аміну, (що містить 3% органічних розчинників), або поліуретан на основі розчинника (що містить 35% органічних розчинників). Товщина шару становить близько 60 мкм. Час сушіння становить близько 2–3 годин. У разі використання сушарки (80 °C) сушіння займає близько 45 хвилин. Температура основи не може перевищувати 45 °C для укомплектованих вагонів через електронне обладнання.

### **Нанесення верхнього покриття (зазвичай тільки на зовнішні поверхні)**

Залежно від типу лінії шляху, наноситься кілька шарів фінішного покриття. Для Deutsche Bahn AG використовують шість різних кольорів для міських рейкових транспортних засобів. Серед них три кольори використовуються для покриття бічних стінок, один для даху, один для низу та один для рам візка. Лак наноситься шляхом комбінованого розпилення за системою airmix. У проміжках між нанесенням фарби відбувається випаровування (1 година). Після нанесення останнього шару фарбу сушать за температури 50–60 °C. Через 2 години остаточно оброблені останнім шаром поверхні маскуються та наноситься наступний шар фарби. Товщина шару фарби, що наноситься на бічні стінки, становить 40 мкм. Залежно кількості шарів фарби вона може досягати 120 мкм. На дах наноситься близько 120 мкм.

Переважно верхні та прозорі покриття на основі розчинників піддаються обробці. Від систем покриття потребується належна продуктивність. Це особливо важливо для швидкісних потягів (300 км/год), для регулярного очищення та видалення графіті. Хоча матеріали на водній основі вже доступні, верхні покриття на основі розчинників досі є кращими з причин, зазначених раніше, та іноді передбачені специфікаціями.

### **Захисне покриття низу кузова**

Низ кузова покривається матеріалом для захисту на водній основі шляхом безповітряного розпилення. Мінімальна товщина шару становить 120–200 мкм.

### 3.3 Поточні рівні споживання та викидів від нанесення покриття на пластмасові та інші металеві поверхні

Надані дані стосуються заводів для нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні та сільськогосподарське та будівельне обладнання (СХБО). Жодних даних не було отримано від заводів із нанесення покриттів на потяги.

#### 3.3.1 Споживання

##### 3.3.1.1 Споживання матеріалу

##### 3.3.1.1.1 Нанесення покриття на потяги

[ 5, DFIU et al. 2002 ]

У Таблиці 3.5 наведено споживання матеріалу для конкретних шарів фарби. Загальний вхідний потік розчинників (з розріджувачів, очищувальних засобів та фарб) на інспектованій установці (Deutsche Bahn) в 1999 р. склав 187,6 т. Дані щодо окремих шарів фарби визначити не вдалося.

Таблиця 3.5: Споживання матеріалу на покриття вагона

| Фарба/основа                            | Споживання (кг) |
|---|-----------------|
| Перший шар                              | 200             |
| Грунтовка                               | 35–40           |
| Верхнє покриття:                        |                 |
| Дахи                                    | 35              |
| Вікна                                   | 35              |
| Оплітка, декоративні стрічки            | 5               |
| Бічна стінка під вікнами                | 15              |
| Захисне покриття низу кузова            | 150–200         |
| <i>Джерело: [ 5, DFIU et al. 2002 ]</i> |                 |

#### Баланси маси

Немає даних.

##### 3.3.1.1.2 Нанесення покриття на пластмасові поверхні

[ 155, TWG 2016 ]

Споживання сировини в цьому секторі залежить від:

- типу застосовуваних процесів;
- основа та геометрія конкретного продукту;
- обсягу виробництва;

Повідомлені дані з установок для нанесення покриття на пластмасові поверхні вказують на питомих споживання розчинника в діапазоні 0,15–1,02 кг розчинника на м<sup>2</sup> покритої поверхні. Значний розкид у цьому діапазоні пов'язаний із відмінностями в типах продуктів та їхній геометрії.

Лише три установки надали детальну інформацію про етапи процесу та використання матеріалів для різних шарів покриття.

З цих установок дві використовують матеріали на основі розчинника (SB) для трьох шарів покриття (грунтовка, базове покриття, прозоре покриття), тоді як третя використовує як SB покриття, так і покриття на водній основі (WB), WB для базового покриття і SB для прозорого покриття.

### Нанесення покриття на бампери

Один приклад підприємства в Німеччині (Volkswagen, Вольфсбург) 2002 р. [119, May et al. 2006]:

- пофарбовано близько 1 млн бамперів;
- площа поверхні (тільки зовнішня сторона): від 0,9 м<sup>2</sup> до 1,5 м<sup>2</sup>;
- основа: поліпропілен із модифікацією EPDM;
- тришарова система покриття з ґрунтовкою, базовим покриттям та прозорим шаром;
- пневматичне розпилення матеріалів покриття фарборозпилювачами, встановленими на роботах;
- сушіння в сушильній печі після нанесення ґрунтовки та прозорого покриття, процес «wet-on-wet» для базового покриття та прозорого покриття.

Значення споживання розчинника в Таблиці 3.6 належать до змішаної системи покриття, що складається з ґрунтовки на основі розчинника, базового покриття на водній основі та прозорого покриття на основі розчинника. Кількість розчинника, що використовується, може збільшитися на 20% у разі використання фарби із середнім вмістом твердих часток. Якби застосовувалася система повністю на основі розчинника, споживання розчинника становило б 550 т/рік. Споживання сухих часток фарби становило б 207 т/рік. Викиди ЛОС відповідно до EVABAT (Економічно ефективного застосування найкращих доступних технологій (Economically Viable Application of Best Available Techniques)) коливаються від 51,75 т/рік до 72,45 т/рік. Викиди були оцінені в 0,25–0,35 кг ЛОС/кг твердих часток у фарбі (дані за 2002 р.).

**Таблиця 3.6: Використання ЛОС для нанесення покриття на бампер (дані за 2000 р.)**

| Система покриття  | Використаний розчинник <sup>(1)</sup> (т/р) |
|---|---|
| Перший шар (на основі розчинника)   | 125   |
| Базовий шар (на водній основі)  | 31  |
| Прозорий шар (на основі розчинника)   | 84  |
| <b>Загальний вміст розчинника у фарбі</b>   | <b>240</b>                                  |
| Розчинник для промивання в першому шарі   | 61  |
| Розчинник для промивання в базовому шарі  | 9   |
| Розчинник для промивання в прозорому шарі   | 41  |
| <b>Загальний вміст розчинника для промивання</b>  | <b>111</b>                                  |
| <b>Загальний обсяг використаного розчинника</b>   | <b>351</b>                                  |
| <sup>(1)</sup> Повідомлялося, що кількість використовуваного розчинника може збільшитися на 20% у разі використання фарби із середнім вмістом твердих часток. Якби застосовувалася система повністю на основі розчинника, споживання розчинника становило б 550 т/рік.<br>Джерело: [38, TWG 2004] |   |

### Нанесення покриття на дахи кабін вантажних автомобілів та інших пластмасові деталі комерційних транспортних засобів

Ремонтний цех із нанесення покриттів у Німеччині повідомляє такі дані [119, May et al. 2006]:

- нанесення покриття на близько 30 000 дахів кабін вантажних автомобілів та комплектів пластикових деталей на рік;
- площа поверхні (тільки зовнішня сторона) від 6 м<sup>2</sup> до 11 м<sup>2</sup> на дах;
- основа — переважно поліефірний листовий пресматеріал (SMC), армований волокном.
- Комбінація використовуваних технологій:
- переважно двошарові системи покриття з ґрунт-шпаклівкою та однотонним верхнім покриттям;
- розпилення матеріалів покриття за допомогою чаш із високою швидкістю обертання, встановлених на роботах, за допомогою прямого повітря, але без електростатичного заряджання;
- сушіння в сушильній печі після нанесення верхнього покриття, процес «wet-on-wet» для ґрунт-шпаклівки та верхнього покриття на основі розчинника.

У випадку звичайної системи із середнім вмістом твердих часток споживання розчинника становило близько 400 т/рік, а споживання твердих часток фарби становило (2005 р.) 253 т/рік.



У зв'язку з особливими технологічними вимогами (тобто покриття дефектів основи, специфікації замовника, процес «wet-on-wet»), у машинах для нанесення покриття на пластмасові вироби віддається перевага продовжуванню використання матеріалів покриття на основі розчинників. У сфері вантажних та комерційних засобів понад 95% об'єктів покриваються одношаровими верхніми покриттями замість базового/прозорого покриття. Діапазон кольорів зазвичай перевищує 600 через збіг схем кольорів парку. Це призводить до дуже великої кількості змін кольору, включно з продуванням 5–7-метрових живильних шлангів для роботів. Як наслідок, використовуються (і відновлюються) великі обсяги продувних рідин.

Таблиця 3.7: Розбивка звичайних матеріалів із вмістом ЛОС

| Фарба                      | Споживання (кг/р) | ЛОС (%) | ЛОС (кг/рік)   | Нелеткі (%) | Нелеткі (кг/рік) |
|----------------------------|-------------------|---------|----------------|-------------|------------------|
| Ущільнювальна речовина     | 1000              | 8,5     | 85             | 91,5        | 915              |
| Грунтовка під шліфування   | 3 900             | 29,5    | 1 150          | 70,5        | 2 750            |
| Грунт-шпаклівка            | 88 000            | 32,4    | 28 512         | 67,6        | 59 488           |
| Верхнє покриття            | 133 000           | 42,2    | 56 126         | 57,8        | 76 874           |
| Еластична добавка          | 4 100             | 22,3    | 914            | 77,7        | 3 186            |
| Базове покриття            | 5 050             | 77,3    | 3 904          | 22,7        | 1 146            |
| Прозорий шар               | 10 400            | 54,0    | 5 616          | 46,0        | 4 784            |
| Отверджувач                | 66 300            | 54,5    | 36 134         | 45,5        | 30 166           |
| Розчинник                  | 28 600            | 100     | 28 600         | 0           | 0                |
| Спеціальні продукти        | 275               | 46,3    | 127            | 53,7        | 148              |
| Продувний розчинник        | 137 000           | 100     | 137 000        | 0           | 0                |
| Структурне верхнє покриття | 22 000            | 42,0    | 9 240          | 58,0        | 12 760           |
| Порошок                    | 2000              | 0       | 0              | 100         | 2000             |
| <b>Усього</b>              | <b>501 625</b>    |         | <b>307 408</b> |             | <b>194 217</b>   |

Джерело: [ 119, May et al. 2006 ]

Одним із варіантів досягнення низького рівня викидів ЛОС може бути використання матеріалу покриття з високим та дуже високим вмістом твердих часток та адаптованої продувної рідини (див. Таблицю 3.8). Це дасть значення викидів 0,29 кг ЛОС/кг твердих часток у фарбі.

До матеріалів із низьким рівнем викидів належать:

- грунт-шпаклівка за системою «wet-on-wet» з дуже високим вмістом твердих часток;
- верхні покриття із високим вмістом твердих часток;
- продувна рідина з низьким вмістом ЛОС (70% органічних матеріалів, які не класифікуються як ЛОС);
- додаткові продукти з низьким рівнем викидів (див. Таблицю 3.8).

Таблиця 3.8: Розбивка матеріалів із низьким вмістом ЛОС для досягнення низьких викидів ЛОС

| Матеріал покриття                  | Споживання (кг) | Вміст розчинника (%) | Вміст розчинника (кг) | Вміст твердих часток (%) | Вміст твердих часток (кг) |
|------------------------------------|-----------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|
| Ущільнювальна речовина             | 600             | 8,5                  | 51                    | 91,5                     | 549                       |
| Ґрунтовка за системою «wet-on-wet» | 98 985          | 15                   | 15 343                | 84,5                     | 83 642                    |
| Ґрунтовка під шліфування           | 4 260           | 29,5                 | 1 257                 | 70,5                     | 3 003                     |
| Ґрунт-шпаклівка                    | 140             | 56,7                 | 79                    | 43,3                     | 61                        |
| Верхнє покриття                    | 150 955         | 28,4                 | 42 871                | 71,6                     | 108 084                   |
| Отверджувач                        | 49 507          | 25                   | 12 376                | 75                       | 37 130                    |
| Добавка                            | 624             | 22,3                 | 139                   | 77,7                     | 485                       |
| Прозорий шар                       | 11 027          | 37                   | 4 080                 | 63                       | 6 947                     |
| Базове покриття                    | 5 226           | 9,5                  | 496                   | 23,7                     | 1 239                     |
| Розчинник                          | 27 618          | 100                  | 27 618                | 0                        | 0                         |
| Структурне покриття                | 17 022          | 8                    | 27 618                | 54                       | 9 192                     |
| Отверджувач                        | 2 635           | 5                    | 133                   | 95                       | 2 505                     |
| Спеціальні продукти                | 255             | 46,3                 | 118                   | 53,7                     | 137                       |
| Продувна рідина                    | 106 311         | 30                   | 31 893                | 0                        | 0                         |
| Усього                             | 475 165         |                      | 137 815               |                          | 252 974                   |
| Відновлення                        | 197 185         | 33                   | 65 071                |                          |                           |
| Загальні викиди ЛОС                |                 |                      | 72 744                |                          |                           |
| Джерело: [119, May et al. 2006]    |                 |                      |                       |                          |                           |

### 3.3.1.1.3 Нанесення покриття на інші металеві поверхні (ІМП)

[155, TWG 2016]

Повідомлені дані з установок для нанесення покриття на інші металеві поверхні (ІМП) вказують на питоме споживання розчинника в діапазоні від 0,01 кг до 0,5 кг розчинника на м<sup>2</sup> покритої поверхні.

### 3.3.1.1.4 Нанесення покриття на сільськогосподарське та будівельне обладнання (СХБО)

[155, TWG 2016]

Було надано дані лише щодо однієї установки. Основні характеристики етапів процесу наведені в Таблиці 3.9.

Таблиця 3.9: Основні характеристики етапів технологічного процесу для установки для нанесення покриттів на СХБО

| Етап                              | Попередня обробка                                     | Шар 1  | Шар 2  | Шар 3                        | Захист порожнини                |
|-----------------------------------|---|--|--|------------------------------|---------------------------------|
| Процес                            | Очищення, знежирення                                  | Грунтовка  | Глянсове покриття  | Масило або інгібітор корозії | Захист порожнини                |
| Матеріал (вміст ЛОС)              | Водна мийна емульсія                                  | SB (305 г/л)   | SB (425 г/л)   | ІВ                           | Воскове покриття з розчинниками |
| Метод нанесення                   | Аерозольний очисний засіб високого тиску, автоматично | Нанесення розпиленням у закритих кабінах з умовами чистого приміщення  | Нанесення розпиленням у закритих кабінах з умовами чистого приміщення  | ІВ                           | ІВ                              |
| Подання фарби                     | НД  | Циркуляційні лінії подання з центральної камери змішування, без використання технологій очищення труб скребками або промивання струменем | Циркуляційні лінії подання з центральної камери змішування, без використання технологій очищення труб скребками або промивання струменем | ІВ                           | ІВ                              |
| Зміна кольору, продування системи | НД  | Серійне фарбування/групвання кольорів  | ІВ   | ІВ                           | ІВ                              |
| Тип сушарки                       | Конвективне сушіння                                   | Конвективне сушіння  | ІВ   | ІВ                           | ІВ                              |

Примітка:  
ІВ: Інформація відсутня. НД: немає даних.  
Джерело: Завод №073 у [ 155, TWG 2016 ]

### 3.3.1.2 Споживання енергії

Повідомлені дані демонструють, що значення питомого споживання енергії варіюються від 7 кВт-год/м<sup>2</sup> до 35 кВт-год/м<sup>2</sup> покритої поверхні основи. Питоме споживання енергії залежить від типу процесу, основи та характерних аспектів процесу. З огляду на значну частку енергії, що споживається в термічному очищенні відхідних газів відносно загального споживання енергії, варто зазначити, що енергоефективні технології мають великий позитивний вплив на споживання енергії. Наприклад, на одній референтній установці заміна термічного окиснення на регенеративне термічне окиснення (РТО) призвела до зменшення загального споживання енергії на 66% (Завод №080 в [ 155, TWG 2016 ]).

### 3.3.1.3 Споживання води

[ 155, TWG 2016 ]

Повідомлені значення з установок для нанесення покриття на пластмасові поверхні демонструють, що питоме споживання води коливається від 5 л/м<sup>2</sup> до 30 л/м<sup>2</sup> покритої поверхні.

Для нанесення покриття на сільськогосподарське та будівельне обладнання повідомлене значення питомого споживання води склало 0,26 м<sup>3</sup> на тону продукту.

### 3.3.2 Викиди

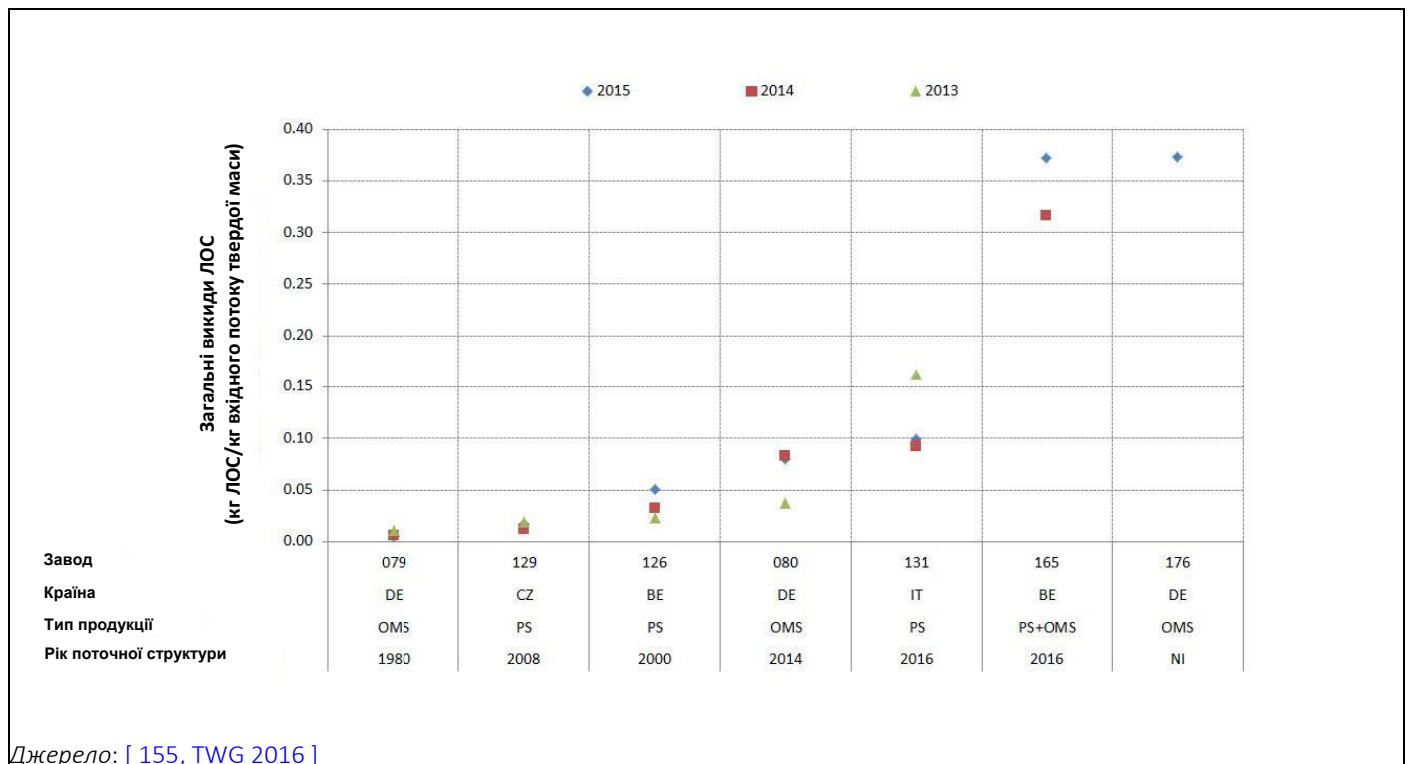
[ 155, TWG 2016 ]

#### 3.3.2.1 Загальні та неорганізовані викиди ЛОС

Ця галузева група охоплює широкий спектр видів діяльності зі значними відмінностями у:

- типі застосовуваних процесів;
- технологіях, що застосовуються наприкінці виробничого циклу;
- продуктах;
- обсязі виробництва;

Повідомлені дані про викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси, (кг ЛОС/кг твердої речовини) надані на Рисунку 3.3.



Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

**Рисунок 3.3:** Загальні викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси за період 2013–2015 рр.

Контекстуальна інформація, що стосується матеріалів і процесів, що застосовуються для установок, наведених вище, надана в Таблиці 3.10.

Таблиця 3.10: Інформація про матеріали покриття та технології, що застосовуються на установках для нанесення покриття на пластмасові та інші металеві поверхні

| Завод | Матеріали покриття (вміст ЛОС)   | Розріджувач/очисний матеріал (вміст ЛОС)                                       | Нанесення та закриття  | Зміна кольору  |
|-------|--|--|--|--|
| 079   | SB (33–73%)  | SB (100%)  | Нанесення розпиленням у закритій кабіні для нанесення покриття                                 | Серійне фарбування/групування кольорів                             |
| 126   | Ґрунтовка: SB (80%)<br>Базове покриття: SB (75%)<br>Прозоре покриття: SB (55%) | Ґрунтовка: SF<br>Базове покриття: SF<br>Прозоре покриття: SF                   | Ґрунтовка: HRB<br>Базове покриття: HRB<br>Прозоре покриття: HRB                                | Пристрої для зміни кольору першого покоління — висока втрата фарби |
| 132   | Ґрунтовка: SB (80%)<br>Базове покриття: SB (75%)<br>Прозоре покриття: SB (55%) | Ґрунтовка: SF<br>Базове покриття: SF<br>Прозоре покриття: SF                   | Ґрунтовка: HRB<br>Базове покриття: HRB<br>Прозоре покриття: HRB                                | Пристрої для зміни кольору першого покоління — висока втрата фарби |
| 129   | Ґрунтовка: SB-WB<br>Базове покриття: WB<br>Прозоре покриття: SB                | IB   | IB   | IB   |
| 165*  | Ґрунтовка: SB (40%)<br>Базове покриття: SB (40%)<br>Прозоре покриття: SB (60%) | Ґрунтовка: SB (90%)<br>Базове покриття: SB (90%)<br>Прозоре покриття: SB (90%) | Закриті кабінні зі спеціальною вентиляцією   | IB   |
| 080   | SB (72%)   | Розріджувач не потрібен  | Безповітряне нанесення, контейнер із фарбою безпосередньо поєднаний із роботом, закрита кабіна | IB   |
| 176** | SB   | IB   | Пневматичне розпилення<br>Закрита кабіна з витяжкою  | IB   |

\* Одна сушарка (з трьох) не підключена до системи боротьби з викидами. Завод застосовує схему скорочення (CC).  
\*\* Повідомлені викиди включають викиди метану від установок комбінованого утворення тепла та електроенергії.  
Примітка:  
SB: на основі розчинника; SF (Solvent-free): без вмісту розчинника; WB: на водній основі; HRB (High-rotation bells): чаші з високою швидкістю обертання.  
IB: інформація відсутня  
Джерело: [155, TWG 2016]

Повідомлені значення неорганізованих викидів ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника, надані на Рисунку 3.4.

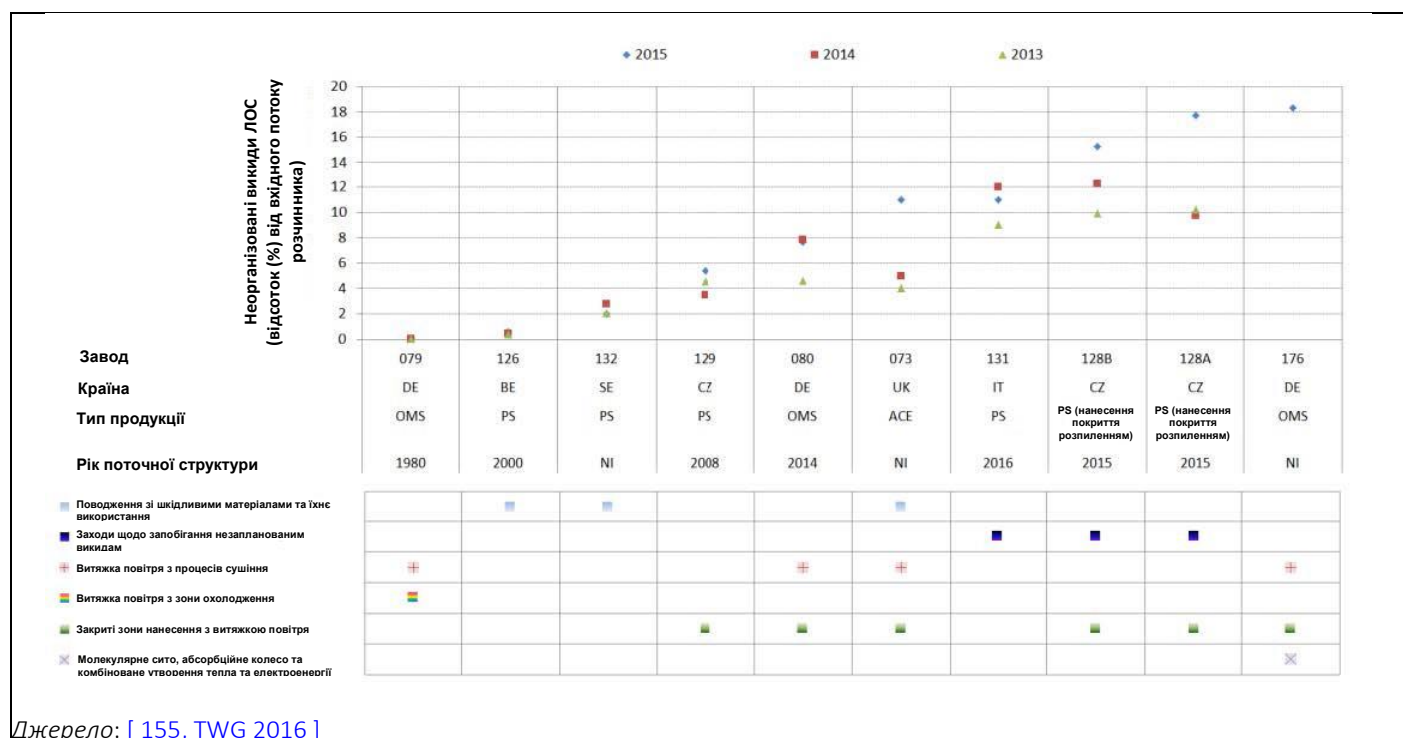


Рисунок 3.4: Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр.

Порівняння повідомлених значень загальних та неорганізованих викидів ЛОС, виражених як відсоток від вхідних потоків розчинника, показує панівну роль неорганізованих викидів у загальній структурі викидів із часткою, яка в більшості випадків становить від 90% до 99%. Це підкреслює необхідність контролю неорганізованих викидів.

Наступне було визначено як основні джерела неорганізованих викидів:

- зберігання фарби;
- підготування фарби — зона змішування (зона, де відбувається змішування різних фарб та додавання добавок та розріджувачів), включно з відбором проб фарби, який зазвичай здійснюється за відсутності вакуумної системи;
- процеси нанесення покриття;
- процеси сушіння.

Для мінімізації неорганізованих викидів були визначені такі основні технології:

- Безпечне зберігання шкідливих речовин та заходи з попередження незапланованих викидів.
- Закриті зони нанесення з витяжкою повітря.
- Термічне очищення видаленого повітря.
- Видалення повітря з процесів сушіння. Сушильні печі працюють під тиском нижче атмосферного для уникнення неорганізованих викидів. Витяжне повітря очищається.

### 3.3.2.2 Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах

Повідомлені значення періодичного моніторингу викидів ЛОС у відпрацьованих газах надані на Рисунку 3.5.

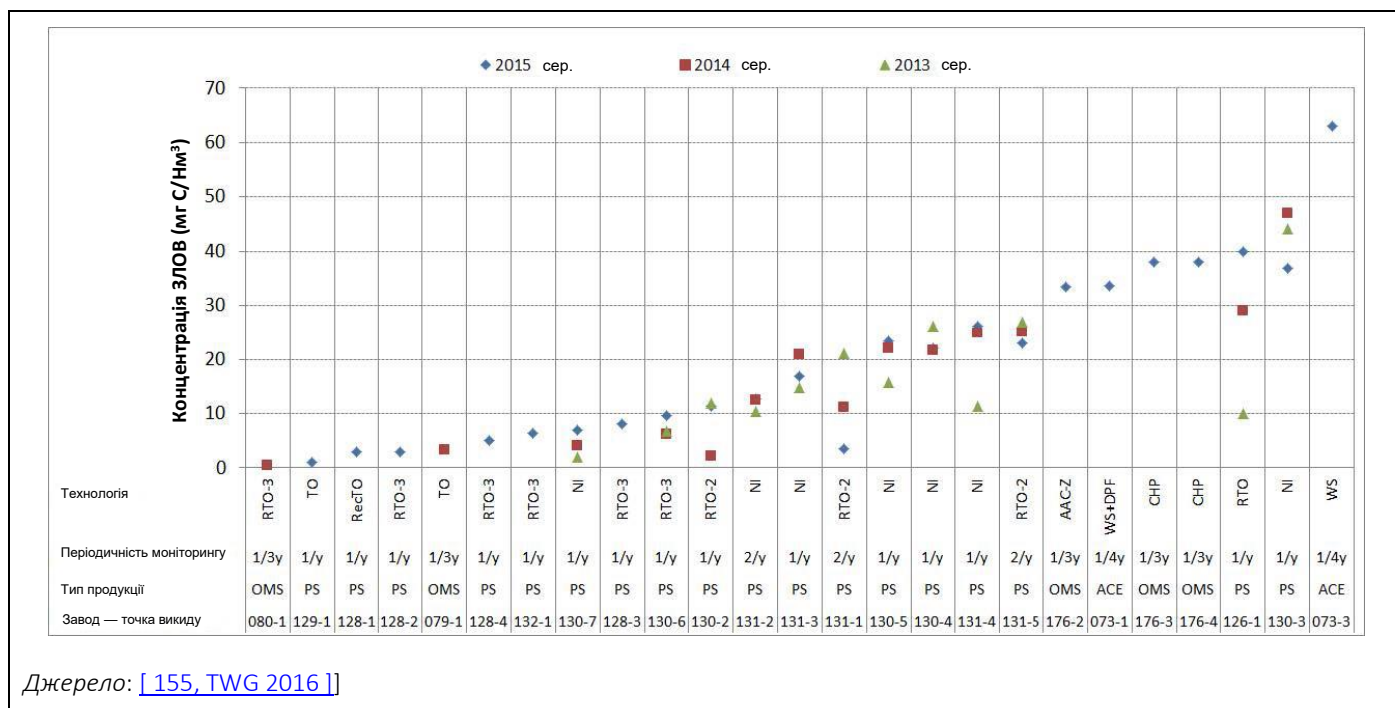


Рисунок 3.5: Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) – Середні значення за період 2013–2015 рр.

Основні статистичні параметри повідомлених даних про викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах із заводів для нанесення покриття на пластмасові поверхні, інші металеві поверхні та СХБО надані в Таблиці 3.11.

Таблиця 3.11: Статистичні параметри повідомлених даних про періодичний моніторинг викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.

| Технологія, що застосовується | 2015         |                  |       |      | 2014         |                  |       |      | 2013         |                  |       |      |
|-------------------------------|--------------|------------------|-------|------|--------------|------------------|-------|------|--------------|------------------|-------|------|
|                               | К-ть значень | Середнє значення | Макс. | Мін. | К-ть значень | Середнє значення | Макс. | Мін. | К-ть значень | Середнє значення | Макс. | Мін. |
|                               |              |                  |       |      |              |                  |       |      |              |                  |       |      |
| ААВ-Ц                         | 1            | 34               | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   |
| ТО                            | 1            | 1                | НД    | НД   | 1            | 3,4              | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   |
| РекТО                         | 1            | 3                | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   |
| РТО-2                         | 1            | 11,3             | НД    | НД   | 1            | 2,2              | НД    | НД   | 1            | 12               | НД    | НД   |
| РТО-3                         | 5            | 6,4              | 9,6   | 3    | 2            | 3,3              | 6,2   | 0,4  | 1            | 6,8              | НД    | НД   |
| РТО                           | 3            | 22,1             | 40    | 3,5  | 3            | 21,7             | 29    | 11,1 | 3            | 19,3             | 27    | 10   |
| СНР                           | 2            | 38               | 38    | 38   | НД           | НД               | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   |
| МС                            | 1            | 63               | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   |
| МС+СПФ                        | 1            | 34               | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   |

Примітка  
НД: Немає даних.  
Джерело: [155, TWG 2016]

### 3.3.2.3 Викиди пилу у відпрацьованих газах

Дані про викиди пилу, пов'язані з технологіями зниження викидів пилу, були повідомлені тільки щодо одної установки (дві точки моніторингу). Повідомлені значення моніторингу викидів пилу у відпрацьованих газах надані на Рисунку 3.6.

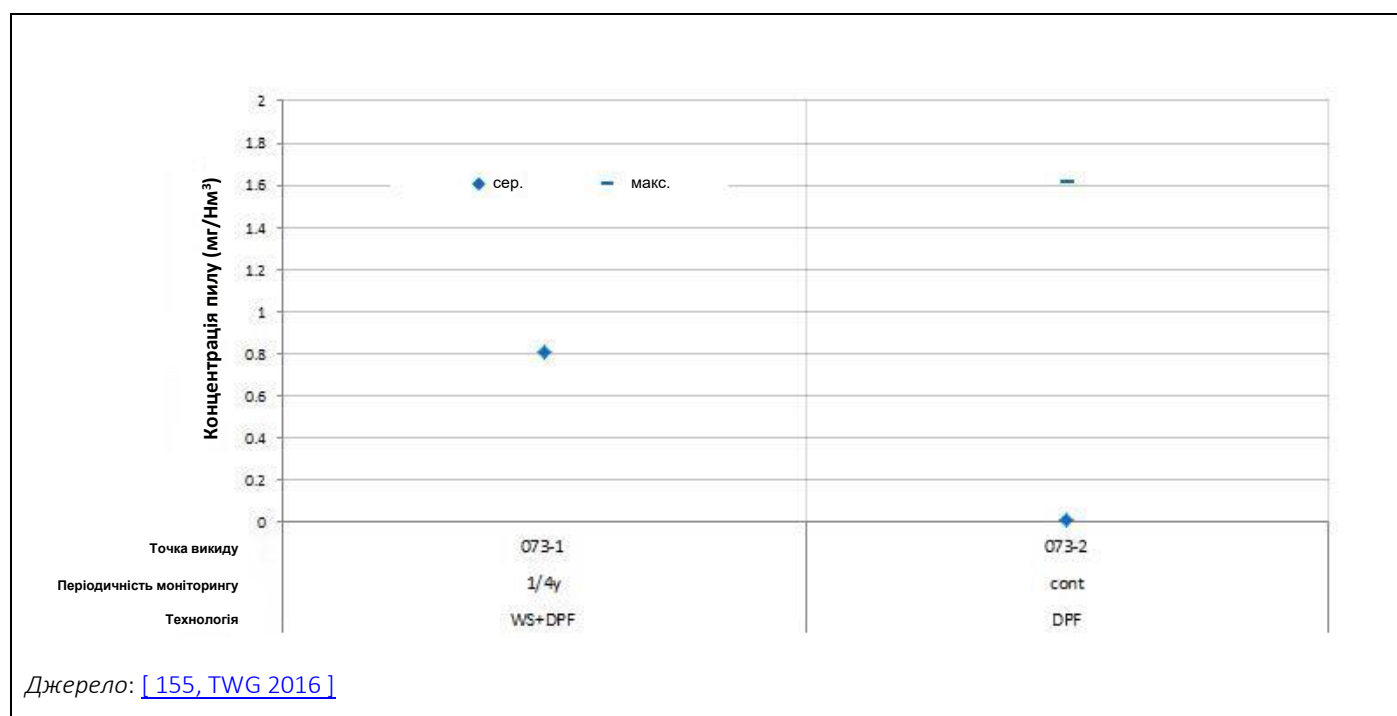


Рисунок 3.6: Викиди пилу у відпрацьованих газах (дані за 2015 р.)

Для більшості установок, що повідомляють дані, зниження викидів пилу не є пріоритетом. Проте, використання методів зниження викидів пилу (наприклад, сухий протиаерозольний фільтр, мокрий скрубєр) призводить до низьких значень викидів пилу.

### 3.3.2.4 Викиди NO<sub>x</sub> та CO у відпрацьованих газах

Викиди оксидів азоту (NO<sub>x</sub>) та чадного газу (CO) виникають унаслідок термічного окиснення відхідних газів. Повідомлені значення показані на наступних рисунках.

#### Оксиди азоту

Дані за 10 точками моніторингу (з п'яти заводів) повідомляли про викиди NO<sub>x</sub> у відпрацьованих газах зі щорічною періодичністю моніторингу в більшості випадків. Усі повідомлені значення нижче 105 мг/Нм<sup>3</sup>.

Повідомлені значення періодичного моніторингу викидів NO<sub>x</sub> у відпрацьованих газах надані на Рисунку 3.7.



Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 3.7: Викиди NO<sub>x</sub> у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.

#### Чадний газ

Дані за вісьмома точками моніторингу (з чотирьох заводів) повідомляли про викиди CO у відпрацьованих газах. Періодичність моніторингу варіюється від одного разу на рік до одного разу на три роки. Значення всіх точок викидів, крім однієї, нижче 45 мг/Нм<sup>3</sup>.

Повідомлені значення періодичного моніторингу викидів CO у відпрацьованих газах надані на Рисунку 3.8.





Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 3.8: Викиди CO у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.

### 3.3.2.5 Викиди в повітря від нанесення покриття на потяги

[5, DFIU et al. 2002] [38, TWG 2004]

Осідає тільки пил від надлишкового розпилення та дробоструминної обробки. Досягаються значення викидів менше ніж  $3 \text{ мг/м}^3$ . ЛОС із процесів нанесення покриття викидаються в повітря у вигляді каналізованих або неорганізованих викидів. На деяких установках уже використовуються установки термічного окиснення для очищення відхідних газів сушарок. Досягаються значення викидів менше ніж  $50 \text{ мг/м}^3$ .

Проте, оскільки камери для фарбування розпиленням дуже великі, а обсяг витяжного повітря становить близько  $200\,000 \text{ м}^3/\text{год}$ , перевага віддається системам сухого фільтрування.

Під час використання стандартної фарбової системи на основі розчинника без очищення відхідних газів виділяється близько  $326 \text{ г ЛОС/м}^2$ . Із загального потоку розчинника  $187,6$  тонни, що надійшов у інспектований завод (Deutsche Bahn) було викинуто  $134,08$  тонни, а  $53,52$  тонни було утилізовано як відходи (установка термічного спалювання не встановлена).

Завдяки впровадженню таких заходів досягаються значення викидів  $< 110 \text{ г ЛОС/м}^2$

- Технології, що стосуються конкретного матеріалу:
  - Нанесення перших шарів, ґрунтовок та верхніх покриттів на водній основі.
  - Тільки для двшарових лакових покриттів, нанесення звичайного прозорого покриття.
  - Ґрунтовка на водній основі та захисне покриття низу кузова в поєднанні з товстшаровими матеріалами.
  - Ґрунтовки та заповнювачі на водній основі.
  - Мінімальне використання шпаклювальної маси та використання заповнювача з низьким вмістом стиролу.
  - Обробка матеріалів із попередньо нанесеним покриттям (пофарбованих за технологією койлкоутінгу) для будівництва нових рейкових транспортних засобів. Ця технологія мінімізує викиди з установки нанесення покриття на потяги, але викиди виникають на заводі для нанесення покриття на рулонний метал.
- Технології, що стосуються конкретного процесу:

- Зменшення кількості пофарбованих поверхонь, наприклад, шляхом використання клейкої плівки для декоративного оформлення або у якості захисту від графіті.
- Ефективні пристрої для нанесення: HVLP-розпилення, безповітряне розпилення та комбіноване безповітряно-повітряне розпилення.
- Переробка очищувальних засобів шляхом дистилювання відходів фарби та осаду фарби, що містять розчинники.
- Використання автоматизованого подання коагулянту для мокрого осадження для збільшення строку служби води.

### **3.3.2.6 Викиди у воду від нанесення покриття на потяги**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#)

Стічні води утворюються в результаті мокрого осадження надлишку розпилення та очищення пристроїв для нанесення. Більш детальні дані встановити не вдалося.

### **3.3.2.7 Викиди у воду від нанесення покриття на СХБО**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 41, ISACOAT 2004 \]](#)

Резервуари для промивання, що використовуються для попередньої обробки виробів, утворюють стічні води. На установці утворюється близько 18–20 м<sup>3</sup> стічних вод на добу. Цю кількість можна зменшити вдвічі з допомогою впровадження каскадної технології. Завдяки блоку ультрафільтрування установка для нанесення покриттів шляхом занурення не утворює стічних вод.

### **3.3.2.8 Утворення відходів**

[\[ 155, TWG 2016 \]](#)

У наступній таблиці узагальнено повідомлені дані щодо основних типів відходів, що утворюються в процесі нанесення покриття на пластмасові поверхні, інші металеві поверхні (ІМП) та сільськогосподарське та будівельне обладнання (СХБО).

Таблиця 3.12: Дані про утворення відходів

| Тип відходів  | Джерело   | Діапазон значень (т/р) | Вміст розчинника (%) | Пункт призначення                            |
|---|---|------------------------|----------------------|--|
| Осад фарби  | Виробничі процеси                               | 50–400                 | 0–2                  | Передається за межі об'єкта                  |
| Фосфатний осад  | Виробничі процеси                               | ІВ                     | ІВ                   | Передається за межі об'єкта                  |
| Відходи від видалення покриття                                    | Виробничі процеси                               | 3–4                    | 2                    | Передається за межі об'єкта                  |
| Водяний шлам  | Очищення (попередня обробка) відпрацьованих вод | 50–80                  | 1–2                  | Передається за межі об'єкта                  |
| Відходи фарби та лаку   | Виробничі процеси                               | 80–120                 | 2                    | Передається або продається за межами об'єкта |
| Відпрацьовані розчинники  | Процеси очищення                                | 50–170                 | 5–95                 | Передається за межі об'єкта                  |
| Осад, що містить пил  | Боротьба з викидами в повітря                   | 35–80                  | 1                    | Передається за межі об'єкта                  |
| Використані контейнери для фарби                                  | Виробничі процеси                               | 100–160                | 1                    | Передається за межі об'єкта                  |
| Інша забруднена упаковка  | Виробничі процеси                               | 5–6                    | 1                    | Передається за межі об'єкта                  |
| Забруднені абсорбенти   | Процеси очищення                                | 1,5–3                  | 2                    | Передається за межі об'єкта                  |
| Тверді відходи від дистилятора                                    | Дистилювання                                    | 1,5                    | 38–75                | Передається за межі об'єкта                  |
| Рідкі відходи від дистилятора                                     | Дистилювання                                    | < 1                    | 75                   | Передається за межі об'єкта                  |
| Фільтри для фарби   | Виробничі процеси                               | 1–2                    | 15                   | Передається за межі об'єкта                  |
| Залишки фарби   | Виробничі процеси                               | 60–80                  | 40–50                | Передається за межі об'єкта                  |
| Примітка: ІВ = інформація відсутня.<br>Джерело: [ 155, TWG 2016 ] |   |                        |                      |  |

Основними визначеними технологіями мінімізації утворення відходів є:

- використання багаторазових контейнерів;
- дистилювання використаних розчинників;
- фільтрпрес для очищення осаду стічних вод та зменшення обсягу стічних вод;
- менше змін кольору в процесі, що призводить до меншого споживання розчинників та очисних матеріалів.

### 3.4 ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ

У Главі 17 описані технології, які також можуть бути застосовні в серійному фарбуванні пластмасових та металевих поверхонь. У Таблиці 3.13 показані загальні технології, що стосуються серійного фарбування пластмасових та металевих поверхонь, що описані в Главі 17. Ці технології не повторюються в цьому розділі, якщо тільки не була надана інформація, що стосується цієї галузі. Опис типу інформації, що розглядається для кожної технології, наведено в Таблиці 17.1.

Довідковий документ EGTEI щодо промислового застосування фарб (див. Додаток 21.3.1) містить деякі дані про витрати та переваги на європейському рівні деяких технологій скорочення викидів ЛОС. Проте підхід EGTEI обов'язково повинен обмежувати його комплексність, і наводяться лише основні технології без урахування інших факторів НДТМ, таких як вплив на різні компоненти довкілля, або технічних характеристик окремих установок та продуктів [92, EGTEI 2005].

**Таблиця 3.13: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі**

| Технологія   | Номер розділу |
|--|---------------|
| Технології екологічного менеджменту                | 17.1          |
| Зберігання та поводження із сировиною              | 17.2          |
| Моніторинг   | 17.3          |
| Використання води та утворення стічних вод         | 17.4          |
| Управління енергоспоживанням та енергоефективність | 17.5          |
| Управління сировиною (у тому числі заміщення)      | 17.6          |
| Процеси та обладнання для нанесення покриття       | 17.7          |
| Технології сушіння та/або затвердіння              | 17.8          |
| Технології очищення                                | 17.9          |
| Видалення та очищення відхідних газів              | 17.10         |
| Технології очищення відпрацьованих вод             | 17.11         |
| Технології управління відходами                    | 17.12         |
| Виділення запахів                                  | 17.13         |

#### 3.4.1 Мінімізація споживання сировини

##### Опис

Деякі технології підвищення ефективності використання ресурсів і зменшення кількості відходів, що утворюються в процесі фарбування:

- оптимізація процесу фарбування (див. Розділи 17.7.3 та 17.6.2), у тому числі автоматизація (див. Розділ 17.2.5);
- зневоднення осаду фарби (див. Розділ 17.12.4.1);
- переробка осаду фарби або водної емульсії.

##### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення кількості відходів (наприклад, надлишку розпилення фарби), що утворюються в процесі.

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Ці технології зазвичай застосовуються в нанесенні покриття на бампери.

##### Приклади заводів

Volkswagen, Вольсбург, Німеччина.

##### Довідкова література

[56, ACEA 2005]

### 3.4.1.1 Серійне фарбування/групування кольорів

Загальний опис див. у Розділі 17.6.2.1. Ця технологія зазвичай застосовується в нанесенні покриття на бампери.

Створення кольорових блоків може скоротити споживання матеріалу покриття та розчинників для промивання. Крім того, розчинник для промивання можна вловлювати та використовувати повторно. Таким чином, можна зекономити близько 66 тонн промивного розчинника на рік для коефіцієнта повторного уловлювання 90%.

[ 5, DFIU et al. 2002 ]

### 3.4.2 Технології на основі матеріалів (заміщення)

#### 3.4.2.1 Фарби на водній основі

##### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.2. Системи покриття на водній основі можуть застосовуватися для першого шару покриття, базового покриття та іноді прозорого покриття. Зазвичай застосовуються такі фарбові системи на водній основі:

- однокомпонентна акрилатна дисперсія: 5% мас. органічного розчинника;
- двокомпонентна поліуретанова система: 10–15% мас. органічного розчинника;
- двокомпонентна епоксидна смола: 5% мас. органічного розчинника.

##### Досягнуті екологічні переваги

Обсяг розчинників, що використовуються, може бути зменшений до 48% шляхом використання перших шарів на водній основі, і, отже, викиди розчинників також можуть бути відповідно зменшені у випадку нанесення покриття на бампери.

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

У галузі постачальників компонентів транспортних засобів фарби на водній основі вже використовуються як заповнювачі та базові покриття, наприклад, для бамперів і ковпаків коліс. Фарби на водній основі можуть призвести до механічних обмежень фізичних характеристик пластмаси. У фарбуванні телевізорів, аудіосистем та корпусів комп'ютерів загально застосовується серійне використання покриттів на водній основі.

##### Приклади заводів

Заводи №129 та №131 у [ 155, TWG 2016 ].

##### Довідкова література

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 119, May et al. 2006 ] [ 155, TWG 2016 ]

#### 3.4.2.2 Фарба з високим вмістом твердих частинок

##### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.1.

### 3.4.2.3 Порошкове покриття – звичайне сушіння

#### Опис

Див. Розділ 17.7.2.6. Порошкові покриття зі звичайним конвективним сушінням не знайшли широкого застосування через недостатню електропровідність та температурну чутливість пластмас. Вони застосовуються лише невеликими партіями в покритті дрібних деталей, таких як компоненти з металу та пластмаси для автомобільних радіаторів.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Розробки в галузі термічного затвердіння низькотемпературних порошкових покриттів виглядають перспективними.

#### Довідкова література

[ 5, DFIU et al. 2002 ]

### 3.4.2.4 Фарби затвердіння за допомогою випромінювання

#### Опис

Див. Розділ 17.7.2.3. Покриття із затвердінням за допомогою УФ-випромінювання, наносяться на прозорі покриття, наприклад, на ковпаках коліс, та містять 10% мас. органічного розчинника. Прогресивною технологією є автоматизоване нанесення покриттів із затвердінням за допомогою УФ-випромінювання під час нанесення покриттів на відбивачі; система покриття містить близько 5–10% мас. органічного розчинника. Інше промислове застосування порошку із затвердінням за допомогою УФ-випромінювання – для нанесення покриття на плитку для підлоги з ПВХ.

#### Досягнуті екологічні переваги

Фарби із затвердінням за допомогою випромінювання на водній основі без вмісту розчинників не утворюють викидів ЛОС.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Фарби із затвердінням УФ-випромінюванням можна наносити кількома різними способами, як-от пензель, валок, заливання, розпилення та вакуумне покриття.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Немає.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Ці фарби можна наносити на всі шари фарби.

#### Приклади заводів

Завод №128А у [ 155, TWG 2016 ].

#### Довідкова література

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 155, TWG 2016 ]

### 3.4.2.5 Одношарове покриття після фторування

#### Опис

Якщо попередня обробка пластмасової поверхні виконується за допомогою фторвмісного препарату, шар заповнювача частково не потрібний, оскільки ця технологія вже створює однорідну поверхню, незалежну від геометрії виробу.

Ще однією перевагою фторування є те, що фторовані деталі можуть зберігатися протягом тривалого часу перед поданням на подальше фарбування.

#### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення викидів ЛОС та матеріалів покриття.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Немає.

### Довідкова література

[ 5, DFIU et al. 2002 ]

## 3.4.3 Технології та обладнання для нанесення фарби/покриття

- Технології попередньої обробки (перед нанесенням покриття) описані в Розділі 17.7.1.
- Технології нанесення фарби/покриття описані в Розділі 17.7.3.
- Покриття електроосадженням для металевої основи описано в Розділі 17.7.3.6.
- Технології мінімізації споживання сировини описані в Розділі 17.2.4.
- Автоматизація обладнання описана в Розділі 17.2.5.

## 3.4.4 Видалення та очищення відхідних газів

Технології видалення відхідних газів та мінімізації неорганізованих викидів описані в Розділі 17.10.2.

Загальний опис зовнішньої концентрації розчинників у відхідних газах (як етап попередньої обробки) дано в Розділі 17.10.3.3. Виявленими технологіями є технологія буфера молекулярного сита для усунення піків ЛОС (див. Розділ 17.10.3.3.1) та адсорбція з використанням активованого вугілля або цеолітів (див. Розділ 17.10.3.3). Див. також Розділ 3.4.4.1.

Інформація про внутрішню концентрацію розчинників у відхідних газах надана в Розділі 17.10.3.2. Див. також Розділ 3.4.4.1.

Широко застосовуються такі технології з очищення відхідних газів:

- окиснення: рекуперативне та регенеративне окиснення, див. Розділи 17.10.5.3 та 17.10.5.4;
- спрямування відхідних газів на спалювальну установку (в тому числі ТЕЦ), див. Розділ 17.10.5.1;
- адсорбція з використанням активованого вугілля або цеолітів, див. Розділ 17.10.6.2;
- адсорбція за допомогою відповідної рідини (мокре скрубєрне очищення), див. Розділи 17.10.4.2 та 17.10.6.3;
- сухе скрубєрне очищення, див. Розділ 17.10.4.4;

### 3.4.4.1 Концентрація та рециркуляція відпрацьованих газів від фарбувальних камер

#### Технічний опис

Деякі виробники пластмасових виробів віддають перевагу продовженню використання матеріалів для покриттів на основі розчинників. Це пов'язано зі спеціальними технічними вимогами (тобто характеристиками пластмасових основ, специфікаціями замовника, гнучкістю використання, можливістю використання процесів «wet-on-wet»).

Для досягнення низького рівня викидів розчинників, у галузі нанесення покриттів на пластмасу потоки відхідних газів концентруються зовні за допомогою обертових адсорберів (див. розділ 17.10.3.3). Вони також використовують внутрішню рециркуляцію (див. Розділ 17.10.3.2) у камерах для фарбування розпиленням з автоматичним нанесенням фарби.

Витяжне повітря з фарбувальної камери (зазвичай 40 000–80 000 м<sup>3</sup>/год) рециркулює після інтенсивного фільтрування (зазвичай за допомогою мокрого скрубєра Вентурі та додаткового етапу фільтрування), яке дає змогу досягти концентрації часток нижче 0,1 мг/м<sup>3</sup>, щоб уникнути появи оптичних дефектів на поверхні виробів.

Шляхом повторного нагрівання вихлопних газів після мокрого скрубера можна досягти стабільних кліматичних умов (близько 70% відносної вологості). Унаслідок досягнення 90–95% рециркуляції обсягів повітря концентрація розчинника в камерах для фарбування розпиленням збільшується в 10 або 20 разів (зазвичай від 250 мг/м<sup>3</sup> до 2,5 г/м<sup>3</sup>). Потім концентрацію розчинника необхідно контролювати з міркувань безпеки (щоб вона залишалася значно нижчою за нижню границю вибуховості) і з технічних причин (вплив на випаровування розчинників із виробів). Від 5% до 10% обсягів повітря спрямовується на очищення. Невеликий обсяг повітря та висока концентрація розчинника є хорошими передумовами для термічного окиснення.

### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів ЛОС та зменшення споживання енергії для термічного очищення відхідних газів.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Рециркуляція повітряних потоків із підвищеною концентрацією розчинника придатна тільки для установок, що передбачають ефективне закриття камер для фарбування розпиленням (невеликі вхідні та вихідні отвори), де нанесення здійснюється автоматичними пристроями, а також для виробів без внутрішнього простору.

### Економічні аспекти

Скорочення витрат на термічне очищення через менші обсяги та вищу концентрацію ЛОС, що дає змогу досягти автотермічних умов.

### Стимул до впровадження

Див. Економічні аспекти вище.

### Приклади заводів

Volkswagen, Вольсбург, Німеччина.

Завод №176 [\[ 155, TWG 2016 \]](#), де молекулярне сито використовується для згладжування піків перед адсорбційним колесом, що потім збільшує концентрацію ЛОС для подальшої обробки на ТЕЦ.

### Довідкова література

[\[ 119, May et al. 2006 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

## 3.4.5 Управління водними ресурсами

### Опис

Див. Розділ 17.4. Однією з технологій, яку необхідно розглянути, є мінімізація спорожнення резервуарів із камер для фарбування розпиленням для скорочення споживання води та скидання стічних вод шляхом мінімізації накопичення шламу фарби. Оптимізація ефективності перенесення фарби також знижує потребу в заміні води.

### Довідкова література

[\[ 56, ACEA 2005 \]](#)



## 4 НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА КОРАБЛІ ТА ЯХТИ

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 202, SEA SMRC 2017 ]

### 4.1 Загальна інформація про нанесення покриття на кораблі та яхти

Кораблі переважно будуються із суднобудівної сталі, а яхти будуються із суднобудівної сталі та алюмінію, а також із FRP (фіброармовані пластмаси). Ці матеріали піддаються корозії або руйнуються, якщо не захищені, і тому мають бути збережені за допомогою систем захисту від корозії. Необхідні витрати в разі будівництва кораблів становлять близько 3–7% від загальних витрат на будівництво. Захист від корозії підвищує безпеку корабля під час переходу, зберігає цінність корабля та знижує витрати на технічне обслуговування. Різні частини корабля, наприклад, корпус (над і під водою), зовнішні палуби, трюми та цистерни схильні до корозії різною мірою, тому застосовуються різні системи захисту від корозії. Важливе значення має також запобігання обростанню шляхом застосування покриттів проти обростання. Стійкість до механічного впливу на площі поверхні та палуби, а також зовнішній вигляд у різних зонах також є основними факторами в специфікаціях покриттів.

Вимоги до покриття кораблів та яхт різні. Вимоги до покриття кораблів та яхт різні. Для нанесення покриття на торгові судна основними питаннями є адгезія, захист від корозії та запобігання обростанню. Для нанесення покриття на яхти зовнішній вигляд відіграє вирішальну роль; тому нанесення покриття на торгові судна та яхти описується окремо. Через різні процеси будівництва, покриття та попередньої обробки покриття нових кораблів, а також ремонт і технічне обслуговування також розглядаються окремо. Жодної інформації про нанесення покриття на військові кораблі надано не було.

У 2015 році європейські корабельні побудували, обслуговували та ремонтували кораблі на суму понад 33 мільярди євро. Виробники морського обладнання, які значною мірою залежать від будівництва, технічного обслуговування та ремонту кораблів у Європі, дають ще 47 мільярдів євро обороту. Загальний оборот судноремонтної діяльності в Європі у 2015 році становив 3 мільярди євро. У сукупності це призводить безпосередньої зайнятості близько 450 000 осіб у більше ніж 22 000 компаній.

Індустрія прогулянкового плавання в ЄС охоплює 32 000 компаній, безпосередньо залучених до цієї діяльності, 280 000 працівників та має річний оборот виробництва понад 20 мільярдів євро. З 32 000 компаній приблизно 90% є малими та середніми підприємствами. Ця цифра охоплює ремонт та технічне обслуговування супер'яхт, виробників суднових двигунів, виробників та аплікаторів суднових та яхтових покриттів, компанії, що виробляють високотехнологічну електроніку, та виробників обладнання. Проте, до неї не належить сектор будівництва нових супер'яхт, який на 2016 рік мав журнал замовлень із 424 замовленнями середньою довжиною 48 метрів.

## 4.2 Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на кораблі та яхти

Системи покриттів складаються з одного або декількох шарів покриттів на основі розчинника з низьким вмістом розчинника або без вмісту розчинника. Основами склеювальних речовин є переважно епоксидні смоли (зазвичай двокомпонентні), поліуретани, акрилати, полісілоксани та алкіди. Загальна товщина шару становить 100 мкм або більше для внутрішніх зон корабля і до 1000 мкм для зовнішніх зон. На апарелі та робочі зони зазвичай наносять більш товстий шар спеціального верхнього покриття, а заповнювачі можна наносити товщиною близько 2500 мкм. Матеріали покриття зазвичай наносяться за допомогою безповітряного розпилення, що дає змогу обробляти продукти з низьким вмістом, або без вмісту розчинників. Нанесення методом звичайного розпилення, валками та пензлями широко використовується у фарбуванні яхт, а валки використовуються для передпродажного фарбування пасажирських кораблів. В інших галузях промисловості вони не часто використовуються (за винятком невеликих ділянок). Валки та пензлі використовуються для ремонту, обслуговування та так званого смугового покриття.

Для будівництва нових кораблів та яхт, ремонту та технічного обслуговування кораблів та яхт як підготовка поверхні, так і нанесення покриття визначаються специфікаціями судновласника. У специфікаціях будуть враховуватися необхідний захист від корозії та фізичний захист, зовнішній вигляд та захист проти обростання, а також гарантійні вимоги. На майданчиках ремонту та технічного обслуговування замовник купує покриття безпосередньо для нанесення на корабельні.

### 4.2.1 Будівництво нових кораблів

Нанесення покриття на кораблі переважно виконується підрядниками, що спеціалізуються на захисті від корозії для суднобудування. У сучасному суднобудуванні листовий метал виготовляється як секцій чи блоків. Це великі підвузли, які потім з'єднуються в будівельному доці або стапелі (раніше кораблі будувалися в доці від кіля вгору). Потім вони покриваються після попередньої обробки поверхні системою покриття відповідно до специфікацій. Багатошарове нанесення покриття на секції відбувається зовні, у великих цехах суднобудування (зазвичай критий сухий док або критий стапель) або в спеціально обладнаних цехах дробоструминної обробки та фарбування. Ділянки, що залишилися вільними від покриття для зварювання, на готовому корпусі допрацьовуються на стапелях або в доці. На менших корабельних корпус повністю покривається після його збирання на стапелі або в доці.

Захист від корозії починається з первинної попередньої обробки поверхні відповідно до стандартних технічних умов щодо ступенів підготовки. Усі сталеві товсті листи та профілі, що використовуються для будівництва корабля, повністю очищаються від прокатної окалини, іржі та інших забруднень шляхом дробоструминної обробки на автоматизованих установках. Це надає поверхні сталі певної шорсткості для забезпечення належного зчеплення покриття. Потім розпилюється заводська ґрунтовка (на основі розчинника або на водній основі), яка захищає сталь до нанесення подальшого покриття, а також дає змогу зварювати сталь. Сталеві товсті листи та профілі часто обробляються постачальником заводською ґрунтовкою. Поверхнева обробка зібраних секцій із листової сталі або всього корпусу здійснюється шляхом вторинної підготовки поверхні, яка може бути частковою дробоструминною обробкою із сухим або вологим засобом, механічним інструментом (дротяною щіткою або диском, що обертаються) або шліфуванням під кутом. Ця обробка видаляє корозію на зварювальних швах, а також усі забруднення й робить поверхню шорсткою. Оскільки не всі забруднення, такі як мастило, олива або сіль, можна видалити шляхом видалення іржі, необхідно розглянути відповідні методи очищення, такі як очищення розчинником або мийним засобом для видалення оливи та мастила або прісною водою для видалення солі. На кількох корабельних секції обробляються в спеціальних цехах дробоструминної обробки та нанесення покриттів.

У закритих зонах використовуються вентиляційні системи, які можуть передбачати зменшення викидів пилу та ЛОС. Дріб для дробоструминної обробки можна збирати та обробляти для повторного використання та/або переробки.

Нанесення покриття на яхти виконується або командою спеціалістів на корабельні, або спеціалізованими субпідрядниками, які можуть досягти якості оздоблювальної обробки, необхідної для яхт. Усе частіше заводські ґрунтовки на водній основі використовуються як для сталевих, так і для алюмінієвих яхт. Процес нанесення для супер'яхт відповідає стандартам ISO.

## 4.2.2 Ремонт корабля та технічне обслуговування корабля

Ремонт та технічне обслуговування (у тому числі покриття) корпусу здійснюється під час докування в сухих (бетонних) або плавучих (сталевих) доках. Залежно від стану поверхні пошкоджені зони очищаються, готуються й повторно покриваються, або, в окремих випадках, покриття повністю видаляється з корпусу для повторного нанесення покриття. Очищення зон, що підлягають обробці, може здійснюватися сухою або вологою дробоструминною обробкою або струменем прісної води під високим тиском. Більше 50% зон, що підлягають струминній обробці, є «точковими»; інші – великі зони, але майже ніколи не здійснюється повне зачищення.

Кожні 2–5 років покриття проти обростання на корпусі корабля оновлюється в сухому доці залежно від типу покриття та строку служби судна. На весь корпус наноситься покриття проти обростання на основі розчинника методом безповітряного розпилення. Надлишки розпилення частково викидаються в довкілля, залежно від чинних заходів з контролю.

Покриття визначаються судновласниками. Великі судноремонтні корабельні можуть одночасно обробляти чотири або більше кораблів із покриттями, визначеними різними постачальниками. Нанесення покриттів складає до 15% обороту корабельні для ремонту та технічного обслуговування. Паралельно корабельня виконує багато додаткової роботи під час нанесення покриття на корабель. Ця робота сприяє додатковому обороту від покриття, але виконується лише на цій корабельні, коли на корабель наноситься покриття. Таким чином, нанесення покриття опосередковано сприяє набагато вищому відсотку обороту, ніж саме покриття.

## 4.2.3 Нанесення покриття на кораблі

Підготовку та нанесення покриттів для будівництва нових кораблів та ремонту зазвичай здійснюють у зонах, відкритих для зовнішнього повітря.

### Захист корпусу від корозії

Нанесення покриття здійснюється згідно з планом технічного обслуговування та докування корабля. Системи покриття обирає судновласник з урахуванням строку служби покриття проти обростання та необхідного захисту від корозії, а також кольору. Зони, що підлягають нанесенню покриття, знежирюються, готуються, і зазначені наносяться покриття (зазвичай епоксидні, поліуретанові та акрилові). Зазвичай це робиться методом безповітряного розпилення. Покриття відповідають вимогам до зовнішнього вигляду, таким як колір та блиск, а також стійкість до механічного та корозійного впливу. Матеріали для покриття зазвичай постачаються у 20-літрових банках, хоча для великомасштабних застосувань можуть використовуватися 1000-літрові багаторазові контейнери (контейнери середньої вантажності для масових вантажів (IBC — Intermediate bulk container)). Проте, у випадку корабельного технічного обслуговування та ремонту для кораблів валовою місткістю понад 15 000 вони зазвичай не використовуються, оскільки кожен окремий клієнт купує своє власне покриття в точній кількості, необхідній для кожного шару покриття. Контейнери більшого розміру призведуть до додаткових витрат та залишків покриттів, які потребують утилізації.

### Проміжний шар покриття (корпус)

У якості проміжного шару (зв'язувальної речовини) між антикорозійним покриттям і фінішним покриттям проти обростання наноситься одно- або двокомпонентна вінілова смола на основі розчинника або епоксидне проміжне покриття. Проміжний шар також наноситься за допомогою технології безповітряного розпилення. Товщина шару становить приблизно 75–100 мкм.

### Покриття проти обростання (корпус)

[\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 123, Kiil et al. 2006 \]](#) [\[ 202, SEA SMRC 2017 \]](#)

Покриття проти обростання наносяться на корпуси кораблів для запобігання осідання та росту організмів обростання (бактерій, водоростей та тварин). У деяких випадках це також можна зробити шляхом нанесення антиадгезійних покриттів проти обростання (див. Розділ 4.4.7). Осідання обростання збільшує шорсткість поверхні, що призводить до збільшення опору тертю, що, своєю чергою, призводить до збільшення споживання палива для підтримання швидкості або зниження швидкості з тим самим споживанням палива. На один м<sup>2</sup> поверхні за 6 місяців може осісти до 150 кг організмів. Підвищений опір тертю може підвищити споживання палива і, отже, викиди корабля на 40%.

Це призведе або до збільшення витрат на бункерування, або до витрат через втрачений прибуток або затримки. Обростання корпусу корабля також знижує маневровість корабля та підвищує ймовірність передчасної корозії. Крім того, завдяки нанесенню покриття проти обростання також зменшується ймовірність переміщення організмів обростання. Отже, нанесення покриттів проти обростання є дуже важливим з погляду екології, безпеки та економічних аспектів.

Регламент (ЄС) №528/2012<sup>23</sup> регулює використання біоцидів та біоцидних продуктів, наприклад, обробка проти обростання в Європі. У всьому світі використання покриттів проти обростання регулюється Міжнародною конвенцією ІМО про контроль за шкідливими системами проти обростання на кораблях, що забороняє використання шкідливих оловоорганічних сполук у покриттях проти обростання, що використовуються на кораблях, і встановлює механізм для запобігання потенційному використанню в майбутньому інших шкідливих речовин у системах проти обростання. На сьогодні ця Конвенція розглядає лише оловоорганічні сполуки як шкідливі речовини.

#### **Нанесення покриття на надбудову та надводний борт**

Системи покриття для надбудови та надводного борту також обираються замовником. Пошкоджені зони знежирюють, готують і покривають зазначеними покриттями (зазвичай епоксидними покриттями на основі розчинників, поліуретанами, акриловими покриттями), які зазвичай наносять методом безповітряного розпилення. У трюмах і цистернах для води зазвичай застосовують одношарові та багатошарові (двокомпонентні) покриття з епоксидної смоли.

### **4.2.4 Ремонт покриття та технічне обслуговування яхт**

Яхти — це прогулянкові судна завдовжки до 180 м, хоча останнім часом були розроблені яхти до 190 і 200 м. Яхти вже частково покриті перед збиранням. Залежно від запитів клієнтів система покриття змінюється, тому нижче описаний тільки один варіант.

Великі яхти виготовляються із суднобудівної сталі та алюмінію, але більшість яхт (невеликих суден) виготовляються із FRP (фіброармовані пластмаси). Частина всієї яхти або тільки надбудова можуть бути виготовлені з алюмінію або композитних матеріалів. Шліфування відбувається між нанесенням шарів покриття. Залежно від матеріалу попередня обробка та нанесення ґрунтовки відрізняються. Зростає використання матеріалів на водній основі для нанесення покриття на яхти, а також інших нових способів нанесення покриттів, таких як обгортання (за допомогою плівки).

Попри широке загальноприйняте застосування безповітряного розпилення, валки й пензлі досі використовуються, залежно від типу використовуваного покриття й необхідної якості.

#### **Попередня обробка та нанесення ґрунтовки на суднобудівну сталь**

Спочатку корпус і надбудова обробляються методом дробоструминної обробки, а потім наноситься або заповнювач на основі фосфату цинку, або заводська ґрунтовка без вмісту хрому та цинку для отримання правильного контуру і гладкої кінцевої поверхні (наприклад, покриття шорсткості від зварювання). Обидва матеріали є епоксидними смолами на основі розчинника. Товщина шару варіюється від 40 мкм до 60 мкм.

#### **Попередня обробка та нанесення ґрунтовки алюміній**

Для знежирення та видалення окиснених шарів алюмінієві поверхні обробляються очищувальними засобами. Після цього наноситься двокомпонентна епоксидна ґрунтовка або однокомпонентна ПВХ-ґрунтовка. Як і в нанесенні покриття на кораблі, на шар ґрунтовки розпилюється антикорозійне покриття. Цей епоксидний матеріал на основі розчинника наноситься за допомогою безповітряної технології у два-чотири шари завтовшки приблизно 120 мкм кожен. Покриття проти обростання зазвичай наноситься безпосередньо на епоксидне покриття. Якщо використовується проміжне покриття, це однокомпонентне вінілове покриття на основі розчинника, яке наноситься методом безповітряного розпилення. Товщина шару становить близько 40 мкм.

<sup>23</sup> Регламент (ЄС) № 528/2012 Європейського Парламенту та Ради від 22 травня 2012 р. щодо розміщення на ринку та використання біоцидних продуктів.

Після цього наносяться два шари матеріалу проти обростання на основі розчинника методом безповітряного розпилення або валиком. Товщина кожного шару покриття проти обростання становить близько 100 мкм. Зазвичай використовуються самополірувальні покриття проти обростання на основі міді. Проте вони можуть також містити інші біоциди.

#### **Нанесення покриття на надбудову**

Як і корпус, надбудова виготовляється із суднобудівної сталі або алюмінію, а також покривається двома шарами протикорозійного матеріалу на основі розчинника (одно або двокомпонентне епоксидне або поліуретанове покриття). Він наноситься за допомогою технології безповітряного розпилення. Товщина нанесеного шару становить близько 120 мкм.

Після висихання антикорозійного покриття на алюміній та суднобудівну сталь надбудови наносяться заповнювачі для отримання правильного контуру та гладкої кінцевої поверхні (наприклад, покриття шорсткості від зварювання). Матеріали наносять за допомогою кельм, довгих дощок та планок, шпательів. Вони можуть не містити розчинників або містити приблизно 80 г/л бензилового спирту. Шліфування відбувається між цими процесами.

Після заповнення наноситься двокомпонентний поліуретановий заповнювач на основі розчинника або епоксидний заповнювач на основі розчинника за допомогою технології безповітряного розпилення. Товщина нанесеного шару – в діапазоні 50–100 мкм. Поверх заповнювача наноситься ґрунтовка/підстильний шар.

Яхта виводиться на ходові випробування після належного висихання шару; це може бути ґрунтовка або ні. Після випробувань яхту очищають прісною водою та шліфують, а потім наносять останній верхній шар.

Верхній шар покриття наноситься технологією розпилення «wet-on-wet» у два або три шари. У якості матеріалів зазвичай використовуються двокомпонентні поліуретанові комбіновані лаки на основі розчинника. Повна товщина шару становить приблизно 100 мкм.

У кількох країнах-членах, де здійснюється ремонт та технічне обслуговування яхт, видалення матеріалу проти обростання з яхт здійснюється з використанням технологій збору та обробки видаленого матеріалу проти обростання для запобігання забрудненню води.

## 4.3 Поточні рівні споживання та викидів від нанесення покриття на кораблі та яхти

[ 155, TWG 2016 ] [ 202, SEA SMRC 2017 ]

У процесі збору даних були надані дані з трьох установок (одна з Фінляндії, одна з Португалії та одна з Великобританії).

### 4.3.1 Баланси маси

[ 155, TWG 2016 ]

Надані дані щодо двох установок демонструють середнє споживання покриття на м<sup>2</sup> покритої поверхні, яке коливається від 0,4 кг до 2 кг.

Дані з однієї установки (завод №076) щодо вмісту розчинників показують значний розкид через контрактні специфікації щодо якості: 18% мас. (2013 р.), 27% мас. (2014 р.) та 40% мас. (2015 р.).

### 4.3.2 Споживання

#### 4.3.2.1 Матеріали

[ 78, TWG 2005 ]

Для нанесення покриття на кораблі зазвичай використовуються покриття на основі розчинників. Залежно від матеріалу, що використовується, вміст розчинника – в діапазоні 20–40% мас. Через умови обробки (вологість, температура, тяга повітря тощо) і стан поверхні покриття на водній основі мають обмежену область застосування (лише частково використовуються для внутрішніх поверхонь і готових деталей). Споживання матеріалів залежатиме від розміру судна, специфікацій, яких необхідно дотримуватися тощо.

Споживання матеріалу на судноремонтних корабельнях для кораблів середнього розміру (валовою місткістю > 15 000) становить приблизно 15 тонн на одне покрите торгове судно (за даними Португалії, Греції, Мальти та Італії). Відповідне використання ЛОС становить приблизно 6 тонн. Велика ремонтна корабельня може ремонтувати від 60 до 150 кораблів із середньою валовою місткістю 40 000 (або вище) на рік.

На новій корабельні споживання матеріалу на повне покриття одного корабля валовою місткістю 40 000 тонн становить приблизно 68 тонн. HDW Kiel у Німеччині обробляє до 59 т/рік розчинника максимум для п'яти кораблів на рік. Blohm + Voss GmbH у Гамбурзі, Німеччина, обробляє близько 60 т/рік органічних розчинників.

#### 4.3.2.2 Вода

[ 155, TWG 2016 ]

На корабельнях для ремонту та технічного обслуговування споживання прісної води для миття під високим тиском (від 220 до 340 барів) усього корпусу коливається від 500 до 2000 тонн для кораблів середнього розміру (валовою місткістю >15 000 GT).

Повідомлені дані щодо споживання води вказують на питоме споживання води, що варіюється від 0,1 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> до 1,1 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> покритої поверхні.

Повідомлені технології зменшення споживання води:

- контроль використання води шляхом промивання суден під (над)високим тиском ((Н)ВТ) перед нанесенням покриття;
- пристрій для збирання оливи для очищення стічних вод від операцій очищення, що може полегшити їхнє повторне використання.

### 4.3.2.3 Енергія

[ [155, TWG 2016](#) ]

Надані дані щодо споживання енергії показують діапазон питомого споживання енергії, що варіюється від 0,01 МВт-год/м<sup>2</sup> до 0,67 МВт-год/м<sup>2</sup> покритої поверхні. Необхідно враховувати два важливі параметри:

- питоме споживання енергії безпосередньо пов'язане зі ступенем використання виробничих потужностей: чим більша продуктивність, тим нижче значення питомого споживання енергії; а також
- невизначеність щодо того, чи належать повідомлені дані про споживання енергії тільки до діяльності з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників або вони включають інші непов'язані види діяльності (визначення енергетичних границь діяльності з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, див. також Розділ 17.5.2).

### 4.3.3 Викиди

[ [78, TWG 2005](#) ] [ [155, TWG 2016](#) ] [ [202, SEA SMRC 2017](#) ] [ [212, TWG 2018](#) ]

#### 4.3.3.1 Викиди в повітря

Процеси на корабельнях, як правило, здійснюються на відкритому повітрі, у сухих доках, у відкритих майстернях або на причалі. Отже, усі викиди, що утворюються в результаті шліфувальних та дробоструминних операцій (пил) або операцій з фарбування (надлишок розпилення та ЛОС), є неорганізованими викидами.

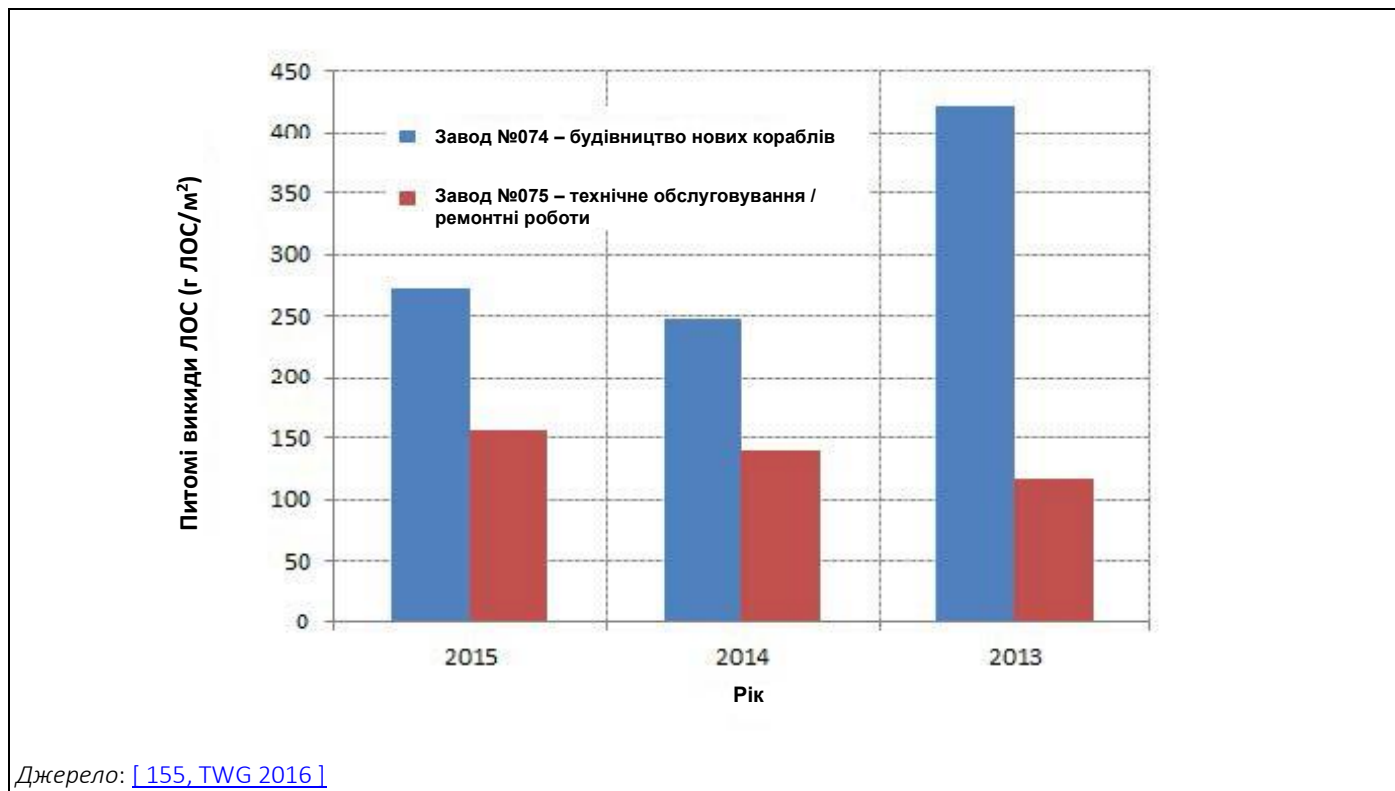
Викиди шкідливих для довкілля матеріалів із процесів нанесення покриттів під час будівництва нових кораблів можна ефективно скоротити через встановлення закритих майстерень для нанесення покриттів та дробоструминних операцій. Їх також можна використовувати для будівництва блоків — секцій нового або значно модернізованого корабля, які збираються заздалегідь, а потім підіймаються на місце. Закриті майстерні можуть мати витяжку повітря з фільтрами для пилу та/або установки для очищення відхідних газів від ЛОС.

Наскільки це технічно можливо, лакофарбові системи із середнім вмістом розчинника від 20 до 25% використовуються для первинних і нових покриттів на кораблях. Загалом зберігається обмеження на загальні викиди розчинника в розмірі 100 г на квадратний метр покритої поверхні. Для повторного оздоблення кораблів застосовують лакофарбові системи, які в середньому мають вміст розчинника до 40%. Застосовувані найсучасніші технології для скорочення викидів ЛОС мають регулярно переглядатися, коригуватися та демонструватися компетентним органам [DE коментар №272 у [212, TWG 2018](#) ]].

На судноремонтних корабельнях для кораблів середнього розміру (валовою місткістю > 15 000, у середньому 70 000) покриття, що використовуються, містять у середньому близько 30–40% органічних розчинників. Близько 150 г ЛОС викидається на м<sup>2</sup> покриття, оскільки покриття проти обростання складають найбільшу кількість покриття, що наноситься.

Повна схема покриття для нової супер'яхти має споживання ЛОС для підводної ділянки до 500 г ЛОС/м<sup>2</sup> та над ватерлінією до 250 г ЛОС/м<sup>2</sup>. Будівництво нових яхт зазвичай здійснюється в закритих приміщеннях, а також із використанням валків та пензлів, які мають високу ефективність нанесення без надлишку розпилення. Для великих (супер- та мега-) яхт це буде залежати від специфікацій клієнта. Ремонт та технічне обслуговування великих мегаяхт може здійснюватися в доках, але для більшості з них технічне обслуговування та ремонт також виконуються в закритих приміщеннях.

Надані дані щодо БМР для двох заводів демонструють, що загальні викиди ЛОС, виражені відносно виробничої потужності, коливаються від 117 г ЛОС/м<sup>2</sup> до 422 г ЛОС/м<sup>2</sup> (див. Рисунок 4.1).



**Рисунок 4.1:** Загальні викиди ЛОС, виражені в г ЛОС на м<sup>2</sup> покритої поверхні для двох заводів за період 2013–2015 рр.

Оскільки діяльність переважно здійснюється в неізолюваних умовах, неорганізовані викиди ЛОС дорівнюють загальним викидам.

Повідомлені значення щодо потоку розчинника у відходах (параметр Об балансу маси розчинника) для двох установок показують діапазон від 5% до 60% вхідного потоку розчинника.

Повідомлені дані про загальні викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси, надані в Таблиці 4.1.



Таблиця 4.1: Загальні викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси за період 2013–2015 рр.

| Завод | Вид діяльності                          | Рік поточної структури | Загальні викиди ЛОС<br>(кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси) |      |      |
|-------|---|------------------------|--|------|------|
|       |   |                        | 2015   | 2014 | 2013 |
| 074   | Будівництво нових кораблів та яхт       | 2011                   | ІВ   | ІВ   | ІВ   |
| 075   | Технічне обслуговування/ремонтні роботи | 2001                   | ІВ   | ІВ   | ІВ   |
| 076   | Технічне обслуговування/ремонтні роботи | 1985                   | 0,37   | 0,36 | 0,35 |
| *     | Технічне обслуговування/ремонтні роботи | ІВ                     | 0,41   | 0,45 | 0,39 |

\* Додаткові анонімні дані, надані галуззю (травень 2018 р.). Примітка:

ІВ: інформація відсутня.

Джерело: [155, TWG 2016]

Технології, що застосовуються для мінімізації загальних викидів на трьох із цих заводів, надані на Рисунку 4.2.

| Технології, що застосовуються   | 74 | 75 | 76 |
|---|----|----|----|
| ◆ Система управління – порядок обслуговування доку  | ◆  | ◆  | ◆  |
| □ Часткове закриття зон обробки   | □  | □  | □  |
| ▲ Повне закриття зон обробки  | ▲  |    |    |
| × Суха струминна обробка в закритій системі   | ×  |    | ×  |
| × Волога або гідросумішева струминна обробка  |    |    |    |
| ○ Обробка струменем води (над)високого тиску або дробоструминна обробка (над)високого тиску ((Н)ВТ) |    | ○  | ○  |
| ⊕ Звичайні матеріали покриття на основі розчинника  | ⊕  | ⊕  | ⊕  |
| ■ Заміщення матеріалів на основі розчинників (заміщення)  |    |    |    |
| × Використання фарб на водній основі  | ×  |    | ×  |
| ◆ Використання фарб з високим вмістом твердих часток  | ◆  | ◆  | ◆  |
| □ Безповітряне розпилення   |    | □  | □  |
| ▲ Гаряче розпилення   |    |    |    |
| × Вбудована витяжка в місці нанесення   | ×  |    |    |

Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 4.2: Повідомлені застосовувані технології для мінімізації викидів ЛОС

#### 4.3.3.2 Викиди у воду

Операції з технічного обслуговування призводять до утворення відходів матеріалів для дробоструминної обробки, залишків покриття, використаних контейнерів і надлишку розпилення. Можуть бути й інші залишки від технічного обслуговування, такі як залишки оливи (що містять вуглеводні), бруд, браковані матеріали тощо. Після здійснення технічного обслуговування всі відходи збираються, а док очищається для запобігання потраплянню викидів у воду, що надходить у док. Зібрані стічні води можна обробляти за допомогою декількох технологій, як описано в Розділі 4.4.9. Очищена вода або утилізується, або використовується повторно.

У випадках, коли для запобігання викидам пилу від дробоструминної обробки використовується струминна обробка з водою або гідросумішева струминна обробка, технологічна вода зазвичай обробляється або в інтегрованому обладнанні, або на установці з очищення відпрацьованих вод. Вода зазвичай використовується повторно.

Дослідження, проведене СОМ<sup>24</sup>, визначило основні параметри та інші речовини, що становлять інтерес, що можуть скидатися зі стічними водами, і тому мають бути враховані під час збору даних. На додаток до речовин, зазначених у Таблиці 4.2, оловоорганічні сполуки та біоциди були визначені як важливі, але дані не були зібрані. Проте з корабельних було отримано лише два набори даних: один з установками для очищення відпрацьованих вод та один із застосуванням грубозернистим фільтруванням.

---

<sup>24</sup> Робочий документ СОМ 09/06/2016 Європейського бюро комплексного запобігання та контролю забруднення: Оцінка даних технічної робочої групи (ТРГ), поданих щодо викидів металів та інших викидів у воду для їхнього розгляду як основних екологічних проблем для установок, які здійснюють діяльність, що охоплюється ДПВ, Додаток 1 6.7.

Таблиця 4.2: Дані про відпрацьовані води корабельні

| Тип очищення відпрацьованих вод | Завод №075   |          |         |                           |                                 | Завод №076   |          |         |                           |                           |
|---------------------------------|--|----------|---------|---------------------------|---------------------------------|--|----------|---------|---------------------------|---------------------------|
|                                 | Коагуляція, флокуляція та седиментація. Комбіноване очищення для всіх видів діяльності корабельні (не тільки для діяльності з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників) |          |         |                           |                                 | Грубозернисте фільтрування <i>на місці</i> на дні дока з використанням тюків сіна та мішковини, пряме скидання |          |         |                           |                           |
| Параметр                        | Середнє значення   | Максимум | Мінімум | Періодичність моніторингу | Тип відбору проб                | Середнє значення   | Максимум | Мінімум | Періодичність моніторингу | Тип відбору проб          |
|                                 | (мг/л)   |          |         |                           |                                 | (мг/л)   |          |         |                           |                           |
| TSS                             | 8,2  | 21       | 4,5     | Щомісяця                  | Пропорційна часу складена проба | 15,5   | 34,9     | 1,6     | Щомісяця                  | Точкова (випадкова) проба |
| XCK                             | 39,8   | 86       | 10      | Щотижня                   | Пропорційна часу складена проба | ІВ   | ІВ       | ІВ      | ІВ                        | ІВ                        |
| Zn                              | 0,08   | 0,14     | 0,05    | Щомісяця                  | Пропорційна часу складена проба | ІВ   | ІВ       | ІВ      | ІВ                        | ІВ                        |
| Iv                              | ІВ   | ІВ       | ІВ      | ІВ                        | ІВ                              | 0,01   | 0,06     | < 0,01  | Щомісяця                  | Точкова (випадкова) проба |
| Cd                              | 0,016  | 0,05     | 0,002   | Щомісяця                  | Пропорційна часу складена проба | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01  | Щомісяця                  | Точкова (випадкова) проба |
| Pb                              | ІВ   | ІВ       | ІВ      | ІВ                        | ІВ                              | 0,01   | 0,09     | < 0,01  | Щомісяця                  | Точкова (випадкова) проба |
| Cu                              | 0,11   | 0,25     | 0,03    | Щомісяця                  | Пропорційна часу складена проба | 0,12   | 1,98     | < 0,01  | Щомісяця                  | Точкова (випадкова) проба |
| Cr                              | ІВ   | ІВ       | ІВ      | ІВ                        | ІВ                              | 0,01   | 0,08     | < 0,01  | Щомісяця                  | Точкова (випадкова) проба |
| Sn                              | 0,019  | 0,04     | 0,01    | Щомісяця                  | Пропорційна часу складена проба | ІВ   | ІВ       | ІВ      | ІВ                        | ІВ                        |

Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

### 4.3.3.3 Утворення відходів

[ 155, TWG 2016 ] [ 202, SEA SMRC 2017 ]

До відходів від операцій із технічного обслуговування кораблів належать:

- органічні очищувальні розчинники;
- осад/залишки покриття; повідомляється, що відходи покриттів становлять від 2,5% до 8,5% загального споживання покриття із середнім вмістом розчинника близько 30–40%;
- забруднені контейнери покриттів, пензлі та валки;
- використані/забруднені матеріали дробоструминної обробки (наприклад, використаний дріб);
- фільтри;
- залишки оливи (що містять вуглеводні);
- бруд;
- браковані матеріали.

Один завод повідомив про використання багаторазових контейнерів для покриттів.

Під час нанесення покриття на кораблі, особливо під час робіт із технічного обслуговування, утворюється велика кількість відходів матеріалів дробоструминної обробки. Як і всі інші відходи, відходи матеріалів дробоструминної обробки утилізуються на ліцензованих об'єктах.

## 4.4 ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА КОРАБЛІ ТА ЯХТИ

[ 155, TWG 2016 ] [ 202, SEA SMRC 2017 ]

У Главі 17 описані технології, які також можуть бути застосовні в нанесенні покриття на кораблі та яхти. У Таблиці 4.3 показані загальні технології, що стосуються нанесення покриття на кораблі та яхти, що описані в Главі 17. Ці технології не повторюються в цьому розділі, якщо тільки не була надана інформація, що стосується цієї галузі. Опис типу інформації, що розглядається для кожної технології, наведено в Таблиці 17.1.

**Таблиця 4.3: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі**

| Технологія   | Номер розділу |
|--|---------------|
| Технології екологічного менеджменту                | 17.1          |
| Зберігання та поводження із сировиною              | 17.2          |
| Моніторинг   | 17.3          |
| Використання води та утворення стічних вод         | 17.4          |
| Управління енергоспоживанням та енергоефективність | 17.5          |
| Управління сировиною (у тому числі заміщення)      | 17.6          |
| Процеси та обладнання для нанесення покриття       | 17.7          |
| Технології сушіння та/або затвердіння              | 17.8          |
| Технології очищення                                | 17.9          |
| Видалення та очищення відхідних газів              | 17.10         |
| Технології очищення відпрацьованих вод             | 17.11         |
| Технології управління відходами                    | 17.12         |
| Виділення запахів                                  | 17.13         |

### 4.4.1 Система управління – порядок обслуговування доку

#### Опис

Як частина СЕМ (див. Розділ 17.1), набір процедур, функцій та визначень завдань, а також методів роботи для запобігання або обмеження кількості викидів, таких як викиди пилу в повітря, викиди у воду та кількість утворених відходів.

#### Технічний опис

Це специфічна система управління, що визначає різні об'єкти, відповідальні за виконання робіт у сухих доках та на стапелях, у тому числі за підготовку судів до докування, кілювання та виведення з доку судів. Сюди також належать роботи з технічного обслуговування, ремонту або будівництва, що здійснюються в сухих доках та стапелях, такі як операції з обробки поверхні (очищення, видалення старого покриття та покриттів проти обростання тощо). Він контролює збирання відходів під час операцій та перед заповнення доку, а також направлення відходів ліцензованим одержувачам для подальшого належного управління та/або утилізації.

Порядок обслуговування доку також охоплює інші питання, які допомагають зменшити забруднення, наприклад, коли та де виконувати потенційно забруднювальну діяльність. Наприклад, опис того, за якого вітрового режиму може здійснюватися дробоструминна обробка та розпилення на відкритому повітрі, вимагання виконання цих операцій на дні доку або стапеля та використання переносного обладнання (сітки, водяні завіси тощо).

Він може містити частину або всі вимоги СЕМ (див. Розділ 17.1).

#### Досягнуті екологічні переваги

Мінімізація впливу установки на довкілля.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Див. технічний опис вище.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Немає.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

### **Стимул до впровадження**

Дотримання законодавчих положень щодо здоров'я та безпеки, а також довкілля щодо забруднення повітря, води та управління відходами, особливо якщо ці положення застосовуються до портів, гаваней, закритих вод тощо.

### **Приклади заводів**

Широко застосовується в галузі.

### **Довідкова література**

[ 78, TWG 2005 ] [ 121, Portugal 2006 ] [ 153, Bert de Vries VNSI 2011 ]

## **4.4.2 Технології зниження викидів пилю**

### **4.4.2.1 Часткове закриття зон обробки**

#### **Опис**

Дрібні сітки та/або водяні завіси використовуються навколо зон, де виконується дробоструминна обробка та/або нанесення покриттів методом безповітряного розпилення, для запобігання викидам пилю. Вони можуть бути постійними або тимчасовими.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Скорочення викидів дрейфуючих частинок від дробоструминної обробки та розпилення покриття шляхом зменшення сили вітру або шляхом уловлювання часток.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Є повідомлення про практичні труднощі використання сіток, і що чим більше корабель у порівнянні із сухим доком, тим важче їх використовувати. Їх не можна використовувати на судноремонтних корабельнях для кораблів середнього розміру (валовою місткістю > 15 000) у великих сухих доках, і нижче наведені типові приклади проблем, що виникають:

- різні розміри та типи кораблів, кораблі можуть виступати за кінці доку тощо;
- перешкоджання роботі кранів та іншого обладнання; а також
- проблеми з доступом до інших операцій із технічного обслуговування.

Там, де вони використовуються, сітки зазвичай розміщують на одному або обох кінцях дока, навколо невеликих доків або між кораблем та причалом.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Споживання енергії на перекачування розпиленої води або завіс і можливе очищення відпрацьованих вод.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовність може обмежуватися формою та розміром зони, що закривається. Див. екологічну ефективність та інформацію про функціонування вище. Водяні завіси не можуть застосовуватись у холодних кліматичних умовах.

### Стимул до впровадження

Низькі витрати в порівнянні з повним закриттям.

### Приклади заводів

Заводи №076, №075 та №074 у [ [155, TWG 2016](#) ].

### Довідкова література

[ [5, DFIU et al. 2002](#) ] [ [38, TWG 2004](#) ] [ [78, TWG 2005](#) ] [ [122, CEPE 2006](#) ]  
[ [151, CESA 2011](#) ] [ [154, Nordic Council of Ministers 2016](#) ] [ [155, TWG 2016](#) ]

## 4.4.2.2 Повне закриття зон обробки

### Опис

Дробоструминну обробку та/або фарбування безповітряним розпиленням виконують у цехах, закритих майстернях, зонах, закритих тканиною, або в зонах, повністю закритих сітками для запобігання викиду пилу. Повітря із зон обробки витягується і може бути спрямоване на очищення відхідних газів.

### Технічний опис

Закриті зони використовуються для контролю місцевого робочого середовища, що дає змогу контролювати температуру і вологість для роботи та підготовки поверхні, захисту від дощу тощо. Закриті зони зазвичай мають витяжку повітря з міркувань професійної гігієни праці, і вона може використовуватися в поєднанні з очищенням відхідних газів для контролю викидів шкідливих для довкілля матеріалів. Обладнання може бути призначене для зниження викидів пилу та/або з установкою для очищення відхідних газів від ЛОС.

Деякі зони, такі як стапелі, корабельні блоки та невеликі доки, можуть бути тимчасово або на напівпостійній основі закриті або «накриті» (наприклад, переносні конструкції або тенти залишаються на місці протягом тривалого часу). Це допомагає контролювати пил від дробоструминної обробки та надмірного розпилення, але, якщо зона не є достатньо закритою, додавання очищення відхідних газів від пилу і зниження вмісту ЛОС, ймовірно, вимагатиме обробки великих обсягів повітря з високим споживанням енергії. Якщо огорожа має гнучку конструкцію або недостатньо закрита, витяжка для очищення від ЛОС може бути неможливою.

Між судном та причалом також можна встановити тент, щоб запобігти знесенню пилу та надлишку розпилення, а також запобігти потраплянню дощу на підготовлені та щойно покриті зони.

### Досягнуті екологічні переваги

Утримання часток від дробоструминної обробки та розпилення. Стає можливим видалення пилу та/або ЛОС із потоків витяжного повітря за допомогою технологій очищення відхідних газів.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Технологія забезпечує покращений контроль якості процесів та робочого середовища. Вона може збільшити доступний час роботи протягом дня та/або року.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Енергія, що використовується для системи витяжки повітря.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовність може обмежуватися формою та розміром зони, що закривається.

Закриті цехи найчастіше використовуються для виготовлення та будівництва кораблів.

Стационарні майстерні можуть використовуватись для підготовки сталевих товстих листів, профілів та блоків у будівництві нових кораблів. У деяких випадках можуть бути закриті цілі доки. Доки, що використовуються для ремонту та технічного обслуговування кораблів, не закриті (і, можливо, не ті, що використовуються для деяких мегаяхт).

Для яхт зони підготовки та нанесення покриття зазвичай закриті, на постійній або напівпостійній основі, як для нової яхти, так і для ремонту та технічного обслуговування відповідно до вимог ISO 19494.

### Економічні аспекти

Ця технологія передбачає капітальні витрати на будівництво майстерень, а також капітальні витрати та експлуатаційні витрати на обладнання для боротьби з викидами.

### Стимул до впровадження

Покращений контроль якості процесів нанесення покриттів та внутрішнє управління кліматом (тобто захист від атмосферного впливу), що дає змогу працювати протягом усього дня/року. Законодавство з охорони праці та техніки безпеки та щодо пилу.

### Приклади заводів

Завод №074 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#), HDW, Кіль, Німеччина.

### Довідкова література

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 122, CEPE 2006 \]](#)

[\[ 154, Nordic Council of Ministers 2016 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

## 4.4.2.3 Обмеження за несприятливих погодних умов

### Опис

Там, де зони обробки не повністю закриті, дробоструминна обробка та/або фарбування методом безповітряного розпилення не здійснюються, якщо спостерігаються або прогножуються несприятливі погодні умови.

### Технічний опис

Технологія, що використовується на корабельнях без засобів повної ізоляції, полягає в обмеженні зняття покриття та нанесення покриття методом безповітряного розпилювання під час спостереження або прогнозування несприятливих погодних умов. До несприятливих погодних умов належать значна швидкість вітру (різна в межах кожної корабельні, залежно від наявних споруд та їхнього розташування) та несприятливий переважний напрямок вітру (наприклад, у бік водотоків, будівель та інших вразливих об'єктів).

### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення викидів пилу.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Немає.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

### Економічні аспекти

- Низька вартість, потребує лише простого обладнання для моніторингу.
- Втрата робочого часу за несприятливих умов.

### Стимул до впровадження

Негативна реакція з боку населення, що постраждало від пилу та надлишку розпилення.

### Приклади заводів

Загальнозастосовна, коли на місці відсутня повна ізоляція.

### Довідкова література

[\[ 151, CESA 2011 \]](#)



### 4.4.3 Підготування поверхні

У нових кораблів та нових матеріалів поверхня вимагає попередньої обробки для забезпечення адгезії. Для ремонту та технічного обслуговування старі шари покриття видаляються, особливо ділянки, що нещільно тримаються та пошкоджені ділянки. Метод підготування визначається в узгодженій специфікації щодо покриття залежно від системи покриття, що наноситься, і гарантії, що надається.

У деяких технологіях для видалення шарів покриття використовується абразивний матеріал, і деякі з них утворюють велику кількість пилу. Використовуваний абразивний матеріал можна відновити та використовувати повторно або утилізувати як відходи, залежно від технології, що використовується. З усіма технологіями передовою практикою є видалення залишків із сухих доків перед заповненням (див. Порядок обслуговування доку, Розділ 4.4.1).

#### 4.4.3.1 Суха струминна обробка в закритій системі

##### Опис

Суха струминна обробка сталевим дробом здійснюється в закритих дробоструминних системах, обладнаних всмоктувальною головкою та відцентровими колесами дробоструминної обробки.

##### Досягнуті екологічні переваги

До переваг належить низький рівень викидів пилу. Матеріал дробоструминної обробки може бути відновлений для повторного використання, тому утворюється менше відходів. Видалені матеріали проти обростання та покриття відновлюються разом із матеріалом дробоструминної обробки та відокремлюються для утилізації.

##### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Механічне обладнання для дробоструминної обробки управляється вручну або закріплюється на маніпуляторах тримачів інструментів і переміщаються зоною, що обробляється, за допомогою дистанційного керування.

Типовою системою підготовки нових кораблів може бути дробоструминна обробка сталевим дробом, що застосовується в замкнутому циклі та під тиском близько 5 барів.

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна. Технологію можна використовувати для видалення іржі та старих шарів покриття з палуб та зовнішніх сторін, у тому числі корпусу. Вона також використовується для первинної підготовки сталевих листів перед збиранням.

##### Стимул до впровадження

- Контроль викидів пилу.
- Охорона праці на роботі.
- Скорочення витрат на управління відходами.

##### Приклади заводів

Заводи №076, №074 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#). Широко використовується на корабельнях та в інших секторах.

##### Довідкова література

[\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 122, CEPЕ 2006 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

#### 4.4.3.2 Волога струминна обробка

##### Опис

Дробоструминна обробка здійснюється водою, що містить дрібнозернистий абразивний матеріал, такий як дрібна зола (наприклад, мідний шлак) або кремнезем.

##### Досягнуті екологічні переваги

Ця технологія дає змогу уникнути утворення викидів пилу.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

У випадку застосування технологій дробоструминної обробки з водою стічні води можуть збиратися в дощі, перекачуватися в резервуари та очищатися перед скиданням. Для видалення вологого абразиву з поверхні необхідне додаткове змивання прісною водою.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Утворення стічних вод, збільшення кількості відходів від абразиву.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Не може застосовуватися в холодних кліматичних умовах та/або в закритих приміщеннях (вантажні цистерни, цистерни з подвійним дном) через утворення сильного туману.

### **Економічні аспекти**

Одна корабельня зазначила, що дробоструминна обробка з введенням води дає найкращий результат щодо поверхні, але, зокрема, щодо вартості [[154, Nordic Council of Ministers 2016](#)].

### **Приклади заводів**

Завод № 076 [[155, TWG 2016](#)] повідомив, що ця технологія дозволена ним, якщо неорганізованим викидам запобігають, і що вона застосовується час від часу.

### **Довідкова література**

[[5, DFU et al. 2002](#)] [[38, TWG 2004](#)] [[78, TWG 2005](#)] [[122, CEPE 2006](#)] [[154, Nordic Council of Ministers 2016](#)] [[155, TWG 2016](#)]

## **4.4.3.3 Обробка струменем води (над)високого тиску або дробоструминна обробка (над)високого тиску ((H)BT)**

### **Опис**

Струминна обробка (H)BT — це технологія обробки поверхні, що не утворює пилу, з використанням води під дуже високим тиском. Також існують варіанти з абразивним матеріалом або без нього.

### **Технічний опис**

Існує кілька технологій, класифікованих залежно від тиску води, що використовується: очищення водою низького тиску (< 340 барів), очищення водою високого тиску (340–700 барів), очищення струменем води високого тиску (> 700 барів), очищення струменем води надвисокого тиску (> 2 000 барів). Змінюючи тиск води можна видалити окремі шари покриття або всю систему покриття. Струминна обробка (H)BT — це технологія обробки поверхні, що не утворює пилу, з використанням води під дуже високим тиском і без використання абразивного матеріалу. Існують також методи, що поєднують використання води з абразивним матеріалом.

Одна з переваг струминної обробки (H)BT полягає в тому, що вода проникає глибоко в пори металу, а це дає змогу видалити хлориди набагато ефективніше, ніж під час сухої струминної обробки. Крім того, покриття, що нещільно тримається, ефективно видаляється за допомогою струминної обробки (H)BT, оскільки вода проникає крізь покриття й під нього, розриваючи зв'язок і відколюючи його.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Струминна обробка (H)BT має кілька екологічних переваг. У більшості випадків абразивні матеріали не використовуються, а пил, утворений залишками фарби, стримується водою, що мінімізує викиди пилу та утворення відходів. Тільки відходи фарби мають бути зібрані та утилізовані безпечним чином. Кількість відходів, що підлягають утилізації, підтримується на низькому рівні.

Як правило, шум можна порівняти із шумом від традиційних методів сухої струминної обробки, позаяк у вдосконалених моделях шум ефективно знижується через вакуум або використання корпусу навколо наконечника трубки.



**Рисунок 4.3: Корпус навколо наконечника трубки в деяких більш вдосконалених моделях роботів**

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Струминна обробка (Н)ВТ вважається більш швидким методом у порівнянні з традиційним сухим струминним очищенням. Ефективність струминної обробки (Н)ВТ може становити від 20–30 м<sup>2</sup>/год до 350 м<sup>2</sup>/год залежно від моделі. Оцінки сильно відрізняються й залежать від різних факторів, специфічних для конкретного об'єкта, тому можуть вважатися лише орієнтовними.

У вдосконалених моделях (Н)ВТ робота виконується у віддаленому режимі. Сопло кріпиться до робочої поверхні вакуумом, що одночасно відсмоктує видалені відходи та стічні води. Стічні води обробляються перед скиданням або можуть бути фільтровані та використані повторно, а осад може бути зібраний у мішки.

Крім того, сопло може бути поміщене в корпус, що додатково знижує рівень шуму. Використання робота також мінімізує ризики для здоров'я та безпеки від струминної обробки. Це є також важливим фактором, оскільки умови можуть бути екстремальними на відкритому повітрі та в замкнутих просторах, наприклад, усередині цистерн. Робітники корабельні піддаються підвищеному ризику впливу токсичного пилу, високого рівня шуму та низки інших шкідливих факторів для здоров'я та безпеки. Крім того, якщо струминна обробка (Н)ВТ виконується вручну, необхідний спеціальний захисний одяг через надзвичайно високий тиск.

Викиди дуже залежать від конкретного випадку.

Питоме споживання води невелике, зазвичай менше ніж 0,06 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> поверхні, що обробляється. У разі використання робота стічні води можуть збиратися безпосередньо в резервуари. У деяких моделях воду можна збирати, фільтрувати та використовувати повторно, що також означає легке відділення відходів для контрольованої утилізації.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Відходи фарби, які можуть містити видалені матеріали проти обростання або свинцеві чи хромові пігменти зі старих покриттів, потребують збору та контрольованої утилізації.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Струминна обробка (Н)ВТ може бути незастосовна в холодних кліматичних умовах або через особливості поверхні (наприклад, нові поверхні, точкова струминна обробка).

Струминна обробка надвисокого тиску та інші методи вологої струминної обробки замінюють традиційні методи сухої струминної обробки, оскільки інструментальний комплекс для обробки струменем води надвисокого тиску стає більш економічним та адаптованим до великої кількості необхідних застосувань (наприклад, зони контуру корабля, точкова струминна обробка, зрізання наявних країв фарби)

Ефективність струминної обробки надвисокого тиску відрізняється залежно від конкретного випадку, як показало всебічне дослідження, виконане фінською корабельною для порівняння методів струминної обробки надвисокого тиску та традиційних методів струминної обробки, які зрештою призвели до використання струминної обробки надвисокого тиску (див. (Peled 2013 p.) у [\[ 154, Nordic Council of Ministers 2016 \]](#)).

Струминна обробка (Н)ВТ придатна не для всіх видів послуг та умов. Струминна обробка з водою (над)високого тиску не застосовується в холодних кліматичних умовах нижче  $-5^{\circ}\text{C}$ . Крім того, струминна обробка (над)високого тиску не створює такої ж шорсткої поверхні, як у випадку методів сухої струминної обробки, що необхідно для належного зчеплення деяких систем покриттів. Тому технологія не є загальнозастосовною для нових поверхонь. Застосовність струминної обробки (Н)ВТ разом із конкретним покриттям необхідно уточнити в постачальника фарби, і, як правило, це також має бути схвалено замовником.

Сопла наявного обладнання струминної обробки (Н)ВТ недостатньо малі, щоб забезпечити належне виконання «точкової струминної обробки» й переноситися за допомогою мобільних пристроїв [PT коментар №32 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)]. З іншого боку, роботизовані версії, представлені зараз на ринку, недостатньо універсальні, щоб їх можна було іноді використовувати для струминної обробки невеликих суден та обмежених площ поверхні [\[ 154, Nordic Council of Ministers 2016 \]](#).

#### **Економічні аспекти**

Недоліком струминної обробки (Н)ВТ є більші інвестиційні витрати та витрати на технічне обслуговування в порівнянні з традиційними методами (інвестиційні витрати та витрати на технічне обслуговування вдвічі чи більше, ніж для традиційних методів). Багато факторів, що залежать від конкретного випадку, впливають на загальні витрати, робочий час, витрати на управління відходами тощо. Зокрема, витрати на управління відходами можуть бути значно вищими для сухої струминної обробки, ніж для струминної обробки (Н)ВТ. Кількість відходів, що підлягають утилізації, дуже мала в порівнянні зі звичайними технологіями. Споживання матеріалів для струминної обробки та утворення відходів від інших технологій струминної обробки вище, ніж під час використання струминної обробки (Н)ВТ. Витрати на управління відходами можуть варіюватися від десятків євро за тону до сотень євро за тону залежно від того, чи можуть бути перероблені відходи як матеріал або вони мають бути утилізовані як шкідливі відходи [\[ 154, Nordic Council of Ministers 2016 \]](#). У разі використання води як матеріалу для струминної обробки треба враховувати інші витрати: первинна обробка води, що використовується для струминної обробки (вимоги з електропровідності та вмісту хлоридів), локалізація та очищення відпрацьованих вод для повторного використання відпрацьованих вод, витрати на подання свіжої води та очищення відпрацьованих вод [SEA SMRC коментар №61 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

#### **Стимул до впровадження**

Законодавство, що регулює викиди пилу в довкілля та охорону праці на робочому місці.

#### **Приклади заводів**

Широко використовується. Заводи №075 та №076 (кращий варіант) у [\[ 155, TWG 2016 \]](#). Den-Jet, Данія, та Hammelmann/Hammeli Oy, Фінляндія.

#### **Довідкова література**

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 122, CEPE 2006 \]](#)  
[\[ 154, Nordic Council of Ministers 2016 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### **4.4.3.4 Зняття покриттів шляхом індукційного нагрівання**

#### **Опис**

Головка індуктора переміщається поверхнею, спричиняючи локальне швидке нагрівання сталі для зняття старих покриттів.

#### **Технічний опис**

Головка індуктора переміщається поверхнею сталі, передаючи високочастотний електричний струм на сталь, створюючи локальне контрольоване швидке нагрівання сталі. Це призводить до швидкого відшарування покриттів до 20–25 мм. Індукційна головка встановлена на напівроботизованій платформі з електричним приводом.

**Досягнуті екологічні переваги**

- Відсутність викидів пилу.
- Нижче випромінювання шуму.
- Скорочення витрат на енергію.
- Скорочення кількості відходів і простіше управління відходами, що утворюються.
- Скорочення кількості викидів стічних вод, оскільки відходи легко збираються без контакту з водою.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Зняте покриття відшаровується смугами з мінімальним утворенням пилу та шуму, що знижує викиди в довкілля та потребу в захисних пристроях, особливо в закритих середовищах, таких як цистерни.

Система може працювати на викривлених та вертикальних поверхнях. Вона працює з вищими швидкостями зняття, ніж у випадку струминної обробки, і з меншими витратами на енергію. Потрібно менше часу простою та менше годин роботи оператора.

Нові покриття часто можна наносити безпосередньо на очищену поверхню без додаткового підготування. Інші роботи, такі як технічне обслуговування та огляд, можуть виконуватися одночасно.

Система була розроблена для очищення та повторного нанесення покриття на цистерни, яка також застосовується для танкерів на судноремонтних корабельнях та повністю сумісна з очищенням.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Для системи необхідна мінімальна товщина сталі 5 мм для запобігання пошкодженню внутрішнього покриття (зворотної сторони) або ізоляційних матеріалів.

Вона також може бути непридатна для поверхонь із компонентами, чутливими до індукційного нагрівання, такими як ізоляція на зворотному боці сталі (займистої або термочутливої), або поблизу обладнання, чутливого до електричного обладнання [SEA SMRC коментар №64 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

**Стимул до впровадження**

- Швидкість видалення покриття.
- Нижчі витрати на енергію.
- Нижчі витрати на управління відходами.

**Приклади заводів**

- Видалення покриття палуби, що перешкоджає ковзанню, USS Nimitz.
- Сухі доки Ересунн, Ландскрона, Швеція – (Судноремонтні корабельні).
- Repsol Petronor Refinery, Більбао.

**Довідкова література**

[\[ 212, TWG 2018 \]](#) | [\[ 203, Gabe et al. 2016 \]](#)

**4.4.3.5 Система підводного очищення корпусу та гребного гвинта****Опис**

Система підводного очищення з використанням тиску води та обертових поліпропіленових щіток.

**Технічний опис**

Очищення та технічне обслуговування корпусу та гребних гвинтів кораблів та суден здійснюється під водою. Система очищення в більшості випадків працює під дією тиску води та обертових поліпропіленових щіток. Обладнання здатне видаляти обростання морськими організмами та відновлювати дію наявної системи проти обростання, застосованої до корпусу корабля під час попереднього фарбування.

Система складається з машини для очищення корпусу із завісами, що запобігають потраплянню забруднювальних речовин у систему фільтрування. Системою керує водолаз за допомогою встановленої відеокамери та підсвітки для документування результатів. Вакуум дає змогу очисній машині щільно притискатись до поверхні, що потребує обробки (гідралічний тиск 10 барів/1000 л на хвилину за одне застосування). Устаткування працює із гідралічним тиском. Воно всмоктує видалене обростання морськими організмами та використану воду через фільтрувальну установку перед скиданням її у море.

Морська вода використовується для створення тиску. Машина обладнана шлангом для збирання стічних вод для очищення.

Система фільтрування має змінні фільтри, придатних для системи очищення від фарб та обростання морськими організмами. Перед початком будь-яких операцій здійснюється перевірка з фарбування води, щоб переконатися, що тиск працює і вода всмоктується в систему очищення відпрацьованих вод. Зчищене обростання стримується у фільтрувальних мішках, а очищена вода стікає назад у море.

У разі заміни фільтрів, використані фільтрувальні мішки зберігаються у водонепроникних контейнерах. Коли очищення корпусу буде завершено, фільтрувальні мішки будуть доставлені на місцевий завод із переробки відходів. Завод із переробки відходів отримає інформацію про обростання та копію сертифіката захисту судна від обростання, що надасть заводу з переробки відходів можливість утилізувати фільтрувальні мішки відповідно до застосованих екологічних норм.

Обладнання має кілька щіток (часто дві або три), призначених для роботи, видалення обростання та нанесення фарбової системи. Тиск та напрямок потоку води можна змінювати.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Технологія очищення корпусу зменшить необхідність і частоту струминної обробки кораблів, зекономить воду, енергію та зменшить потенційні викиди в довкілля від традиційних методів струминної обробки.

Усі машини для очищення корпусу працюють на водяному приводі, тому ризик розливу оливи, який може статися під час обробки гідралічними машинами, відсутній.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Див. технічний опис вище.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Методи можуть бути застосовані до всіх типів кораблів, й обидві борти кораблів можуть оброблятися за допомогою одного й того ж обладнання. Не застосовується для кораблів у повному сухому дощі.

### **Економічні аспекти**

Експлуатаційні витрати становлять 3,5 долара США за м<sup>2</sup> (дані за 2018 р.) у випадку легкого та середнього обростання, у тому числі на збирання відходів.

### **Довідкова література**

[ [154, Nordic Council of Ministers 2016](#) ]

## **4.4.4 Технології на основі матеріалів (заміщення)**

Зазвичай, клієнт вказує системи покриття, які мають бути використані. Зазвичай, клієнт вказує системи покриття, які мають бути використані. На специфікації також впливають гарантійні умови покриття. Корабельні не мають жодного впливу на вибір системи покриття, що має бути нанесена.

#### 4.4.4.1 Покриття на водній основі

##### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.2.

##### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів ЛОС.

##### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Потрібен більш тривалий час сушіння, хоча він може бути скорочений за допомогою належної вентиляції й, у деяких випадках, нагріву. Існують проблеми у застосуванні за низьких температур. Як правило, товщина сухої плівки менша.

##### Вплив на різні компоненти довкілля

Додаткове споживання енергії, якщо застосовується примусова вентиляція або нагрівання.

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Для деяких конкретних застосувань доступні покриття на водній основі. Наразі покриття на водній основі є єдиною життєздатною альтернативою для зниження вмісту ЛОС у ґрунтовках для кораблів. Для внутрішніх зон поверхонь також доступні покриття, які не містять розчинників.

Універсальна ґрунтовка на водній основі широко застосовується на фінських корабельнях для внутрішніх поверхонь корабля. Ґрунтовка на основі розчинника використовується лише взимку для нанесення на відкритому повітрі.

Покриття на водній основі не застосовні до поверхонь, які піддаються впливу суворих морських атмосферних умов, наприклад, тепло, сонце, дощ і сіль. Доступність покриттів на водній основі для виробництва кораблів та яхт:

- Заводська ґрунтовка: доступний силікат цинку на водній основі, але він застосовується лише в окремих випадках. Також доступні епоксидні смоли на водній основі та модифіковані алкідні смоли, але вони зазвичай не застосовуються.
- Зовнішні поверхні кораблів: алкідні, епоксидні та акрилатні покриття на водній основі доступні для яхт та застосовуються час від часу. Іноді застосовують акрилат/алкід на водній основі та силікат цинку на водній основі.
- Внутрішні поверхні кораблів: доступні системи на водній основі; проте це створює труднощі в сушінні у випадку нанесення на невеликі та закриті зони, і вони застосовуються лише іноді. Їх не застосовують у зонах зберігання, оскільки вони недостатньо зносостійкі.
- Для яхт доступні покриття на водній основі; наразі вони все частіше застосовуються як ґрунтовка або внутрішня ґрунтовка. Якість кінцевої поверхні обмежує їхнє застосування у верхніх шарах.

Також доступні покриття проти обростання на водній основі, але тільки в секторі прогулянкових суден.

##### Економічні аспекти

Витрати на систему покриття на водній основі для нових побудованих кораблів вищі в порівнянні із системами покриття на основі розчинників. У ремонті та технічному обслуговуванні кораблів несумісність зі старими шарами покриття може вимагати їхнього видалення дробоструминною обробкою, що призводить до значних витрат.

##### Приклади заводів

Заводи №076 та №074 у [\[155, TWG 2016\]](#). Широко застосовується на фінських корабельнях. Усе частіше використовується для яхт.

##### Довідкова література

[\[5, DFIU et al. 2002\]](#) [\[11, InfoMil 2003\]](#) [\[38, TWG 2004\]](#) [\[78, TWG 2005\]](#) [\[155, TWG 2016\]](#)

#### 4.4.4.2 Покриття з високим вмістом твердих часток

##### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.1. Покриття з високим вмістом твердих часток, що застосовуються наразі, містять 150 г ЛОС/л або більше. Двокомпонентні покриття, що не містять розчинників, також можна наносити на кораблі. Ці покриття утворюють дуже тверду, безпористу та дуже гладку поверхню й тому дуже стійкі до корозії в морській воді, нафтопродуктів та хімічних речовин. Вони також стійкі до стирання, наприклад, плавучим льодом, що трапляється під час судноплавства. Проте діапазон продуктів, які можна використовувати, є дуже обмеженим.

##### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів ЛОС.

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовність для кораблів і яхт:

- Заводська ґрунтовка: покриття з високим вмістом твердих часток не наносяться, оскільки товщина плівки перевищує необхідну (потрібно лише 20 мкм).
- Зовнішня поверхня кораблів та яхт для підводних ділянок, зовнішня поверхня в трюмах та цистернах для води: широко застосовуються епоксидні покриття з високим вмістом твердих часток. Вміст ЛОС у покритті, нанесеному на деталі нижче ватерлінії зазвичай становить 150 г/л або більше.
- Внутрішні поверхні кораблів: доступні епоксидні покриття з високим вмістом твердих часток.
- Яхти: можна використовувати покриття із високим вмістом твердих часток, але зазвичай вони не використовуються. Їх можна наносити нижче ватерлінії. Покриття із високим вмістом твердих часток іноді також наносяться на внутрішні поверхні.

##### Економічні аспекти

Витрати на систему покриття для нових побудованих кораблів є низькими. У ремонті та технічному обслуговуванні кораблів несумісність зі старими шарами покриття може вимагати їхнього видалення дробоструминною обробкою, що призводить до значних витрат.

##### Приклади заводів

Широко використовується. Заводи №074, №075 та №076 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

##### Довідкова література

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 11, InfoMil 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)  
[\[ 155, TWG 2016 \]](#)

#### 4.4.5 Додатковий захист від корозії – катодний захист

##### Опис

На додаток до систем захисного покриття занурену поверхню кораблів можна захистити від корозії шляхом застосування катодного захисту (наприклад, подаваний струм або протекторні аноди). Він також використовується в баластних цистернах кораблів. Катодний захист є додатковим механізмом захисту від корозії та не замінює систем покриття.

##### Досягнуті екологічні переваги

Він може сприяти збільшенню періодів між заходами з ремонту покриттів і, таким чином, може бути досягнуто скорочення діяльності з розпилення та викидів ЛОС із корабельні.

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Використовується у всьому світі на всіх типах кораблів, як для професійних, так і (рідше) для прогулянкових.

##### Приклади заводів

Широко використовується.



**Довідкова література**

[ 11, InfoMil 2003 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ]

**4.4.6 Технології та обладнання для нанесення покриття****4.4.6.1 Гаряче розпилення****Опис**

Загальний опис див. у Розділі 17.7.3.13. На кораблях для нанесення двокомпонентних покриттів, що не містять розчинників, використовується безповітряне гаряче розпилення. Досягаються шари завтовшки 300–1000 мкм.

**Досягнуті екологічні переваги**

Викиди ЛОС значно зменшуються, і, у порівнянні зі звичайним безповітряним розпиленням (див. Розділ 17.7.3.8), кількість шарів можна зменшити.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Для досягнення належного складу суміші необхідне автоматизоване змішування на об'єкті. Робочий час короткий, строк придатності лише 10 хвилин. Обладнання, яке використовується для гарячого розпилення, складно ремонтувати.

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Енергія використовується для нагрівання.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ця технологія може бути застосована для нанесення покриття на великі поверхні всередині та зовні корабля.

**Економічні аспекти**

Витрати на ці покриття вищі в порівнянні зі звичайними покриттями; проте, час нанесення менший, а також час сушіння. Вартість обладнання для гарячого розпилення вище.

**Довідкова література**

[ 11, InfoMil 2003 ] [ 78, TWG 2005 ]

**4.4.6.2 Вбудована витяжка в місці нанесення****Опис**

Мобільна головка для нанесення покриттів із вбудованою системою видалення надлишку розпилення, яка видаляє повітря в точці розпилення. Це аналогічно роботизованому розпорощенню.

**Досягнуті екологічні переваги**

Завдяки підвищеній ефективності споживання матеріалу, викиди ЛОС, а також викиди надлишку розпилення значно знижуються. Надлишок розпилення може бути скорочений до 5% від вхідного потоку матеріалу.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ці установки для нанесення покриття можна використовувати тільки для рівних, перпендикулярних поверхонь, а не, наприклад, для вигнутих носових і кормових секцій або плоских днищ.

**Стимул до впровадження**

Охорона праці.

**Приклади заводів**

Завод №074 у [ 155, TWG 2016 ], Blohm + Voss GmbH, Гамбург, Німеччина. HDW, Кіль, Німеччина.

#### Довідкова література

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 155, TWG 2016 ]

### 4.4.7 Альтернативи фарбам проти обростання на основі біоцидів

Інформацію про вплив на довкілля від використання покриттів від обростання на основі біоцидів див. у Розділі 4.2.3. Зверніть увагу, що технології, надані в подальших підрозділах, які є альтернативою використанню покриттів проти обростання на основі біоцидів, переважно пов'язані з екологічними характеристиками корабля, а не заводу (корабельні).

#### 4.4.7.1 Антиадгезійні покриття проти обростання на основі силіконів

##### Опис

Силіконові покриття мають низький поверхневий натяг (неадгезійні), у результаті організми обростання не можуть міцно прикріпитися до поверхні покриття. Обростання може прикріпитися до поверхні під час періоду холостого ходу, але потоки, що створюються над поверхнею фарби під час плавання зі швидкістю, що перевищує певну мінімальну швидкість, очищать поверхню. Силіконові фарби наносяться шляхом безповітряного розпилення.

##### Досягнуті екологічні ефекти

Антиадгезійні покриття проти обростання не містять біоцидів. Вони забезпечують дуже гладкі поверхні, що призводить до потенційного зниження опору тертю. Це може знизити споживання палива або збільшити швидкість у порівнянні з випадками, коли використовуються самополірувальні фарби, що містять біоциди.

Антиадгезійні покриття проти обростання не руйнуються й не поліруються в процесі експлуатації, тому фарба залишається неушкодженою протягом усього строку експлуатації.

##### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Під час нанесення силіконових покриттів необхідно уникати надмірного розпилення на поверхні, що підлягають покриттю іншими типами фарб, через проблеми з подальшим зчепленням. Нанесення та ремонт силіконових фарб необхідно здійснювати строго за встановленим порядком.

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Організми обростання зможуть осісти на силіконових фарбах під час періоду холостого ходу. Для того, щоб антиадгезійний ефект працював під час плавання, необхідно досягати певної швидкості. Сьогодні технологія може застосовуватися на кораблях із короткими періодами холостого ходу та мінімальною швидкістю 15–17 вузлів. Силіконові фарби не придатні для суден, які піддаються великим механічним пошкодженням. Тому антиадгезійні покриття проти обростання досі вважаються нішевим продуктом для спеціальних типів суден.

##### Економічні аспекти

Вартість силіконових фарб значно вища в порівнянні з фарбами проти обростання, що містять біоциди.

##### Приклади заводів

Застосовується у всьому світі.

#### Довідкова література

[ 78, TWG 2005 ]

#### 4.4.7.2 Тверде гладке покриття з частим механічним очищенням

##### Опис

Покриття проти обростання можна замінити використанням твердих, стійких матеріалів покриття, що знижують адгезію обростання, а також видаленням обростання щіткою й відскоблюванням через короткі проміжки часу.

Видалення обростання щіткою і відскоблювання через короткі проміжки часу, а також використання твердих, стійких матеріалів покриття є альтернативою покриттям проти обростання. Існує безліч пристроїв з обертовими щітками, які можуть видаляти обростання за короткі періоди простою.

##### Досягнуті екологічні переваги

Цей метод проти обростання не містить важких металів або біоцидів.

##### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Недоліками процедури є короткі інтервали очищення та можливе пошкодження антикорозійної фарбової системи.

##### Вплив на різні компоненти довкілля

Ця технологія може спричинити ризик занесення нових видів зі світового океану в місцеве морське середовище.

Підводне очищення щіткою створює неконтрольований ризик забруднення води під час таких підводних робіт.

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Цей процес придатний для кораблів, що працюють у солонуватій або прісній воді за нижчих температур.

##### Довідкова література

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 33, Watermann et al. 2003 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)

#### 4.4.7.3 Електрохімічні процеси

##### Опис

Покриття проти обростання можуть бути замінені шляхом застосування потенціалу до поверхні судна. Це спричиняє електроліз. Обростання стримується токсичними сполуками хлору, що утворюються на поверхні (у солоній воді), та/або значення рН на поверхні змінюється, що перешкоджає осадженню обростання. Ця технологія зменшує корозію.

##### Досягнуті екологічні переваги

Ця система проти обростання не містить біоцидів.

##### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Кількість міді, що виділяється, можна порівняти з кількостями від матеріалів проти обростання на основі міді. Цей метод довів стою високу ефективним проти обростання.

##### Вплив на різні компоненти довкілля

Електроди можуть бути виготовлені з міді, що призводить до викидів іонів міді, токсичних для організмів обростання. Утворюються токсичні сполуки хлору.

##### Довідкова література

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 33, Watermann et al. 2003 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)

#### 4.4.8 Очищення відхідних газів

##### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.10.

Викиди від діяльності з фарбування та дробоструминної обробки можна ефективно скоротити, використовуючи закриті майстерні (див. Розділи 4.4.2.2 та 17.10.2.1). Вони можуть бути оснащені технологіями очищення відхідних газів, як описано в Розділі 17.10.

Наприклад, відхідні гази, що містять ЛОС, можна адсорбувати за допомогою активованого вугілля (див. Розділ 17.10.6.2). У якості альтернативи органічні розчинники можна обробляти в термічному окиснику (див. Розділ 17.10.5). Коли дозволяють концентрації ЛОС, розчинник можна регенерувати шляхом абсорбції, або термічний окисник, що використовується, може бути регенеративним і регенерувати тепло від процесу окислення.

Пил та частки надлишку розпилення можна обробляти за допомогою технологій, описаних у Розділі 17.10.4.

##### Досягнуті екологічні переваги

До переваг належить значне зниження викидів ЛОС та/або пилу.

На зразковому заводі використовується установка очищення відхідних газів потужністю 300 000 м<sup>3</sup>/год. Викиди ЛОС зменшуються на 75%, і досягається середня концентрація в очищеному газі 23 мг/м<sup>3</sup> (дані за 2005 р.)

Ефективні системи вентиляції та зниження викидів пилу дають змогу здійснювати п'ятикратну зміну повітря щогодини, а в очищеному повітрі можна досягти концентрації пилу менше ніж 5 мг/м<sup>3</sup>.

##### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Рівні вмісту пилу, можливо, доведеться знизити перед зменшенням викидів ЛОС.

##### Вплив на різні компоненти довкілля

Споживання енергії на виділення та очищення відхідних газів.

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується для модернізації корабельних.

##### Економічні аспекти

Передбачені високі витрати. Інвестиційні витрати на зразковий завод склали близько 21 мільйона євро. Річні експлуатаційні витрати становлять близько 1 мільйона євро, що трохи нижче ніж експлуатаційні витрати для звичайного процесу. Вони також передбачають системи фільтрів для дробоструминної обробки (дані за 2005 р.).

##### Приклади заводів

HDW, Кіль, Німеччина.

##### Довідкова література

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)

#### 4.4.9 Управління відходами та стічними водами

##### 4.4.9.1 Розділення потоків відходів та стічних вод

##### Опис

Доки та стапелі будуються з такими системами:

- система ефективного збирання та переробки сухих відходів та їхнього зберігання окремо від вологих відходів;

- система відділення відпрацьованих вод від зливових та стічних вод.

Див. також Розділ 17.12.1.

#### Досягнуті екологічні переваги

- Зменшення забруднення води.
- Полегшує переробку відходів, їхнє зберігання та подальше управління.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Оскільки це пов'язано з будівельними роботами, застосовується тільки до нових доків і стапелів або капітально модернізованих наявних.

#### Приклади заводів

Широко застосовується.

#### Довідкова література

[ 151, CESA 2011 ]

### 4.4.9.2 Очищення відпрацьованих вод

#### Опис

Використання відповідних систем очищення відпрацьованих вод (ОВВ), здатних ефективно видаляти з відпрацьованих вод різні забруднювальні речовини, наприклад, олива, мастило, залишки фарби, що потенційно містять важкі метали та біоциди. Див. також Розділ 17.11.

#### Технічний опис

Відпрацьовані води можна очищати перед скиданням або в джерелі (наприклад, під час гідросумішевої струминної обробки), або їх можна збирати та направляти на установки з очищення відпрацьованих вод, розташовані на об'єкті або за його межами. Необхідне очищення залежатиме від присутніх речовин та точки скидання (у поверхневі води, такі як гавань, або муніципальну побутову каналізацію). У Розділі 17.11 описано декілька технологій очищення відпрацьованих вод та наведено інші джерела інформації.

#### Досягнуті екологічні переваги

Зниження рівня забруднення води, особливо в закритих гаванях або областях естуарію.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Нижче наведено приклади очищення відпрацьованих вод:

(i) Під час використання технологій дробоструминної обробки з водою відпрацьовані води можна збирати в доці, поміщати в резервуари та подавати на установки для очищення відпрацьованих вод (див. Розділ 4.3.2.2).

(ii) На одній установці очищення відпрацьованих вод здійснюється в кілька етапів, що складаються з осадження та флокуляції (наприклад, з використанням хлориду заліза (III)), за якими відбувається розділення та фільтрування. Щоб зменшити об'єм і вагу відходів, що утворюються, відокремлений осад перед утилізацією піддається пресуванню. Очищені відпрацьовані води використовуються повторно або, у разі надлишку води, скидаються як відпрацьовані води. За допомогою цієї системи рівні викидів речовин, що фільтруються, після очищення можуть досягати 10 мг/л.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Будь-яка енергія та хімічні речовини, що використовуються для очищення.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

### Економічні аспекти

Витрати залежать від розміру установки. Ціна залежить від розміру установки. У прикладі (ii), наведеному вище, вартість повної установки в Німеччині, включно з монтажем, становила приблизно 100 000 євро (у 2000 році).

Витрати на установки для очищення води на судноремонтних корабельнях, які працюють із суднами середнього розміру (валовою місткістю > 15 000), оцінюються більше ніж у 2 мільйони євро.

### Стимул до впровадження

Дотримання законодавства про забруднення води, портів та гаваней.

### Приклади заводів

Flender-Werfft, Любек, Німеччина. Див. також Таблицю 4.2.

### Довідкова література

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 78, TWG 2005 ]

## 4.4.9.3 Управління та мінімізація відходів

### Опис

У межах порядку обслуговування доку (див. Розділ 4.4.1) управління відходами здійснюється шляхом:

- мінімізації; відновлення, повторного використання та переробки (особливо дробу для сухої струминної обробки);
- безпечного зберігання відходів у спеціально відведених маркованих контейнерах у закритих зонах.

### Технічний опис

Див. також Розділ 17.12.

Збираються такі види залишків, і їхня утилізація здійснюється відповідно до чинного законодавства та порядку. Це особливо важливо перед заповненням сухого доку:

- залишки фарби, що була видалена;
- залишки фарби та використані приймачі для фарби;
- надлишки розпилення покриття;
- використані та забруднені матеріали дробоструминної обробки;
- очисні матеріали;
- бруд, залишки оливи та інші матеріали, які були відскоблені або видалені.

Деякі матеріали, такі як використаний дріб для сухої струминної обробки та браковані матеріали, можуть збиратися окремо для полегшення їхньої переробки та повторного використання.

Переробка відходів сухої струминної обробки (мідний шлак) можлива тільки для інших видів діяльності (наприклад, у будівництві або у якості заповнювача).

### Досягнуті екологічні переваги

Запобігання забрудненню водного середовища.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Див. Порядок обслуговування сухого доку, Розділ 4.4.1.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Немає.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна. Дріб для сухої струминної обробки (мідний шлак) на корабельнях технічного обслуговування та ремонту має бути кутастим для забезпечення підготовки поверхні до нанесення покриття. Тому відновлений дріб може не підходити для цієї мети [РТ коментар №43 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

**Економічні аспекти**

- Зниження витрат шляхом повторного використання матеріалів (особливо відповідних видів дробу для сухої струминної обробки).
- Окупність витрат від переробки бракованих матеріалів.

**Стимул до впровадження**

Дотримання норм щодо запобігання забрудненню води, управління відходами з порту та гавані.

**Приклади заводів**

Має широке застосування.

**Довідкова література**

[\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 121, Portugal 2006 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)





## 5 НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА ПОВІТРЯНІ СУДНА

### 5.1 Загальна інформація про нанесення покриття на повітряні судна

[\[ 176, ASD 2017 \]](#) [\[ 258, ASD 2019 \]](#)

У цьому розділі описується фарбування цивільних повітряних суден. Через різні процеси цей розділ поділено на будівництво та технічне обслуговування.

У технічному обслуговуванні лакофарбове покриття ремонтується або наноситься повністю нове, а все фарбування виконується вручну. Вибір системи покриття залежить від параметрів, встановлених за замовчуванням виробником, міжнародних правил та вимог замовника.

Згідно зі статистикою торгово-промислової палати, загальний оборот авіаційної індустрії у 2016 році становив 162 мільярди євро, з яких 72% припадає на цивільну сферу та 28% — на військову. До авіаційної індустрії належать усі сертифіковані літальні об'єкти, пілотовані та безпілотні, протягом усього періоду експлуатації, у тому числі технічного обслуговування, ремонту й експлуатації, а також наземні системи управління польотом повітряних суден. У 2016 р. загальна зайнятість у секторі становила 543 000 робітників, з яких 66% належать до цивільної сфери [\[ 258, ASD 2019 \]](#).

## 5.2 Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на повітряні судна

[ 176, ASD 2017 ]

### 5.2.1 Будівництво

Повітряні судна необхідно захищати від корозії протягом усього терміну експлуатації, що становить близько 25 років, тому можна використовувати лише спеціальні фарбові системи, як і в технічному обслуговуванні повітряних суден, водночас беручи до уваги вимоги замовника.

#### 5.2.1.1 Фарбування компонентів та деталей – покриття у будівництві

Компоненти переважно фарбуються частинами перед збиранням. Ці деталі покриваються ґрунтовкою (що містить хромати у випадку металевих деталей і не містить хроматів у випадку композитних деталей) і потім можуть бути пофарбовані фінішним верхнім покриттям або лаком. Протравна ґрунтовка застосовується лише у виняткових випадках, наприклад, для підфарбовування та ремонту. Якщо виробничі процеси забезпечують достатній обсяг оброблюваної поверхні, розпилення іноді автоматизують для прискореного сушіння компонентів або в потоковому процесі, або з використанням комбінованого фарбування та сушіння (наприклад, за допомогою конвективних сушарок та інфрачервоних сушарок). Деталі, що поставляються сторонніми виробниками, зазвичай поставляються покритими базовою ґрунтовкою і, за необхідності, верхнім покриттям (у випадку алюмінієвих деталей базова ґрунтовка містить хромати, але для композитних компонентів використовується ґрунтовка без хроматів).

Хромати вже понад 50 років використовуються як інгібітор корозії для захисту металевих поверхонь, відповідаючи високим технічним вимогам, вимогам безпеки та льотної придатності аерокосмічної та оборонної промисловості. Використання хроматів надає можливість забезпечити захист від корозії протягом тривалого часу, що забезпечує високий рівень надійності захисту від корозії виробів із тривалим строком експлуатації навіть в екстремальних умовах.

У деяких дуже специфічних випадках, наприклад, застосування в будівництві на деяких матеріалах (композитні, титанові) можна використовувати неінгібовану ґрунтовку.

Проте, попри інтенсивну дослідницьку роботу, проведену протягом останніх десятиліть у цьому секторі, безхроматні альтернативи для деяких конкретних процесів в аерокосмічній та оборонній промисловості, які б відповідали необхідному рівню продуктивності, надійності та безпеки, наразі недоступні. Процес в аерокосмічній та оборонній промисловості з погляду визначення та сертифікації альтернатив був відображений у звіті EASA/ECHA<sup>25</sup>, який був складений спільно з представниками галузі промисловості.

У рамках Регламенту REACH [47, EU 2006], заявки на отримання авторизація на подальше використання деяких хроматів у таких галузях застосування, як фарби, ґрунтовки, обробка поверхні та твердий хром, для яких не буде доступних відповідних альтернатив для реалізації до відповідної дати заборони (2017 та 2019 роки), були передані Європейському хімічному агентству. Ці колективні заявки були підготовлені в рамках промислових консорціумів з основними учасниками аерокосмічної та оборонної промисловості та хімічної промисловості.

<sup>25</sup> Розробка основних аспектів процесу авторизації в контексті авіаційної галузі промисловості, Європейське агентство авіаційної безпеки — Європейське хімічне агентство (EASA–ECHA (European Union Aviation Safety Agency–European Chemicals Agency)), квітень 2014 р. Ідентифікатор цифрового об'єкта: 10.2823/9437.

### 5.2.1.2 Фарбування зовнішніх поверхонь

На зовнішні поверхні готового повітряного судна покриття наноситься вручну. Оскільки остаточне лакове покриття наноситься після остаточного збирання повітряного, можна використовувати тільки ті покриття, які твердіють за температури навколишнього середовища. Наразі використовуються переважно фарби з високим вмістом твердих часток (з вмістом розчинника від 30% до 40%), що є стандартною фарбою в авіаційній промисловості. Проте, звичайні фарби на основі розчинника (з вмістом розчинника близько 55–65%) досі можуть використовуватися компаніями, що виробляють малі та/або військові повітряні судна.

Як і в технічному обслуговуванні, нанесення покриття на нові транспортні засоби здійснюється в закритих майстернях. Нанесені покриття твердіють за температури навколишнього середовища. Часто корпус спочатку покривають та повністю сушать. Потім корпус покривається маскувальними матеріалами, після чого фарбуються крила і хвостове оперення.

#### 5.2.1.2.1 Традиційна схема фарбування

[ 176, ASD 2017 ]

Процес фарбування підрозділяється на нанесення протравної ґрунтовки, нанесення ґрунтовки та нанесення верхнього шару покриття.

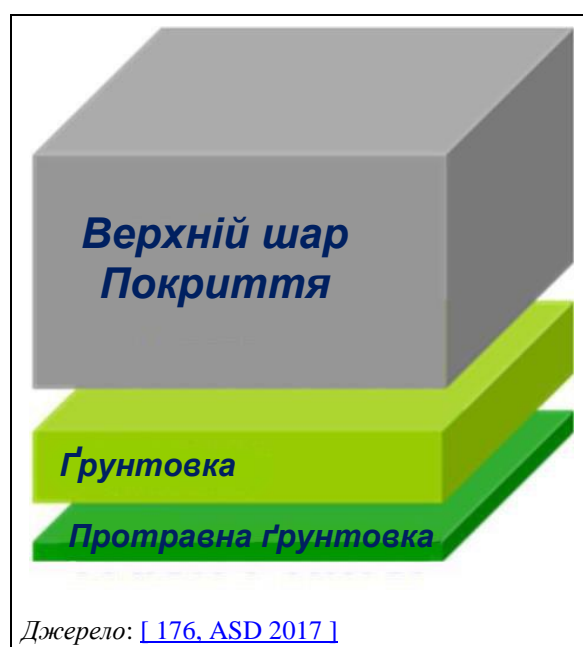


Рисунок 5.1: Традиційна схема фарбування

Звичайні фарби на основі розчинника мають такий вміст розчинника за вагою:

- суміш для захисту від корозії: вміст розчинника 45–50%;
- протравна ґрунтовка для будівництва: 70–90% розчинника з вмістом хромату, на основі полівінілбутирату, епоксидної або поліуретанової смоли;
- базова ґрунтовка для будівництва: 50–73% розчинника з вмістом 5–25% хромату, на основі епоксидної або поліуретанової смоли;
- базова ґрунтовка для будівництва (неінгібована): 71% розчинника, без вмісту хроматів (вищий вміст розчинника ЛОС потрібний для розчинів, що не містять хромати);
- верхній шар покриття для будівництва: 55–65% розчинника;
- лак/захист кріплення: 45–60% розчинника;
- зовнішнє проміжне покриття: 70–80% розчинника.

Вибір лакувальної системи залежить від параметрів, встановлених за замовчуванням виробником, міжнародних правил та вимог замовника. Очищення відхідних газів, що містять розчинник, не є загальноживаною практикою.

Фарби на основі розчинників можна використовувати на всіх етапах фарбування (протравна ґрунтовка, ґрунтовка, верхнє покриття, прозоре покриття та ремонт), а також можуть використовуватися на металі та пластмасі. Оскільки гарантія виробника на захист від корозії становить 25 років, можна використовувати лише спеціальні фарбувальні системи. Коли існують альтернативи з низьким вмістом ЛОС (з відповідними властивостями та придатними для відповідного застосування), перевага надається їм.

### **Попередня обробка**

Перед нанесенням покриття зовнішні поверхні забруднення, наприклад, гас, оливи та мастило видаляються. Корпус, крила і хвостове оперення очищаються за допомогою очищувальних засобів. Поверхні шліфують, потім знову очищають.

### **Нанесення протравної ґрунтовки**

Після попередньої обробки протравна ґрунтовка наноситься вручну за допомогою технологій електростатичного розпилення. Протравна ґрунтовка є матеріалом, що містить розчинники та хромати, на основі поліуретанових або епоксидних смол або полівінілбутирату (ПВБ). Вміст розчинника становить близько 70–90%. Для підвищення рівня захисту від корозії необхідний хромат стронцію або цинку. Товщина шару варіюється від 8 мкм до 10 мкм. Після нанесення відбувається випаровування розчинників за температури навколишнього середовища.

### **Нанесення ґрунтовки**

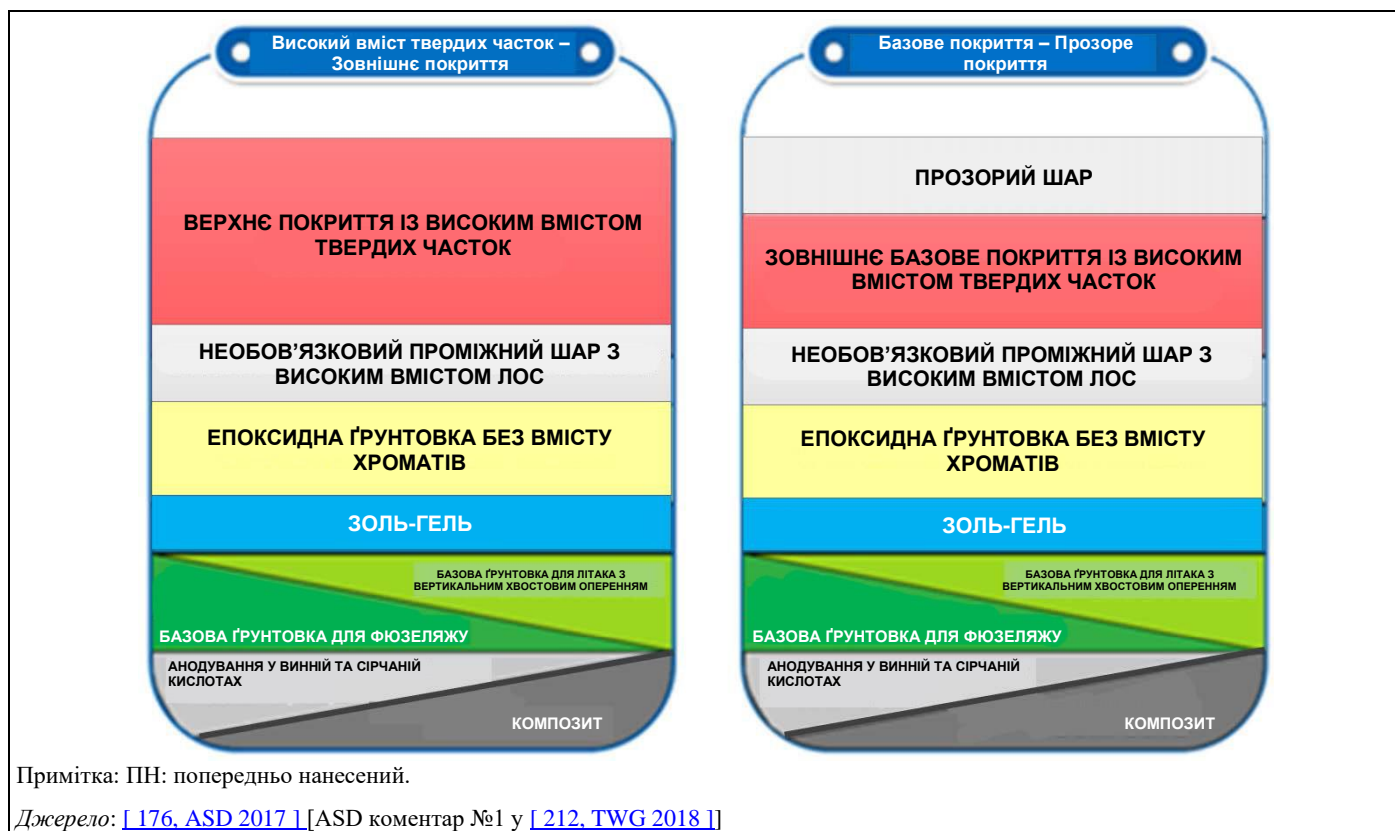
Після протравної ґрунтовки наноситься ґрунтовка, що містить розчинник, на основі епоксидної смоли або поліуретану. Це здійснюється вручну за допомогою електростатичного розпилення. Вміст розчинника в цих матеріалах варіюється від 50% до 65%. Вміст хромату стронцію або цинку становить 10–20%. Товщина нанесеного шару становить у середньому 15–25 мкм. Матеріал твердіє за температури навколишнього середовища.

### **Нанесення верхнього шару покриття**

Верхнє покриття може бути різним залежно від запитів клієнтів. Використовуються виключно двокомпонентні фарби на основі розчинника із вмістом розчинника 55–65%. Верхнє покриття наноситься в кілька шарів (від двох до чотирьох залежно від кольору) шляхом електростатичного розпилення. Залежно від кольору, що наноситься, товщина шару становить 60–100 мкм. Після нанесення першого шару необхідно дотримуватися часу очікування з технічних причин, перш ніж можна буде нанести наступний шар протягом обмеженого інтервалу часу нанесення наступного шару покриття. Це повторюється, поки не буде досягнуто необхідної кількості шарів. Потім шари верхнього покриття висушують. Після цього оздоблювальні кольори наносяться за допомогою розпилення кількох верхніх шарів для кожного кольору, або за допомогою оздоблювальних клейких плівок. За запитом замовника поверх верхнього покриття може бути нанесений верхній шар.

#### **5.2.1.2.2 Схема фарбування з високим вмістом твердих часток**

Наявна стандартна система фарбування зовнішніх поверхонь складається з епоксидної ґрунтовки, що не містить хрому, з високим вмістом твердих часток і верхнього поліуретанового покриття з високим вмістом твердих часток, що наноситься поверх базового захисного покриття деталей (див. Розділ 5.4.1.1). Замість верхнього покриття все частіше використовуються комбінації базового шару покриття з високим вмістом твердих часток та прозорого шару покриття. Протравна ґрунтовка більше не використовується. Замовник може вибрати варіант, що полягає в нанесенні проміжного шару на основі розчинника між епоксидною ґрунтовкою з високим вмістом твердих часток, що не містить хрому, і верхнім шаром (або базовим шаром), щоб полегшити зняття фарбової системи для подальшого перефарбування під час технічного обслуговування.



**Рисунок 5.2:** Схема фарбування з високим вмістом твердих часток

### 5.2.1.3 Тимчасовий захист від корозії

Так званий «тимчасовий захист від корозії» досягається шляхом нанесення водовідштовхувальних шарів у внутрішній частині повітряного судна. Матеріал залишається в літаку назавжди. Основними зонами є, наприклад, двері, вихід, ніші для коліс та зони зберігання, а також будь-які місця, де може виникнути високий ризик корозії або утворення конденсату. Тимчасовий захист від корозії в не застосовується паливних резервуарах. Матеріали для тимчасового захисту від корозії є воскоподібними речовинами на основі розчинників. Нанесення виконується за допомогою пензля або шляхом розпилення. Вміст розчинника в продуктах становить близько 40–60%.

## 5.2.2 Технічне обслуговування

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ]

Нанесення фарби здійснюється в закритих майстернях, де можна регулювати температуру та вологість повітря. Для осадження надлишку розпилення з потоків витяжного повітря встановлюються мокрі пиловловлювачі. Нанесені фарби висихають за температури навколишнього середовища.

### 5.2.2.1 Видалення фарби

У контексті технічного обслуговування перший шар та верхні шари видаляються кожні 6–8 років. Якщо відбувається зміна авіакомпанії, видалення фарби виконується раніше. Найчастіше це стосується лізингових компаній. Видалення фарби (і нанесення нової фарби) виконується з оптичних міркувань і для перевірки конструкції на знос і корозію. Видалення фарби зазвичай здійснюється хімічним шляхом. Дробоструминна обробка з водою, якій віддавали перевагу з екологічних причин, більше не застосовується через надмірний механічний вплив. Повітряний засіб очищається лужним очищувальним засобом на водній основі. Після сушіння вікон, ходова частина та деталі, що складаються з фіброармованої пластмаси, композитних матеріалів, маскуються.

Наступний процес видалення фарби здійснюється за допомогою кислотного очищення або механічного шліфування. Для кислотного очищення застосовується бензиловий спирт мурашиної кислоти на водній основі за допомогою технологій безповітряного розпилення. Герметики у швах видаляються вручну. Для композитних матеріалів та частково для металевих поверхонь попередня обробка здійснюється шляхом шліфування.

### 5.2.2.2 Очищення

Розм'якшені шари фарби видаляються водою. Далі відбувається водно-лужна нейтралізація та очищення. Перед нанесенням фарби поверхні очищають вручну органічними розчинниками й очищувальними серветками. Зазвичай у якості розчинника використовується суміш бутилацетату та бутилового спирту.

### 5.2.2.3 Попередня обробка

Перед нанесенням ґрунтовки на металеві поверхні наноситься протравна ґрунтовка на основі розчинника. Цей матеріал містить 76% органічних розчинників та близько 14% хромату цинку (у вмісті сухої речовини). Матеріал наноситься шляхом електростатичного розпилення. На композитні матеріали протравна ґрунтовка не наноситься.

### 5.2.2.4 Ґрунтовка

Функції ґрунтовки виконують два різні матеріали:

- ґрунтовка на основі поліуретану або епоксидної смоли із вмістом розчинника 70% без вмісту хромату; а також
- ґрунтовка з хроматом стронцію (близько 20% вмісту твердих часток) та близько 67% органічних розчинників.

Ґрунтовки з вмістом хромату застосовуються для підвищеного захисту від корозії для кліматичних умов з високою вологістю та високою солоністю атмосфери або на запит замовника. Нанесення здійснюється вручну за допомогою електростатичного розпилення.

### 5.2.2.5 Верхнє покриття

У якості верхнього покриття використовуються звичайні двокомпонентні фарби з вмістом розчинника близько 61% і трикомпонентні фарби з високим вмістом твердих часток з вмістом розчинника близько 43%. Обидві фарби не містять хромату та свинцю. Нанесення здійснюється вручну шляхом електростатичного розпилення.

### 5.2.2.6 Прозорий шар

Звичайні верхні покриття зазвичай покривають прозорим шаром покриття. Якщо наносяться верхні покриття з високим вмістом твердих часток, додатковий шар прозорого покриття не потрібний. Він використовується лише на запит замовника. Він використовується лише на запит замовника. Використовується той самий метод нанесення, що і для верхніх шарів покриттів.

## 5.3 Поточні рівні споживання та викидів від нанесення покриття на повітряні судна

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

### 5.3.1 Будівництво

#### 5.3.1.1 Споживання матеріалу

Споживання матеріалу, необхідного для покриття повітряного судна, обов'язково залежить від загальної поверхні, що підлягає нанесенню покриття, але й також від конкретних запитів клієнтів. Крім зовнішньої поверхні також необхідно враховувати поверхню деталей із покриттям. Середня тривалість циклу для вузькофюзеляжного повітряного судна становить приблизно від 5 до 6 днів і від 7 до 18 днів – для великого або дуже великого повітряного судна залежно від складності ліvreї. Значна частина часу йде на маскування та оздоблювальне покриття. Важлива частка загальної кількості витраченої фарби припадає на нанесення покриття на деталі. У Таблиці 5.1 показана загальна середня інформація щодо повітряних суден A320 (вузькофюзеляжне повітряне судно) та A330 (велике повітряне судно).

**Таблиця 5.1: Загальна інформація про нанесення покриття на Airbus A320 (вузькофюзеляжне повітряне судно) та на Airbus A330 (велике повітряне судно)**

| Категорія                           | Вузькофюзеляжне повітряне судно – A320 | Велике повітряне судно – A330 |
|-------------------------------------|--|-------------------------------|
| Площа фарбування                    | > 760 м <sup>2</sup>                   | > 2 200 м <sup>2</sup>        |
| Кількість фарби                     | ~ 600 л                                | ~ 1 500 л                     |
| Остаточна маса на повітряному судні | ~ 120 кг                               | Від 330 кг до 400 кг          |
| Середня кількість покриттів         | 5 (> 4 000 м <sup>2</sup> )            | 5 (> 10 000 м <sup>2</sup> )  |
| Середня тривалість циклу            | 5–6 днів                               | Від 7 до 18 днів              |

*Джерело:* [ASD коментар №4 у [ 212, TWG 2018 ]]

Для нанесення покриття на зовнішні поверхні Airbus A320 загальна площа зовнішньої поверхні готового повітряного судна становить понад 760 м<sup>2</sup>, а для Airbus A330 – 2 200 м<sup>2</sup>. Нанесений сухий матеріал має загальну вагу 330–400 кг для Airbus A330 [ASD коментар №5 у [ 212, TWG 2018 ]].

Відсотковий розподіл використання розчинника за процесами для однієї установки (виробництво компонентів) наданий на Рисунок 5.3. Варто зазначити, що діяльність з очищення складає близько 75% від загального використання розчинників (на очищення продукту припадає ~ 40%, а на очищення обладнання – ~ 35%) [Завод №078 у [ 155, TWG 2016 ]]. Для всього сектора діяльність з очищення є менш значущою і становить приблизно від 50% до 60% від загального використання розчинників [ASD коментар №7 у [ 212, TWG 2018 ]].



**Рисунок 5.3: Відсотковий розподіл використання розчинника за процесами для однієї установки (виробництво компонентів)**

### 5.3.1.2 Споживання води

Дані про споживання води були повідомлені з двох установок: перша з загальним споживанням близько 6 600 м<sup>3</sup>/рік, водночас основним сектором споживання були мокрі скрубери для зниження викидів ЛОС [155, TWG 2016]. Друге зареєстроване значення становило 18 000 м<sup>3</sup>/рік, водночас найбільший сектор споживання пов'язаний із процесами осмосу та зволоження. Діяльність із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників складає приблизно від 3% до 6: від загального споживання води на об'єктах [ASD коментар №9 у [212, TWG 2018]].

### 5.3.1.3 Споживання енергії

Більша частина споживання енергії пов'язані з вимогами щодо витяжки/циркуляції повітря під час діяльності з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників.

Зазвичай загальне споживання енергії складає близько десятків тисяч МВт-год, та здійснюється облік енергії.

Основними визначеними технологіями зниження споживання енергії та підвищення енергоефективності є:

- теплообмін із витяжним повітрям у системах вентиляції всіх ангарів із розрахунковою економією енергії близько 20–30%;
- рециркуляція повітря камери в процесі підготовки, випаровування та затвердіння;
- оптимізація температури та вологості технологічного повітря з розрахунковою економією енергії близько 15% (споживання газу);
- оптимізація споживання енергії для циркуляції теплого повітря для затвердіння, наприклад, за допомогою повітряного турбулізатора.



### 5.3.2 Викиди від процесів будівництва

[ 155, TWG 2016 ]

З огляду на діяльність найбільшого виробника в Європі, загальні викиди ЛОС становили близько 1 000 т/рік із виробничою потужністю близько 700 повітряних суден у 2016 році. Викиди ЛОС переважно були пов'язані з діяльністю з очищення (продуктів та обладнання) та фарбування [ASD коментар №11 у [ 212, TWG 2018 ]].

Фарбування деталей зазвичай виконується на різних майданчиках, а не тільки на заводах, призначених для остаточного збирання та остаточного фарбування всього повітряного судна.

Отже, технологія зниження викидів ЛОС полягає в зменшенні кількості ЛОС під час виконання діяльності з очищення за допомогою використання попередньо просочених серветок або в покриттях, що використовуються, наприклад, шляхом використання покриттів із високим вмістом твердих часток та/або двокомпонентних покриттів, як описано в Главах 5.2 і 5.4.

#### 5.3.2.1 Загальні викиди ЛОС

У середньому загальні викиди ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси складають близько 0,55–0,6 кг для покриття зовнішніх поверхонь зібраних повітряних суден, як показано на Рисунку 5.4. Для об'єктів, де частка активності покриття компонентів вище, загальні викиди ЛОС, виражені у відсотках від вхідного потоку розчинника, вищі.

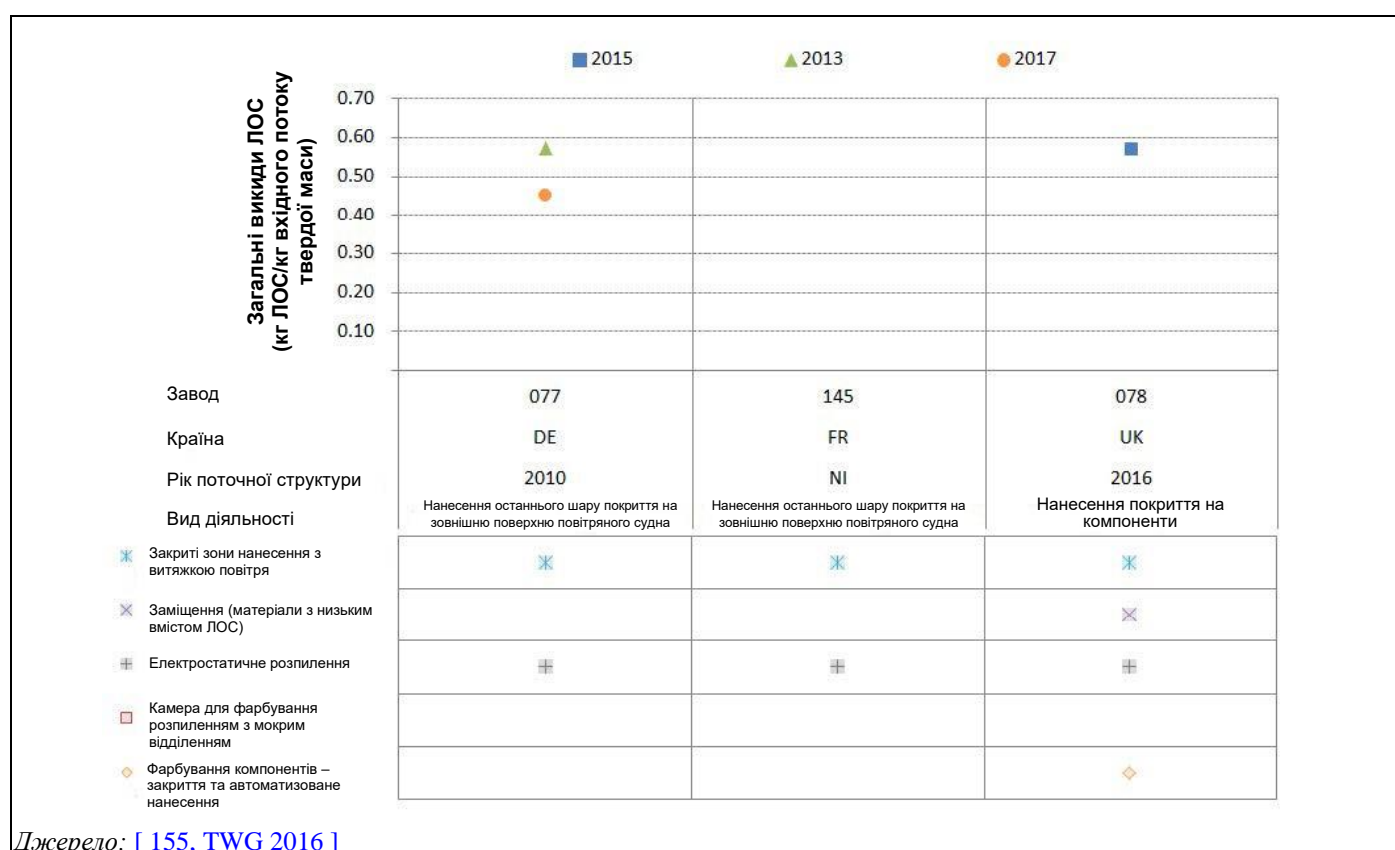
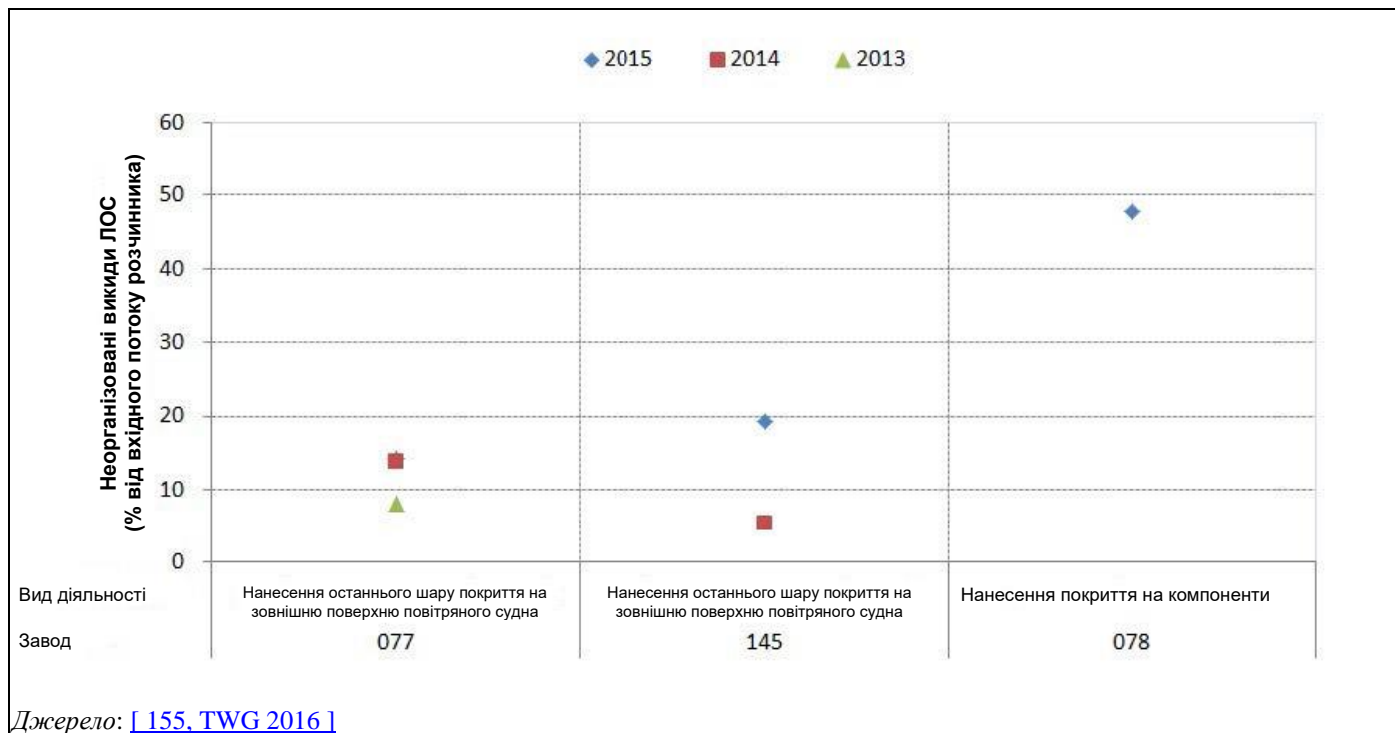


Рисунок 5.4: Загальні викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси

### 5.3.2.2 Неорганізовані викиди ЛОС

Повідомлені дані про баланси маси розчинників на трьох установках демонструють, що неорганізовані викиди варіюються від менше ніж 10% до 50% від вхідного потоку розчинника (див. Рисунок 5.5) Для об'єктів, де частка активності покриття компонентів вище, відсоток неорганізованих викидів може бути вищим, як продемонстровано на Рисунку 5.5.

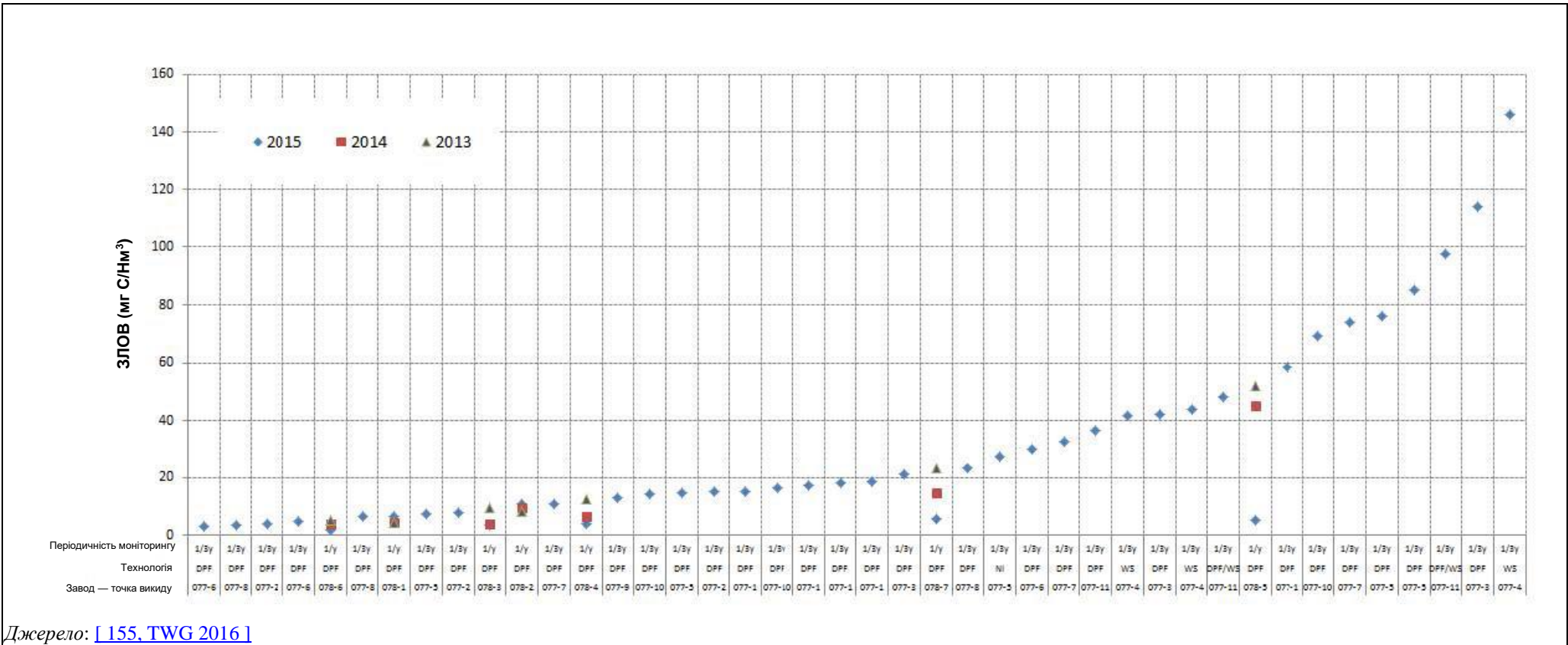


Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 5.5: Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідного потоку розчинника за період 2013–2015 рр.

### 5.3.2.3 Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах

Повідомлені значення періодичного моніторингу викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах надані на Рисунку 5.6



Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 5.6: Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) – Середні значення за період 2013–2015 рр.

Хоча застосовувані методи усунення забруднення довкілля переважно зосереджені на зниженні викидів пилу, значення концентрації ЛОС, що повідомляються, як правило, низькі. Варто зазначити, що повідомлені швидкості потоку відпрацьованих газів варіюються від 20 000 Нм<sup>3</sup>/год до 180 000 Нм<sup>3</sup>/год [155, TWG 2016]. Проте, репрезентативний діапазон швидкості потоку для діяльності в авіаційному секторі становить від 20 000 Нм<sup>3</sup>/год до 350 000 Нм<sup>3</sup>/год, хоча деякі фарбувальні цехи мають швидкість потоку до 550 000 м<sup>3</sup>/год [ASD коментар №14 у [212, TWG 2018]].

#### 5.3.2.4 Викиди пилу у відпрацьованих газах

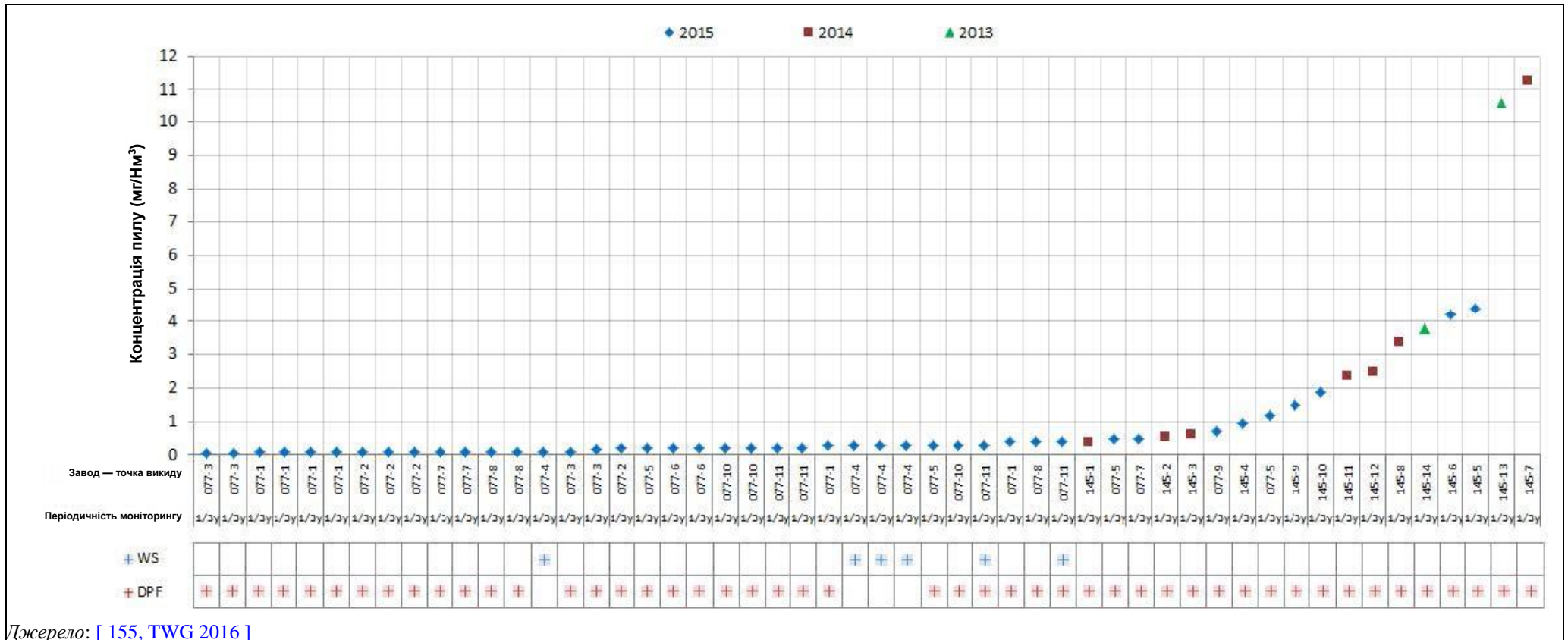
Дані про загальні викиди пилу з референтних установок надані на Рисунок 5.7. Загалом досягнуті значення концентрації викидів пилу становлять менше ніж 3 мг/Нм<sup>3</sup>. Повідомлені значення пилу, що містить хромат, нижче 0,002 мг/Нм<sup>3</sup>.

Основні статистичні параметри повідомлених значень концентрації пилу за 2015 р. надані в Таблиці 5.2.

Таблиця 5.2: Статистичні параметри для викидів пилу і відпрацьованих газів у 2015 р.

| Кількість точок | Середнє значення<br>(мг/Нм <sup>3</sup> ) | Медіана<br>(мг/Нм <sup>3</sup> ) | 25-й перцентиль<br>(мг/Нм <sup>3</sup> ) | 75-й перцентиль<br>(мг/Нм <sup>3</sup> ) |
|-----------------|---|----------------------------------|--|--|
| 42              | 0,53                                      | 0,20                             | 0,10                                     | 0,40                                     |

Джерело: [155, TWG 2016]



Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

Рисунок 5.7: Викиди пилу у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) – Середні значення за період 2013–2015 рр.

### 5.3.2.5 Викиди у воду

Поряд з осадом фарби утворюються відпрацьовані води в результаті мокрого осадження надлишку розпилення. Очищення відпрацьованих вод аналогічне процесам, що використовуються в серійному фарбуванні легкових автомобілів.

Дані про викиди у воду були подані лише щодо одного заводу (з трьох, які брали участь у зборі даних) і лише з одним значенням для шестивалентного хрому [155, TWG 2016].

### 5.3.2.6 Утворення відходів

У наступній таблиці узагальнено основні види відходів, що утворюються в результаті нанесення покриття на повітряні судна, та їхні характеристики.

Таблиця 5.3: Дані про утворення відходів від нанесення покриття на повітряне судно

| Тип відходів  | Джерело           | Середній вміст розчинника (%) | Маршрут переробки або утилізації |
|---|-------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Залишки розчинника  | Виробничі процеси | 100                           | Передається за межі об'єкта      |
| Осад фарби  | Виробничі процеси | 30–55                         | Передається за межі об'єкта      |
| Відпрацьований розчинник  | Процеси очищення  | 75–100                        | Передається за межі об'єкта      |
| Відходи базового шару покриття                                    | Виробничі процеси | 30–40                         | Передається за межі об'єкта      |
| Відходи отверджувача  | Виробничі процеси | 50                            | Передається за межі об'єкта      |
| Фільтри для фарби   | Виробничі процеси | 0                             | Передається за межі об'єкта      |
| Порожні контейнери для фарби                                      | Виробничі процеси | ІВ                            | Передається за межі об'єкта      |
| Примітка:<br>ІВ: Інформація відсутня.<br>Джерело: [155, TWG 2016] |                   |                               |                                  |

Пропонованими технологіями мінімізації утворюваних відходів є:

- використання багаторазових контейнерів для зменшення кількості металобрухту;
- відновлення використаного розчинника від очищення фарборозпилювача, яке в одному випадку здійснюється зовнішнім підрядником;
- відновлення використаних розчинників шляхом дистилювання (для одного заводу розрахунковий початковий показник відновлення становив 60% об. з тенденцією до зниження з часом);
- зневоднення осаду з установки з очищення відпрацьованих вод із використанням центрифуг та декантерів.

### 5.3.3 Технічне обслуговування

Через різну геометрію повітряних суден значення споживання і викидів наведено для Boeing 747-400 (див. Таблицю 5.4). Для цього типу повітряного судна необхідно пофарбувати близько 2 780 м<sup>2</sup> поверхні. Дані отримані від Lufthansa Technik, Німеччина, за 2001 рік

Таблиця 5.4: Споживання матеріалів для Boeing 747-400 у Lufthansa Technik

| Процес            | Матеріал  | Споживання матеріалу (кг) | Вміст розчинника (%) | Викиди ЛОС (кг на B747) |
|-------------------|---|---------------------------|----------------------|-------------------------|
| Видалення фарби   | Засіб для зняття покриття хімічним способом                       | 3 000                     |                      | Без ЛОС <sup>(1)</sup>  |
| Попередня обробка | Протравна ґрунтовка на основі полівінілбутирату з вмістом хромату | 240                       | 76                   | 182                     |
|                   | Ґрунтовка з вмістом хромату                                       | 450                       | 67                   | 301                     |
|                   | Ґрунтовка без вмісту хромату                                      | 450                       | 71                   | 319                     |
| Очищення          | Бутилацетат, бутиловий спирт                                      | 200                       | 100                  | 200                     |
| Верхнє покриття   | Високий вміст твердих частинок                                    | 1 200                     | 43                   | 516                     |
|                   | На основі розчинника  | 1 300                     | 61                   | 793                     |
| Прозорий шар      | На основі розчинника  | 1 200                     | 65                   | 780                     |

<sup>(1)</sup> Без ЛОС відповідно до визначення ДПВ.  
Джерело: [ 5, DFIU et al. 2002 ]

Залежно від фарбової системи, що використовується, викиди ЛОС становлять 1,2–2,3 т на покритий Boeing 747-400. Якщо використовуються верхні покриття з високим вмістом твердих часток викиди ЛОС становлять приблизно на одну тунну менше в порівнянні із використанням звичайних верхніх покриттів і додаткового прозорого шару покриття. Обладнання для очищення відхідних газів, наприклад, окисники, не встановлюються через великі об'ємні потоки (приблизно 450 000 м<sup>3</sup>/год) і низькі концентрації ЛОС.

На заводі повністю чи частково покривають різні типи повітряних суден; покриття 150 літаків (A300) на рік вважається контрольним значенням для розрахунку рівня викидів ЛОС за один рік. За 2000 р. було розраховано, що було викинуто 67 т ЛОС. Значення викидів 150 кг/год тимчасово перевищується для деяких процесів нанесення покриття через одночасне нанесення фарби кількома працівниками (до 12 малярів).

## 5.4 ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА ПОВІТРЯНІ СУДНА

У Главі 17 описані технології, які також можуть бути застосовні в нанесенні покриття на повітряні судна. У Таблиці 5.5 показані загальні технології, що стосуються нанесення покриття на повітряні судна, що описані в Главі 17. Ці технології не повторюються в цьому розділі, якщо тільки не була надана інформація, що стосується цієї галузі. Опис типу інформації, що розглядається для кожної технології, наведено в Таблиці 17.1.

Таблиця 5.5: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі

| Технологія   | Номер розділу |
|--|---------------|
| Технології екологічного менеджменту                | 17.1          |
| Зберігання та поводження із сировиною              | 17.2          |
| Моніторинг   | 17.3          |
| Використання води та утворення стічних вод         | 17.4          |
| Управління енергоспоживанням та енергоефективність | 17.5          |
| Управління сировиною (у тому числі заміщення)      | 17.6          |
| Процеси та обладнання для нанесення покриття       | 17.7          |
| Технології сушіння та/або затвердіння              | 17.8          |
| Технології очищення                                | 17.9          |
| Видалення та очищення відхідних газів              | 17.10         |
| Технології очищення відпрацьованих вод             | 17.11         |
| Технології управління відходами                    | 17.12         |
| Виділення запахів                                  | 17.13         |

### 5.4.1 Технології на основі матеріалів

#### 5.4.1.1 Фарба з високим вмістом твердих частинок

[\[ 176, ASD 2017 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

##### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.1.

Фарби на основі розчинника з високим вмістом твердих часток мають такий вміст розчинника за вагою:

- ґрунтовка для зовнішньої поверхні: 20–25% розчинника без вмісту хромату, на основі епоксидної смоли;
- ґрунтовка для зовнішньої поверхні: 30–35% розчинника, на основі поліуретанової смоли;
- базовий шар для зовнішньої поверхні: 30–35% розчинника, на основі поліуретанової смоли;
- прозорий шар: 45–50% розчинника, на основі поліуретанової смоли.

Для нанесення покриттів під час будівництва доступні базові ґрунтовки (вміст розчинника 30–40%) та верхні покриття (вміст розчинника 35–45%) у вигляді варіантів із високим вмістом твердих часток.

##### Досягнуті екологічні переваги

Ця технологія використовується для мінімізації викидів ЛОС, де це можливо, у порівнянні зі звичайними фарбовими системами на основі розчинників.

##### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Оптичні властивості поверхні та технічні властивості фарб із високим вмістом твердих часток такі самі або навіть кращі, ніж у звичайних фарб.



**Вплив на різні компоненти довкілля**

Використання матеріалів, які не містять хромати, передбачає більший відсоток вхідного потоку ЛОС. Необхідна модифікація обладнання для фарбування.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується для покриття зовнішніх поверхонь нових повітряних суден в окремих випадках.

**Економічні аспекти**

Витрати на матеріали та витрати на видалення фарби для робіт із технічного обслуговування вищі порівняно витратами у випадку звичайних матеріалів на основі розчинників.

**Стимул до впровадження**

- Заміщення звичайних фарб на основі розчинників у деяких окремих випадках.
- Для тієї ж товщини покриття потрібно менше матеріалу.
- Менша пожежонебезпечність.

**Приклади заводів**

Заводи №077, №078 та №145 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

**Довідкова література**

[\[ 155, TWG 2016 \]](#) | [\[ 176, ASD 2017 \]](#) | [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

**5.4.1.2 Фарби на водній основі**

[\[ 176, ASD 2017 \]](#) | [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

**Опис**

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.2. Фарби на водній основі використовуються в будівництві (не використовуються для нанесення на зовнішні поверхні), наприклад, як базова ґрунтовка (інгібована та неінгібована), верхнього шару покриття та лаку/захисту кріплення.

**Досягнуті екологічні переваги**

Фарби на водній основі мають нижчий вміст ЛОС, ніж інші звичайні фарби.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

- Фарби на водній основі містять 250–350 г/л ЛОС.
- Може бути вдосконалена однорідність кольору.
- Попри незначні модифікації обладнання, як-от фарборозпилювачі, періодичні витрати можуть бути нижчими завдяки зменшенню кількості використовуваної фарби через менше нарощування плівки.

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Фарби, що містять хромат досі використовуються для металевих деталей (але не для деталей із пластмаси, армованої вуглецевим волокном (CFRP)).

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ці фарби можуть використовуватися тільки в деяких галузях будівництва (не використовуються для нанесення на зовнішні поверхні), наприклад, як базова ґрунтовка (інгібована та неінгібована), верхнього шару покриття та лаку/захисту кріплення.

**Економічні аспекти**

Попри незначні модифікації обладнання, як-от фарборозпилювачі, періодичні витрати можуть бути нижчими завдяки зменшенню кількості використовуваної фарби через менше нарощування плівки.

Загалом вартість фарби нижча.

#### **Стимул до впровадження**

- Скорочення ЛОС.
- Покращення якості: товщина шару фарби.
- Покращення з погляду естетики – менші коливання кольору в зібраних конструкціях перед кінцевим фарбуванням, оскільки фарби на водній основі та фарби нового покоління виготовляються відповідно до стандарту загальної системи відповідності кольорів (RAL).
- Зниження вартості фарби.

#### **Приклади заводів**

Завод №078 у [155, TWG 2016].

#### **Довідкова література**

[\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 176, ASD 2017 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### **5.4.2 Технології та обладнання для нанесення фарби**

#### **5.4.2.1 Електростатичне розпилення**

[\[ 176, ASD 2017 \]](#)

Загальний опис див. у Розділі 17.7.3.12. Ця технологія зазвичай застосовується для переважно плоских компонентів.

#### **Приклади заводів**

Заводи №077, №078 та №145 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### **5.4.2.2 Фарбування компонентів – закриття та автоматизоване нанесення**

[\[ 176, ASD 2017 \]](#)

#### **Опис**

Деталі компонентів можна фарбувати, застосовуючи процеси фарбування в закритих камерах для фарбування розпиленням (див. Розділ 17.10.2.1).

#### **Досягнуті екологічні переваги**

До переваг відносять скорочення неорганізованих викидів та шуму. Крім того, зменшується обсяг повітря, що видаляється, і, отже, споживання енергії.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується нанесення фарби на дрібні деталі.

#### **Стимул до впровадження**

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

#### **Приклади заводів**

Заводи №077, №078 та №145 у [155, TWG 2016].

#### **Довідкова література**

[\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 176, ASD 2017 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### 5.4.2.3 Прямий друк

[ 176, ASD 2017 ]

#### Опис

Прямий друк – це технологія прямого друку індивідуальних ліврей на деталях повітряних суден. У системі використовується друкарська фарба на основі розчинника. Індивідуалізований колір складається з чотирьох різних друкарських фарб відповідно до кольорової палітри СМУК (блакитний, пурпуровий, жовтий, чорний). Пристрій для друку переміщається вздовж деталі за допомогою автоматизованої системи декартових координат і оснащений додатковою третьою віссю для простих тривимірних деталей, як-от хвостове вертикальне оперення або кінцеві аеродинамічні поверхні крила (кінцеві крильця).

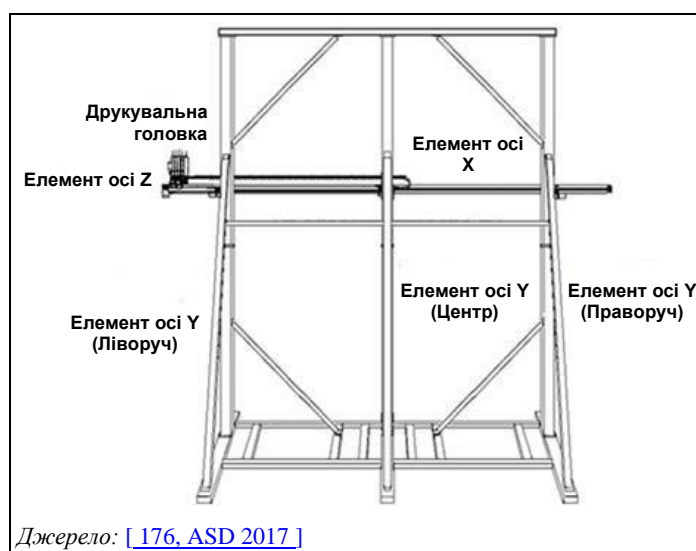
#### Технічний опис

Технологія прямого друку може бути використана для нанесення дуже складного дизайну на деталі повітряних суден, наприклад, вертикальний стабілізатор.

Основними частинами системи друку є робоча зона, контролер, рама з осями  $x$ ,  $y$  і  $z$ , друкувальна головка, включно з блоком вимірювання дальності та фарбовими баками. Система СМУК є базовою системою кольорів машини. Друкувальні головки можуть бути оснащені додатковими соплами, наприклад, для ґрунтовки або плашкового кольору.

#### Портальний пристрій

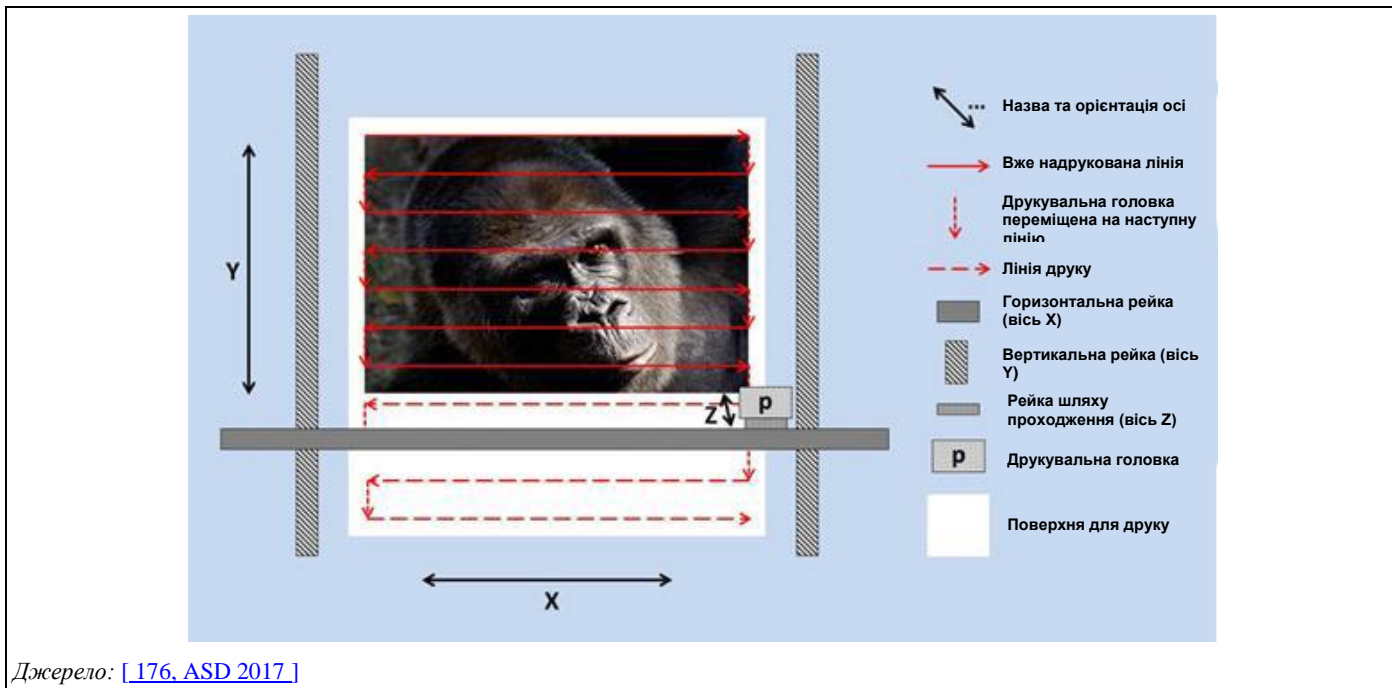
Основним принципом є декартова базова система з друкувальною головою на рухомих полозках. Рухомі полозки можуть переміщати вісь  $Z$ . Отже, осі  $x$  та  $y$  можуть бути побудовані на рейках, які є непорушними. Завдяки цій непорушності досягається необхідна точність повторення.



**Рисунок 5.8: Портальний пристрій з усіма осями та друкувальною головою**

#### Друкувальна головка

Друкувальна головка починає процес друку в лівому верхньому куті й рухається за прямою лінією горизонтальною рейкою зліва направо поверхнею та наносить шар за допомогою п'єзоелектричних струминних клапанів. Після того, як лінія закінчується, уся горизонтальна рейка з друкувальною головою переміщається вниз, зв'язуючи лінії разом та створюючи поверхні.



Джерело: [176, ASD 2017]

Рисунок 5.9: Принцип роботи рами з осями x, y, z

Процес

Технологія прямого друку використовується для нанесення оздоблювальних шарів між базовим шаром або верхнім шаром та прозорим шаром (див. Рисунок 5.11). Процес прямого друку дотримується ланцюга технологічного процесу, описаного нижче.



Джерело: [176, ASD 2017]

Рисунок 5.10: Ланцюг технологічного процесу, включно з прямим друком



Джерело: [ 176, ASD 2017 ]

**Рисунок 5.11: Порівняння системи БПП (базове покриття / прозоре покриття) з прямим друком у системі БПП**

#### Досягнуті екологічні переваги

- Менше споживання фарбувального матеріалу та/або маскувального матеріалу.
- Менше викидів ЛОС, у порівнянні з намальованими логотипами.
- Скорочення відходів (менше маскувального матеріалу) та вища ефективність (менше надмірного розпилення) під час нанесення.
- Усунення клейкої плівки для оздоблення.
- Зниження ваги через мінімальну товщину шару – економія палива.
- Подовжений строк експлуатації через менший вплив ерозії – економія ресурсів.
- Зниження споживання енергії через зниження вимог до системи вентиляції повітря.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Приклад – дизайн сонця у формі серця Thomas Cook (перше промислове застосування):

- Споживання друкарської фарби: 500 мл.
- Доставка замовнику: 05/2016 р. – Години нальоту/цикли: 2 843 год/ 823 – Тріщин/відшарування/розшарування не спостерігається.
- Зниження ваги приблизно на 3 кг (190 г/м<sup>2</sup>).
- Час друку 20 годин (без робітників) з пристроєм одностороннього друку (система з 20 соплами).

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Використання друкарської фарби на основі ацетону з пігментами на основі вінілової смоли. Друкарські фарби високий вміст ЛОС. Але лише невелика кількість друкарської фарби використовується/викидається протягом тривалого проміжку часу.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

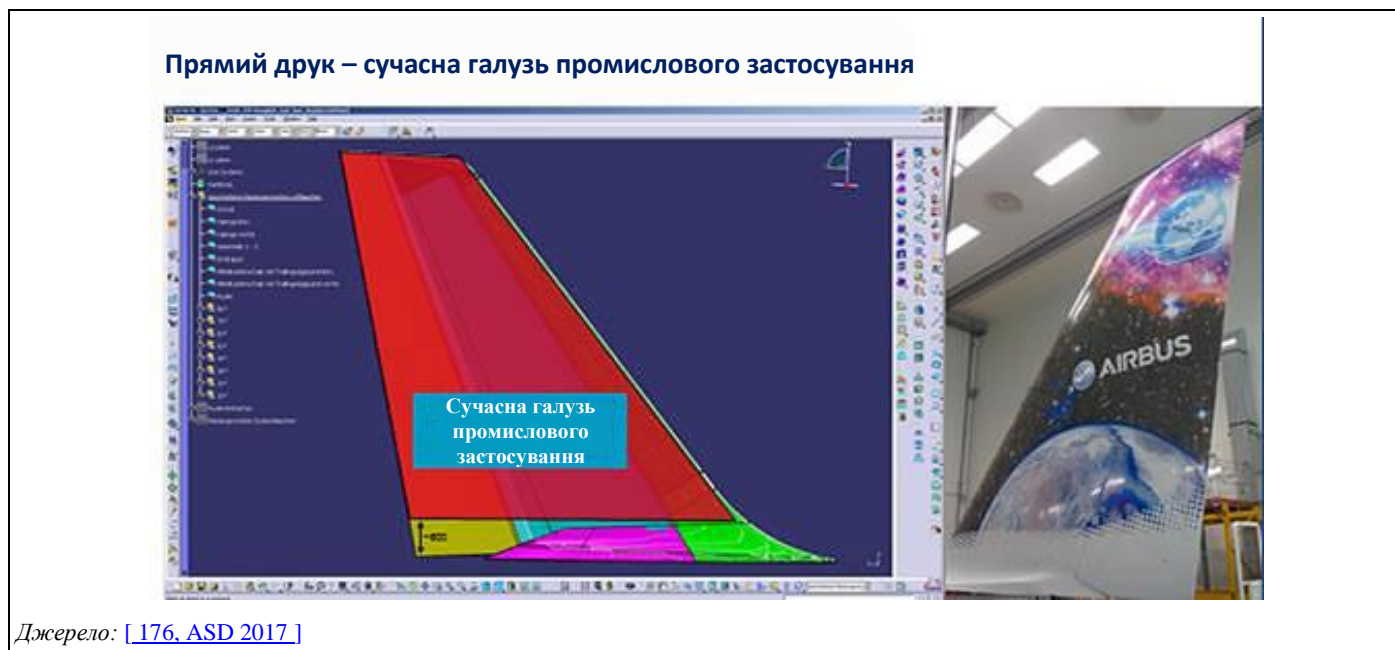
*Відтворюваність кольору (відтінку кольору)*

Технологія фарбування ґрунтується на принципі СМУК. Ця кольорова палітра є лише невеликою частиною більш широких кольорових палітр, наприклад, Pantone, де визначено більшість індивідуалізованих кольорів.

З цієї причини технологію не можна використовувати для друку всіх макетів замовника (високий ризик невідповідності кольорів).

#### Доступність

Немає повного доступу до всіх частин літака (навіть до деяких частин літаків із вертикальним хвостовим оперенням) через те, що у якості напрямного пристрою для друкувальної головки використовується порталний пристрій. Наразі технологія обмежена легкими контурними деталями, такими як вертикальне хвостове оперення та кінцеві аеродинамічні поверхні крила/кінцеві крильця.



Джерело: [ 176, ASD 2017 ]

**Рисунок 5.12: Сучасна галузь промислового застосування**

#### Економічні аспекти

Для промислового пристрою для друку (дані за 2017 р.):

- Інвестиції: 1,4 млн євро без урахування витрат на будівництво.
- Ціна друкарської фарби: 700 євро/л.
- Економія:
  - ЧЗР (час завантаження та розвантаження): до 114 год для конструкцій літаків із вертикальним хвостовим оперенням високої складності;
  - ВО (витрати на отримання): наприклад, 7 000 євро за клейку плівку для сонця у формі серця Thomas Cook (повний розмір усього 17 м<sup>2</sup>); оздоблювальна клейка плівка для цілого літака з вертикальним хвостовим оперенням до 25000 євро (загальна площа 43 м<sup>2</sup>).

#### Стимул до впровадження

Традиційних методів стало недостатньо через прагнення авіакомпаній до художнього оформлення, що призвело до розробки нової технології автоматичного створення складних малюнків ліверей та підвищення гнучкості.

#### Приклади заводів

Перший прототип пристрою для друку доступний у центрі фарбування з великим вибором програм Airbus Hamburg (Завод № 077 в [ 155, TWG 2016 ]) Прототип здатний друкувати на площі поверхні 7000 x 7000 мм із максимальною довжиною осі Z 450 мм. Друкувальна головка оснащена 20 соплами, по 4 на кожен колір (блакитний, пурпуровий, жовтий, чорно-біла ґрунтовка). Машина може керуватися напівавтоматично за допомогою ковпачка сопла (дозувальна пластина) або лазерного трекера (безконтактний).

### Пристрій прямого друку



#### Пристрій прямого друку

Пристрій для друку переміщується деталлю повітряного судна за допомогою порталного пристрою

Автоматизована система декартових координат

Лінія за лінією, зверху вниз

Джерело: [ 176, ASD 2017 ]

**Рисунок 5.13: Пристрій прямого друку**

#### Довідкова література

[ 155, TWG 2016 ] [ 176, ASD 2017 ] [ 212, TWG 2018 ]

### 5.4.3 Очищення відхідних газів від зовнішнього фарбування повітряних суден

[ 176, ASD 2017 ] [ 212, TWG 2018 ]

Нанесення фарби на повітряне судно здійснюється в закритих майстернях (див. Розділ 17.10.2.1) і повністю вручну за допомогою фарборозпилювача. Очищення відхідних газів, за винятком уловлювання надлишку розпилення, зазвичай не застосовується через значні об'ємні потоки (близько 450 000 м<sup>3</sup>/год), низькі концентрації ЛОС і періодичні роботи установок.

#### 5.4.3.1 Промивач

[ 176, ASD 2017 ] [ 212, TWG 2018 ]

##### Опис

Промивач складається із сухого фільтра (структура скловолокна) та системи водяного скрубера (камери, у яких розпилюється вода, кондиціонована коагулянтном).

##### Технічний опис

Загальний опис див. у Розділах 17.10.4.2 та 17.10.4.4. Під час фарбування виникає надлишок розпилення (від 30% до 50% використаної фарби стає надлишком розпилення). Потік повітря направляє надлишки розпилення в сухий фільтр (до 90% надлишків розпилення уловлюється фільтрувальним матеріалом), потім у промивачі (уловлюється решта надлишків). Сухі фільтри та промивачі можуть вловлювати надлишок розпилення, але тільки промивачі можуть уловлювати викиди ЛОС.

Граничні значення системи вимірювання вуглецю використовуються для запуску/зупинки насоса промивача. Цей спосіб роботи обмежує споживання електроенергії та націлений на максимальне зниження викиду ЛОС. Рекомендується замінювати воду скрубера під час та після фарбування.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Скорочення викидів ЛОС (уловлювання частини розчинних ЛОС), скорочення викидів пилу, скорочення використання хімічних речовин для очищення відпрацьованих вод та споживання електроенергії.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Для покращення фільтрувальної поверхні та підвищення ефективності сухий фільтр повинен мати зигзагоподібну структуру.

Ефективність технології уловлювання викидів ЛОС може змінюватись залежно від:

- типу фарбувальних операцій (грунтовка, верхнє покриття тощо);
- розчинності розчинника, що використовується у фарбі;
- швидкості повітряного потоку: коли швидкість потоку витяжного повітря зменшується вдвічі (300 000 м<sup>3</sup>/год).

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

- Споживання енергії на систему вентиляції та перекачування води в промивач.
- Утворення відходів через використання сухих фільтрувальних матеріалів.
- Відпрацьовані води, що утворюються в промивачі. Необхідно звернути увагу на рівень ХСК у відпрацьованих водах.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Сухі фільтри та мокрі скрубери необхідно комбінувати для підвищення ефективності (уловлювання пилу та ЛОС) та зниження витрат на технічне обслуговування. Коли сухі фільтри та мокрі скрубери працюють окремо, можуть виникнути деякі технічні проблеми (збільшення витрат на технічне обслуговування).

### **Економічні аспекти**

Витрати на установки з погляду інвестицій або періодичних операцій є дуже значними.

#### *Інвестиційні витрати:*

- Сухий фільтр.
- Мокрий скрубер.
- Адаптування системи вентиляції (вимагає найбільших витрат).

#### *Експлуатаційні витрати:*

- Технічне обслуговування вентиляції (дуже значні витрати).
- Строк експлуатації сухого фільтра – необхідна регулярна заміна.
- Очищення промивача (приблизно кожні 2 роки).
- Технічне обслуговування системи очищення відпрацьованих вод.
- Очищення від фарби у відділенні вентиляції та змішування.

### **Приклади заводів**

Завод №077 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### **Довідкова література**

[\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 176, ASD 2017 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)



## 6 ГАЛУЗЬ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА РУЛОННИЙ МЕТАЛ

### 6.1 Загальна інформація про нанесення покриття на рулонний метал

[ 22, ECCA 2004 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 212, TWG 2018 ]

Визначення процесу нанесення покриття на рулонний метал відповідно до EN-10169-1:2010 таке: *«Процес, у якому (органічний) матеріал покриття наноситься на прокатану металеву стрічку в безперервному процесі, що передбачає очищення, якщо необхідно, і хімічну попередню обробку поверхні металу та одностороннє або двостороннє, одноразове або багаторазове нанесення (рідких) фарб або порошкових покриттів із подальшим затвердінням та/або ламінуванням перманентними пластмасовими плівками».*

Основа зазвичай є холоднокатаною сталлю, покритою цинком або цинковим сплавом (75%) або алюмінієм (25%), що виражається у відсотках від площі поверхні. З покриттів 95% складаються з фарб та 5% із пластмас для ламінування.

Процес нанесення покриття на рулонний метал дає широкий вибір кольорів, глянсуватості та текстур поверхні. Рулонний метал може поставлятися у вигляді рулону, вузьких нарізаних стрічок або відрізків; потім їх можна згинати, надавати форму, глибоко витягувати, скріплювати тощо, не пошкоджуючи покриття поверхні. Усі етапи та параметри процесу перебувають під постійним контролем, наприклад, попередня обробка шляхом нанесення покриття осадженням, товщина покриття, колір, блиск, адгезія та механічні властивості покриття.

#### 6.1.1 Масштаб індустрії нанесення покриття на рулонний метал

Більшість підприємств із нанесення покриттів на рулонний метал у Європі належать до великих груп виробників сталі або алюмінію, які зазвичай постачають великі обсяги металу з попередньо нанесеним покриттям. Деякі підприємства для нанесення покриття на рулонний метал, як-от підприємства для нанесення покриттів на вузькі стрічки та спеціалізовані центри обслуговування, доставляють менші та більш індивідуалізовані кількості продукції користувачу.

Кількість ліній нанесення покриття на рулонний метал в усьому світі й надалі зростає зі зростанням ринку металу з попередньо нанесеним покриттям; у 2017 р. їх було близько 575 у 61 різних країнах (за винятком Північної та Південної Америки) у порівнянні з 390 у 2004 р. [ECCA коментар №36 у [ 212, TWG 2018 ]].

У Таблиці 6.1 зазначено кількість технологічних ліній за країнами в Європі та їхня річна потужність із виробництва сталі та алюмінію з попередньо нанесеним покриттям. Невідомо, чи вони підпадають під дію ДПВ.

Таблиця 6.1: Кількість та потужність ліній нанесення покриття на рулонний метал

| Країна                | Кількість технологічних ліній | Потужність   |                 |
|-----------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|
|                       |                               | Сталь (кг/р) | Алюміній (кг/р) |
| Австрія               | 2                             | 300          |                 |
| Бельгія               | 6                             | 830          | 8               |
| Чеська Республіка     | 2                             | 50           | *               |
| Данія                 | 1                             | 20           | *               |
| Фінляндія             | 2                             | 310          | -               |
| Франція               | 15                            | 1 649        | 128             |
| Німеччина             | 26                            | 1 507        | 420*            |
| Греція                | 4                             | 25           | 30              |
| Італія                | 27                            | 1 669        | 95*             |
| Нідерланди            | 7                             | 380          | 20              |
| Польща                | 4                             | 340          | -               |
| Португалія            | 4                             | 147          | -               |
| Румунія               | 2                             | 170          | -               |
| Словенія              | 1                             | НД           | -               |
| Словаччина            | 1                             | 105          | -               |
| Іспанія               | 21                            | 585          | 59*             |
| Швеція                | 5                             | 215          | 0,5             |
| Сполучене Королівство | 7                             | 503          | *               |
| <b>Усього</b>         | <b>137</b>                    | <b>8 805</b> | <b>166,5</b>    |

\* Дані щодо сталі та алюмінію не розділені, тому загальна сума враховується в показниках для сталі.  
*Джерело:* [ECCA data, коментар №2 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)]

Попередньо пофарбовані вироби з листового металу широко використовуються в різних галузях промисловості, як-от будівництво, споживчі товари, автомобільна промисловість, меблі, освітлення, споживча упаковка тощо. Європейський та американський попит на попередньо пофарбований метал показаний у Таблиці 6.2; масштаб європейського ринку збільшився вдвічі з початку 1990-х років, і прогнозується подальше зростання [ECCA коментар №38 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

Таблиця 6.2: Статистика нанесення покриття на рулонний метал за 2016 р.

| Асоціація     | Сталь        |            | Алюміній   |            |
|---------------|--------------|------------|------------|------------|
|               | (кг)         | (%)        | (кг)       | (%)        |
| ECCA          | 5 205        | 57         | 386        | 43         |
| NCCA          | 3 978        | 43         | 513        | 57         |
| <b>Усього</b> | <b>9 183</b> | <b>100</b> | <b>899</b> | <b>100</b> |

Примітка:  
ECCA: Європейська асоціація нанесення покриття на рулонний метал  
NCCA: Національна асоціація нанесення покриття на рулонний метал (Сполучених Штатів Америки).  
*Джерело:* [ECCA data, коментар №3 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)]

## 6.2 Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття на рулонний метал

[ 22, ECCA 2004 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 174, Finland 2017 ] [ 175, ECCA 2016 ]  
 [ 212, TWG 2018 ] [ 264, TWG 2019 ]

На лінії нанесення покриття на рулонний метал обидві сторони металевої основи покриваються або фарбою, або шаруватим матеріалом, або тим і іншим. Одна сторона покрита ґрунтовкою та верхнім покриттям, що забезпечує естетичність та функціональні характеристики продукту; зворотна сторона покрита ґрунтовкою та/або основним шаром.

Типові металеві основи:

- (a) гарячеоцинкована сталь або сталь із гальванопокриттям;
- (b) холоднокатана сталь без покриття;
- (c) алюміній.

Інші метали, як-от неіржавна сталь та мідні сплави також можуть бути покриті для нішевих галузей застосування. Лінії для нанесення покриття на рулонний метал у Європі належать до одного з таких типів:

- (i) Заводи, розташовані на великих підприємствах із виробництва сталі або алюмінію (зазвичай іменовані комплексними об'єктами), де процес нанесення покриття на рулонний метал є одним із кількох виробничих процесів, якими керує власник підприємства. У цих обставинах електропостачання, водопостачання та інші послуги, необхідні заводу(-ам) для нанесення покриття на рулонні метали, зазвичай є частиною загальної інфраструктури, яка підтримує установку. На установці зазвичай розробляється план екологічного менеджменту, який мінімізує вплив на довкілля з допомогою цілісного підходу до всіх різних заводів і процесів, що розміщені на об'єкті. Це може безпосередньо вплинути роботу заводу з нанесення покриття на рулонний метал, наприклад, використання побічного газу в термічному окиснику замість його спалювання, а також екологічні показники, пов'язані з лінією, наприклад, споживання енергії.
- (ii) Заводи, які є єдиними, що займають майданчик, призначений для експлуатації процесу нанесення покриття на рулонний метал. У деяких випадках більше одного заводу для нанесення покриття на рулонний метал може бути частиною однієї установки. Послуги, пов'язані із заводами з нанесення покриття на рулонний метал, чітко ідентифіковані та кількісно визначені. У цих випадках план екологічного менеджменту для установки сильно орієнтований на роботу заводу(-ів) з нанесення покриття на рулонний метал.

У галузі експлуатується низка різних виробничих конфігурацій для заводів із нанесення покриття на рулонний метал, які виробляють попередньо пофарбований метал. До них належать:

- (a) Автономна: це найбільш поширена конфігурація, і вона детально описана в Розділі 6.2.1.1.
- (b) Комбінована лінія: нещодавня галузева інновація, у якій процеси гарячого цинкування та нанесення органічного покриття/затвердіння об'єднані на одній виробничій установці безперервної дії. Це можуть бути спеціально збудовані заводи або вони можуть бути створені шляхом модернізації установками для нанесення покриттів/затвердіння наявного заводу з нанесення металевих покриттів (див. Розділ 6.2.1.2).
- (c) Спеціалізована: якщо обладнання для нанесення органічного покриття та сушіння встановлено на заводі, що виробляє сталь для певних ринків, наприклад, електротехнічна сталь, пакувальна сталь, яка зазвичай не поставляється традиційними заводами з нанесення покриття на рулонний метал. Операція нанесення покриття додає остаточний органічний шар до спеціальної сталі, де металургійні властивості продукту мають першорядне значення (на відміну від типового нанесення покриття на рулонний метал).

### 6.2.1 Опис типового процесу лінії нанесення покриття на рулонний метал

#### 6.2.1.1 Автономна лінія

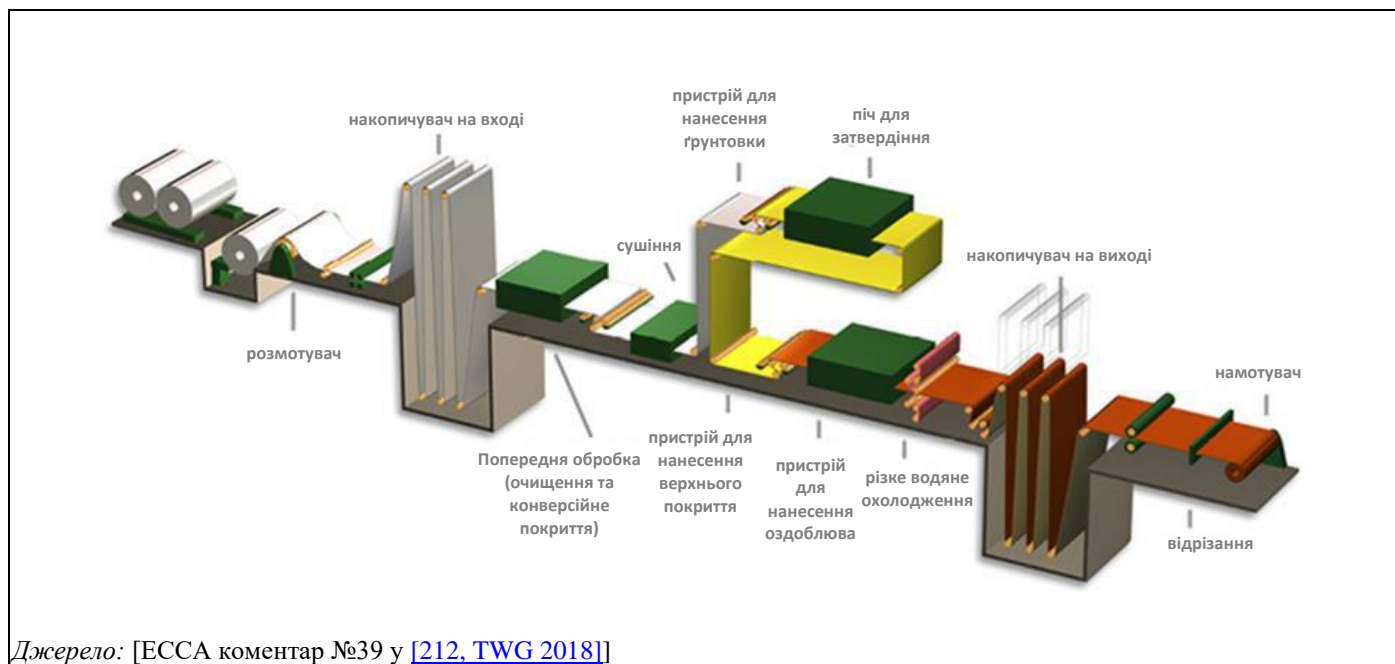
Найбільш поширеним випадком є лінія нанесення органічного покриття на рулонний метал, яка передбачає розмотувачі, вхідний накопичувач стрічки, очищення, конверсійне покриття, покриття ґрунтовкою, оздоблювальне покриття, вихідний накопичувач і намотувачі. Така конфігурація надає лінії можливість безперервно працювати на високій швидкості 7 днів на тиждень, 24 години на добу, для максимальної ефективності.

Усі параметри процесу контролюються для забезпечення ефективної роботи.

У Таблиці 6.3 показані типові експлуатаційні параметри лінії нанесення органічного покриття на рулонний метал, а на Рисунок 6.1 – типова схема лінії.

Таблиця 6.3: Типові експлуатаційні параметри лінії нанесення органічного покриття на рулонний метал

| Параметр   | Значення  |
|--|-----------|
| Експлуатаційна швидкість (м/хв)  | 30–180    |
| Калібр (мм)  | 0,1–3     |
| Ширина (мм)  | 150–2 700 |
| Товщина покриття (мкм із кожної сторони)   | 3–200     |
| Джерело: [ 22, ECCA 2004 ] [ 38, TWG 2004 ] оновлено коментарем ECCA №67 у [212, TWG 2018] |           |



Джерело: [ECCA коментар №39 у [212, TWG 2018]]

Рисунок 6.1: Типова схема лінії нанесення покриття на рулонний метал

У подальших розділах детальніше розглядаються різні частини лінії нанесення покриття на рулонний метал.

#### 6.2.1.1.1 Вхід

Рулонна стрічка подається на лінію за допомогою візка для рулонів та розмотувача. Рулон перевіряється на відповідність стандартам якості, а потім проходить через процес зрізання для видалення будь-якого пошкодженого матеріалу з переднього краю. Між переднім краєм нового рулону та кінцем рулону, що вже обробляється на лінії, створюється шов або зварне з'єднання, щоб забезпечити безперервний потік матеріалу через секцію обробки. Потім стрічка проходить через різак, що дає змогу відстежувати шов на лінії.

#### 6.2.1.1.2 Правильна машина

Потім можна використовувати правку розтягуванням, щоб забезпечити досягнення належної відповідності стандарту рівності. Це необхідно для полегшення проходження матеріалу через валкові пристрої для нанесення покриття та печі, а також задоволення вимог замовника. Неправильна форма стрічки може призвести до нерівного шару фарби та подряпин. Правильна машина може в деяких випадках розміщатися після вхідного накопичувача.

### 6.2.1.1.3 Накопичувач

Після правильної машини стрічка надходить у вхідний накопичувач. Зазвичай він працює на повну потужність, але вивільняє стрічку, що зберігається, щоб забезпечити достатній час для зупинки вхідної секції та зшивання або зварювання рулонів разом.

### 6.2.1.1.4 Секція очищення

Зазвичай перед вхідним накопичувачем розташована секція попереднього очищення, тому що деякі лінії працюють із рулонами холоднокатаної сталі (CRS – cold-rolled steel), які були попередньо оброблені мастилом для запобігання корозії. Оброблену мастилом стрічку дуже важко направляти, тому попереднє очищення стрічки перед накопичувачем дає змогу працювати з нормальною швидкістю. У деяких випадках лінії можуть мати секції очищення до та після накопичувача. Проте найбільш поширена основа (гарячеоцинкований рулон (HDG – hot-dip galvanised)) не потребує очищення перед накопичувачем, а в деяких випадках може взагалі не вимагати очищення, і в цьому випадку лінія не має цієї секції.

Стрічка очищається хімічним способом і знежирюється в теплому водному очищувальному розчині за допомогою системи занурення та/або розпилення (розпилення з обох сторін). Вкрай важливо, щоб поверхня стрічки була очищена від забруднень, як-от мастило, олива або абразивні металеві дрібні частки, щоб її можна було повністю покрити конверсійним покриттям, забезпечивши у такий спосіб оптимальні характеристики кінцевого продукту. За очищенням відбувається промивання гарячою та холодною водою для видалення всіх залишкових хімічних речовин. Гумовий валик для видалення вологи зазвичай використовується для забезпечення низького рівня винесення із секції знежирення та мінімізації кількості стічних вод.

### 6.2.1.1.5 Конверсійне покриття (попередня обробка)

Стрічку висушують перед нанесенням конверсійного покриття. Попередня обробка необхідна для забезпечення правильної адгезії шару (шарів) фарби та належної корозійної стійкості кінцевого продукту. Вибір хімічних речовин, що використовуються в процесі попередньої обробки, ґрунтується на їхній здатності досягати цих двох цілей.

На підставі законодавства з REACH [ 47, EU 2006 ] щодо використання хімічних речовин із шестивалентним хромом (Cr(VI)) у системах попередньої обробки (дата закінчення терміну дії: 21 вересня 2017 р.), європейська індустрія нанесення покриття на рулонний метал розробила низку продуктів без вмісту Cr(VI), що забезпечують необхідний рівень адгезії та корозійної стійкості. Деякі лінії нанесення покриття на рулонний метал і далі використовують системи Cr(VI) згідно з дозволом REACH; очікується, що використання систем Cr(VI) у промисловості буде продовжувати знижуватися в міру того, як будуть знаходити відповідні альтернативи для конкретних комбінацій нішевих продуктів на ринку, які наразі вимагають попередньої обробки з Cr(VI) [ЕССА коментар №7 та ДК коментар №13 у [ 212, TWG 2018 ]].

Для таких металів, як холоднокатана й гарячекатана сталь та різні форми оцинкованої сталі, натомість може застосовуватися покриття фосфатом заліза або цинку або обробка на основі фториду титану. Спеціальні добавки також зазвичай використовуються для сприяння осадженню покриття на різні метали та підвищення ефективності процесу [ЕССА коментар №7 у [ 212, TWG 2018 ]].

Покриття можна наносити за допомогою валкового пристрою для нанесення хімічних речовин (хімкоутер, який не потребує промивання<sup>26</sup>) або шляхом розпилення або занурення з подальшим використанням гумових валиків. Деякі покриття вимагають кінцевого промивання для видалення будь-яких залишків на стрічці, яка висушується перед поданням у секцію нанесення покриття.

<sup>26</sup> Також відома як процес «висихання на місці» або «без промивання».

#### **6.2.1.1.6 Нанесення шару ґрунтовки**

Процес фарбування складається з двох етапів, а саме нанесення ґрунтовки та нанесення оздоблювального покриття. На першому етапі стрічка проходить через валковий пристрій для нанесення покриття, який наносить ґрунтовку на одну або обидві сторони стрічки. Валковий пристрій для нанесення покриття можна регулювати, щоб змінювати кількість фарби, що наноситься на поверхні стрічок. Операції з нанесення здійснюють у закритій зоні з примусовою вентиляцією для забезпечення безпечних умов роботи персоналу. Дозувальний валок притискає стрічку до забірного валка та допомагає контролювати товщину мокрої плівки фарби. Зазвичай ґрунтовка наноситься за допомогою технології двох валків (забірний валок і валок-аплікатор).

Після нанесення ґрунтовки стрічка проходить через піч за відповідної температури протягом необхідного часу перебування, щоб забезпечити видалення всіх летких речовин та правильне затвердіння фарби. Вони залежатимуть від фарбової системи та площі поперечного перерізу стрічки. Після затвердіння в печі стрічка охолоджується системою повітряного та/або водяного охолодження.

#### **6.2.1.1.7 Нанесення оздоблювального шару**

Після сушіння стрічка проходить через другий валковий пристрій для нанесення покриття, який наносить оздоблювальне покриття або на одну або на обидві поверхні. Таке саме або інше покриття може бути нанесене на зворотну сторону рулону. Фарбу можна наносити на верхню та нижню сторони стрічки або на обидві сторони за допомогою двох валків (забірний валок і валок-аплікатор) або трьох валиків (дозувальний, забірний валок і валок-аплікатор) залежно від продукту. У пристрої для нанесення оздоблювального покриття є дві різні фарбувальні головки для верхньої сторони стрічки, а також дві різні фарбувальні головки для нижньої сторони. Це дає змогу швидко змінювати колір на будь-якій стороні стрічки. Знову ж, можна контролювати товщину фарби, що наноситься на кожную сторону стрічки. Потім стрічка проходить через піч, встановлену на відповідну температуру, щоб забезпечити видалення всіх летких речовин та повне затвердіння фарби. Після затвердіння в печі стрічка охолоджується системою повітряного та/або водяного охолодження.

Усі операції з нанесення оздоблювального покриття зазвичай виконуються в закритій зоні з належною вентиляцією для забезпечення безпечних умов роботи персоналу відповідно до місцевих та європейських норм.

#### **6.2.1.1.8 Тиснення та ламінування**

Валки для тиснення використовуються для відбивання рельєфного зображення або текстур на товстіших покриттях (наприклад, продукти пластизолу). Після тиснення відбувається швидке охолодження та сушіння.

Для виробництва ламінованих матеріалів на стрічку наклеюються рулони тонкої полімерної плівки. У виробництві ламінованих матеріалів клейка речовина наноситься за допомогою пристрою для нанесення оздоблювального покриття й активується в печі перед обробкою в ламінації та водяним охолодженням.

#### **6.2.1.1.9 Системи охолодження**

Задля мінімізації використання води, для забезпечення закритої системи охолодження стрічок може використовуватися випарна або інша градирня, якщо це відповідає вимогам до якості продукту.

#### **6.2.1.1.10 Вихід**

Після охолодження стрічка проходить через вихідний накопичувач та різальну машину. Цей накопичувач дає можливість лінії працювати безперервно, тим часом як вихідна секція сповільнюється або зупиняється для видалення готового рулону. Стрічку перевіряють та здійснюють випробування на відповідність стандартам якості, а потім намотують на натяжний намотувач. Готовий рулон знімають та обв'язують.

Потім він ідентифікується та переміщається в зону пакування, де упакується відповідно до вимог замовника.

### 6.2.1.2 Комбінована лінія

[ [175, ECCA 2016](#) ] [ [212, TWG 2018](#) ]

Гарячецинкована сталь є найпоширенішою основою, яка використовується в індустрії нанесення покриття на рулонну сталь. Низка установок передбачає наявність установки як для гарячого цинкування, так і для нанесення покриття на рулонний метал, й ідея об'єднання цих двох процесів на одній технологічній лінії була розроблена через її потенціал як економічно ефективною технологічною схемою.

За останнє десятиліття технічні вдосконалення як фарб, що використовуються для нанесення покриття на рулонний метал, так і пов'язаної з ними технології затвердіння, дали змогу об'єднати гаряче покриття шляхом занурення й органічне покриття на одному заводі безперервного виробництва. Наразі комбіновані лінії виробляють сталь, пофарбовану за технологією койлкоутінгу, у Європі та інших частинах світу. Деякі компанії вирішили інвестувати в нові установки, що передбачають обидва етапи процесу; інші вирішили модернізувати установки для нанесення органічних покриттів та затвердіння наявний завод для цинкування [ECCA коментар №40 у [212, TWG 2018](#) ]].

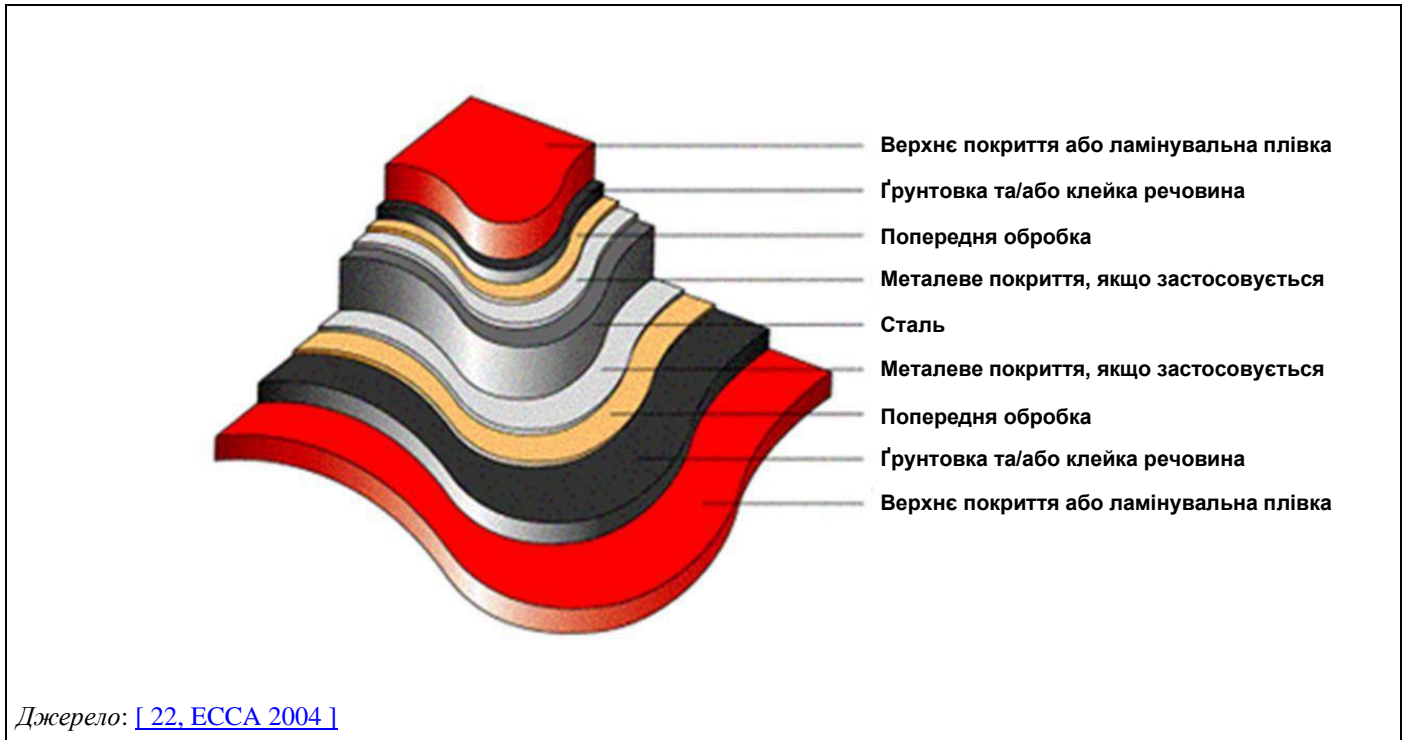
Дільниця фарбування зазвичай розміщена відразу після дресировального стану лінії гарячого цинкування, у центральній частині лінії (тобто між двома баштами накопичувачів). Швидкість лінії однакова для цинкування та фарбування. Для нанесення покриття стрічка проходить ті самі технологічні етапи, що й у випадку автономної лінії нанесення покриття на рулонний метал.

### 6.2.2 Типи покриття

[ [22, ECCA 2004](#) ] [ [38, TWG 2004](#) ] [ [175, ECCA 2016](#) ]

Оскільки лінія нанесення покриття на рулонний метал може наносити фарбу або матеріал для ламінування на основу, можна виробляти широкий асортимент продукції. Покриття, до яких переважно належать поліефіри, полівінілідендифторид (PVF<sub>2</sub> або PVdF), поліуретани, пластизолі, епоксидні та епоксидно-фенольні покриття, ґрунтовки, основні шари та шаруваті матеріали, зазвичай наносяться товщиною від декількох мкм до 200 мкм. Також можна зустріти деякі поліамідні або акрилові покриття. Фарба зазвичай містить відповідні добавки або частки, які також надають правильні загальні характеристики (блиск, механічні властивості, тривалість строку служби).

Гнучка антикорозійна ґрунтовка або базовий шар покриття наносяться на попередньо оброблену металеву стрічку для забезпечення належної адгезії та тривалості строку служби нанесеному після цього верхньому шару. Для кожного продукту покриття наноситься в певній кількості шарів. Типовий приклад сталевого матеріалу з покриттям можна побачити на Рисунку 6.2.



**Рисунок 6.2:** Типові шари сталевого продукту з покриттям

У Таблиці 6.4 перелічено деякі типові види органічних покриттів, що використовуються в індустрії нанесення покриття на рулонний метал.



Таблиця 6.4: Типи органічних покриттів, що використовуються в індустрії нанесення покриття на рулонний метал

| Покриття   | Товщина сухої плівки (мкм) | Типи смоли  | Вміст розчинника (%) | Типи розчинника  | Температура затвердіння (°C) |
|--|----------------------------|---|----------------------|--|------------------------------|
| Ґрунтовки Звичайні   | 4–9                        | Епоксидна/сечовинна, епоксидна/меламінова, поліефірна/меламінова, поліуретанова, акрилова     | 50–70                | Ароматичні сполуки з високою точкою кипіння; спирти; гліколеві ефіри/складні ефіри; складні ефіри з високою точкою кипіння | 210–230                      |
| Ґрунтовки Товстшарові  | 12–25                      | Поліефірна/меламінова, поліуретанова  | 40–50                | Ароматичні сполуки з високою точкою кипіння; спирти; гліколеві ефіри/складні ефіри; складні ефіри з високою точкою кипіння | 210–230                      |
| Основні шари   | 4–15                       | Поліефірна/меламінова, епоксидна/меламінова, епоксидна/фенольна, алкідна/меламінова           | 50–70                | Ароматичні сполуки з високою точкою кипіння; спирти; гліколеві ефіри/складні ефіри   | 180–250                      |
| <b>Верхні шари</b>   |                            |   |                      |  |                              |
| Поліефірне   | 18–25                      | Насичені поліефіри, зшиті з меламіно-формальдегідними смолами                                 | 35–55                | Ароматичні сполуки з високою точкою кипіння; гліколеві ефіри/складні ефіри; складні ефіри з високою точкою кипіння/спирти  | 210–250                      |
| SMP (модифікований силіконом поліефір (silicone-modified polyester))     | Як зазначено вище          | Як зазначено вище, за винятком модифікації поліефірної смоли силіконом                        | 45–55                | Ароматичні сполуки з високою точкою кипіння; гліколеві ефіри/складні ефіри; складні ефіри з високою точкою кипіння         | 210–250                      |
| Поліуретан   | 20–30                      | Насичені поліефіри з уретановим зшиванням   | 30–50                | Ароматичні сполуки з високою точкою кипіння; гліколеві ефіри/складні ефіри; складні ефіри з високою точкою кипіння         | 220–250                      |
| PVDF PVF2  | 20–25                      | Полівінілідендифторид + акриловий полімер   | 40–65                | Ароматичні сполуки з високою точкою кипіння; гліколеві ефіри/складні ефіри; кетони з високою точкою кипіння                | 240–260                      |
| ПВХ Пластизоль   | 100–200                    | Полівінілхлорид + пластифікатори  | <10                  | Складні ефіри з високою точкою кипіння; аліфатичні сполуки з високою точкою кипіння  | 190–210                      |
| Продукти на водній основі (в тому числі деякі ґрунтовки та основні шари) | 10–25                      | Акрилова/меламінова   | 5–15                 | Складні ефіри з високою точкою кипіння; гліколеві ефіри/складні ефіри  | 220–230                      |
| Антипригарне покриття жароміцного посуду                                 | 12–15 (2-покр. 7+7)        | Поліефірсульфон, ПТФЕ   | 65–80                | Бутиролактон; ароматичні сполуки з високою точкою кипіння  | 350–370                      |
| Нанесення ламінувальної плівки   | 15–120                     | Полівінілхлорид (ПВХ), полівінілфторид (ПВФ), поліетилентерефталат (ПЕТ), акрил, поліпропілен | 0                    | У плівці немає, але використовується в ґрунтовці/клейкій речовині  | Ламінування за 180–230       |
| Порошкові покриття   | 35–100                     | Поліефірна/епоксидна, поліуретанова   | 0                    |  | 200–250                      |

Джерело: [ 22, ECCA 2004 ] [ 38, TWG 2004 ] оновлено [ 175, ECCA 2016 ]

## 6.3 Поточні рівні споживання та викидів від нанесення покриття на рулонний метал

Дані щодо 33 заводів із нанесення покриття на рулонний метал були отримані в процесі збору даних, та їхній аналіз надано в подальших розділах [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### 6.3.1 Споживання

#### 6.3.1.1 Матеріали

[\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)  
[\[ 175, ECCA 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

У Таблиці 6.5 наведено інформацію про використання різних типів покриттів у 2016 р.

Таблиця 6.5: Використання фарби в європейській індустрії нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2016 р.)

| Типи покриття                            | Відносна частка використання (%) |
|--|----------------------------------|
| <b>Ґрунтовки</b>                         | <b>21,1</b>                      |
| <b>Основні шари</b>                      | <b>16,5</b>                      |
| <b>Верхні покриття (перелічені вище)</b> | <b>62,4</b>                      |
| Поліефірне                               | 67                               |
| PVdF (полівінілідендифторид)             | 3                                |
| ПВХ Пластизоль                           | 13                               |
| Поліуретанові системи                    | 13                               |
| Верхні покриття на водній основі         | 0,1                              |
| Інше                                     | 4                                |
| <b>Усього (т/рік)</b>                    | <b>203 025</b>                   |

*Джерело:* Коментар ECCA №4 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

У процесах нанесення покриття на рулонний метал використовуються такі матеріали:

- металеві основи (наприклад, сталь, оцинкована сталь, алюміній тощо);
- фарба;
- розчинника;
- хімічні речовини для очищення та попередньої обробки;
- технологічні оливи;
- (демінералізована) вода;
- інше: біоциди, мастило, очисні матеріали.

У Таблиці 6.6 показані вхідні потоки процесу нанесення покриття на рулонний метал, їхнє використання та типове призначення після використання.

Таблиця 6.6: Вхідні потоки процесу нанесення покриття на рулонний метал, їхнє використання та типове призначення після використання

| Речовина                                  | Використання                                   | Типове призначення після використання  |
|---|--|--|
| <b>Вхідні потоки у твердій формі</b>      |  |  |
| Металева стрічка (у формі рулону)         | Основа   | Продукт або брухт  |
| Очищувальні серветки (тканинні)           | Очищення                                       | Ліцензоване видалення  |
| <b>Вхідні потоки в рідкій формі</b>       |  |  |
| Фарба                                     | Нанесення покриття на стрічку                  | Продукт / ліцензоване видалення / повертається постачальнику фарби для повторного використання |
| Розчинник                                 | Очищення та розведення фарби                   | Ліцензоване видалення  |
| Очисні хімічні засоби                     | Очищення стрічки                               | Установка з обробки / ліцензоване видалення  |
| Хімічні засоби для попередньої обробки    | Попередня обробка стрічки                      | Продукт / установка з обробки / ліцензоване видалення  |
| Засіб для зняття фарби                    | Очищення фарбувальних головок                  | Ліцензоване видалення  |
| Вода                                      | Охолодження/очищення                           | Потік відходів / стічні води   |
| Технологічні оливи                        | Мастило  | Ліцензоване видалення  |
| Оливи для покриття                        | Антикорозійний захист                          | Продукт / ліцензоване видалення  |
| Біоциди                                   | Водяне охолодження (→ довше використання води) | Потік відходів / стічні води   |
| <b>Вхідні потоки в газоподібній формі</b> |  |  |
| Пара або гаряча вода <sup>(1)</sup>       | Сушіння стрічки / нагрівання розчину           | Система відведення конденсату  |
| Природний газ <sup>(1)</sup>              | Паливо   | Продукти згорання в повітря  |
| Водень                                    | Моніторинг печі                                | Продукти згорання в повітря  |
| Етилен у повітрі                          | Моніторинг печі                                | Продукти згорання в повітря  |

<sup>(1)</sup> Альтернативним варіантом є використання електроенергії.

Джерело: [ 22, ЕССА 2004 ] [ 38, ТВГ 2004 ] [ 175, ЕССА 2016 ]

### Органічне покриття

У секторі нанесення покриття на рулонний метал покриття на основі розчинників є основними системами, що використовуються у всій галузі (див. Таблицю 6.5). Органічні системи покриття ґрунтуються на полієфірі, поліуретані (або їхні комбінації), епоксидній смолі або епоксидно-фенольних смолах, ПВХ пластиколі та полівінілідендифториді (PVdF або PVF<sub>2</sub>). Для спеціальних поверхонь зазвичай застосовуються покриття з термопластичними плівками на основі полівінілхлориду (ПВХ) або поліетилентерефталату (ПЕТ). Вони можуть також містити полівінілфторид (ПВФ) та інші полімери. Смоляна основа для ґрунтовок може бути епоксидною, полієфірною, меламіною, поліуретановою або акриловою, залежно від конкретних специфікацій. Ґрунтовка дуже важлива для корозійної стійкості, оскільки цей шар містить антикорозійні пігменти. Наразі в промисловості використовується низка пігментів, що не містять хрому (VI), у ґрунтовках, які забезпечують необхідні експлуатаційні характеристики, особливо в галузі будівництва. Відповідно до законодавства з REACH [ 47, ЕУ 2006 ] дата закінчення терміну дії 22 січня 2019 р. для пігментів із вмістом хрому, як-от хромат стронцію, гарантує, що використання таких сполук у промисловості й надалі скорочуватиметься, оскільки після цієї дати потрібна авторизація.

Найчастіше використовувані розчинники показані в Таблиці 6.7.

Таблиця 6.7: Розчинники, що найчастіше використовуються в процесі нанесення органічного покриття

| Тип розчинника                         | Деякі приклади   |
|--|--|
| Спирти                                 | Діацетоновий спирт   |
| Ацетати гліколю                        | Пропіленгліколь ацетат монометилового ефіру, етилдигліколяцетат  |
| Гліколі                                | Бутилдигліколь, бутилгліколь, монометиловий ефір пропіленгліколю   |
| Складні ефіри з високою точкою кипіння | Ефіри двоосновної кислоти, суміші очищених складних диметилкових ефірів адипінової, глутарової та бурштинової кислот |
| Кетони                                 | Ізофорон   |
| Нафтові вуглеводні                     | Комерційні фракції, що містять ароматичні речовини, ксилен   |

Джерело: [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]

Фарби на основі розчинників, що зараз застосовуються, мають вміст твердих часток у діапазоні 30–70% мас. Товщина шару нанесення для систем на основі акрилату, епоксидної смоли, поліуретану або поліефіру варіюється від менше ніж 1 мкм до 50 мкм; проте найчастіше він становить близько 25 мкм.

Для пластизолів із вмістом розчинника 5–10% характерна товщина шару 200 мкм. Для систем порошкового покриття звичайна товщина шару перебуває в діапазоні 60–100 мкм.

Типові показники споживання для нанесення шару товщиною 50–60 мкм порошкового або рідкого покриття на квадратний метр покритого рулонного металу показані в Таблиці 6.8.

Таблиця 6.8: Типове споживання фарби в нанесенні покриття на рулонний метал

| Фарбова система                 | Споживання фарби (г/м <sup>2</sup> рулону) |
|---------------------------------|--|
| На основі розчинника (50% мас.) | 32–53                                      |
| Порошкова фарба                 | 60–80                                      |

Примітка: Через різні системи покриття та структури шарів ці значення є лише приблизними. Джерело: [5, DFIU et al. 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]

На великих установках розчинники використовують зі швидкістю споживання сотні кілограмів на годину.

До витратних матеріалів, що містять нерозчинники, перелічені в Таблиці 6.9, належать хімічні речовини для очищення та попередньої обробки.

Таблиця 6.9: Хімічні речовини без вмісту органічних сполук, що не змішуються з розчинниками

| Процес                           | Продукт                           | Метод нанесення         | Основа                                | Основні компоненти  | Швидкість споживання (кг/1 000 м <sup>2</sup> ) |
|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Очищення                         | Лужна рідина                      | Розпилення              | Холоднокатана сталь, оцинкована сталь | Гідроксид калію, гідроксид натрію, фосфати, комплексоутворювальні агенти на основі цукру, поверхнево-активні речовини | 1,6   |
| Очищення                         | Лужна рідина                      | Розпилення              | Алюміній                              | Гідроксид калію, гідроксид натрію, фосфати, комплексоутворювальні агенти на основі цукру, поверхнево-активні речовини | 2,5   |
| Очищення                         | Кислотна рідина                   | Розпилення              | Алюміній                              | Сірчана кислота, фосфорна кислота, флуоридна кислота, поверхнево-активні речовини                                     | 1,3   |
| Попередня обробка <sup>(1)</sup> | Лужний оксид (етап 1)             | Розпилення та занурення | Оцинкована сталь                      | Гідроксид натрію, комплексоутворювальні агенти на основі цукру, нітрат заліза, нітрат кобальту                        | 4,8   |
| Попередня обробка                | Лужний оксид (кінцеве промивання) | Розпилення              | Оцинкована сталь                      | Cr <sup>3+</sup> , Zn, HF   | 0,94  |
| Попередня обробка                | Фосфат цинку                      | Розпилення              | Оцинкована сталь                      | Фосфат цинку  | 6,6   |
| Попередня обробка                | Без вмісту хрому (без промивання) | Хілкоутер               | Оцинкована сталь                      | Титан, марганець, цирконій, фосфорна кислота, органічний полімер  | 0,4   |
| Попередня обробка                | Без вмісту хрому (без промивання) | Хілкоутер               | Алюміній                              | Титан, марганець, цирконій, фосфорна кислота, органічний полімер  | 0,40  |
| Попередня обробка                | Без вмісту хрому (з промиванням)  | Розпилення та занурення | Алюміній                              | Титан, цирконій,  | 2,00  |

<sup>(1)</sup> Ці технології нанесення також придатні для використання систем із вмістом Cr(VI). Для використання таких систем необхідна авторизація після дати закінчення терміну дії CrO<sub>3</sub> від 21.09.2017; ці системи були значною мірою замінені продуктами без вмісту хрому (VI) у всій галузі. Джерело: [ 22, ECCA 2004 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ] оновлено коментарем ECCA №11 у [ 212, TWG 2018 ]

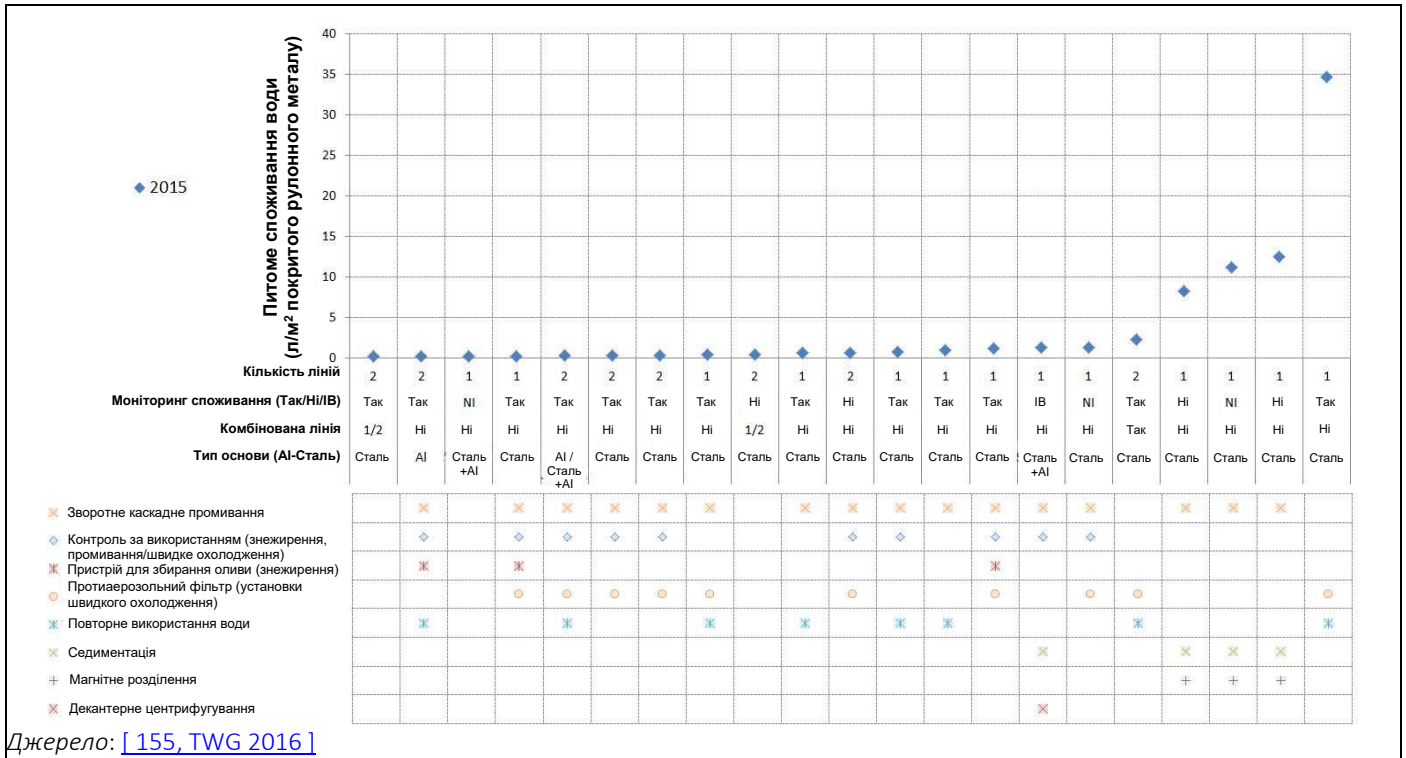
### 6.3.1.2 Вода

[ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

Переважно вода використовується на станціях очищення та попередньої обробки, хоча частина води використовується для швидкого охолодження після нанесення покриття та тиснення. Технології контролю та скорочення використання води наведені в ДД НДТМ для поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ]. Визначено ключові технології [ 155, TWG 2016 ]:

- контроль використання води у всіх процесах, пов'язаних із водокористуванням – переважно в процесах знежирення та промивання, а також на установках швидкого охолодження;
- зворотне каскадне промивання для процесів знежирення та промивання;
- очищення рециркульованої води від процесів знежирення та охолодження для повторного використання за допомогою пристрою для збирання оливи, осадження, магнітного розділення, протиаерозольного фільтра або мембранного фільтрування.

Повідомлені значення питомого споживання води в галузі надані на Рисунку 6.3.



Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

Рисунок 6.3: Питоме споживання води, виражене в л на м<sup>2</sup> рулонної продукції з покриттям (дані за 2015 р.)

З 21 значення питомого споживання води 16 складають менше ніж 1,3 л на м<sup>2</sup> рулонного металу з покриттям. Значення вище 1,3 л/м<sup>2</sup> рулонного металу з покриттям належать або до комбінованої лінії (один завод), або до випадків, коли вода прямиотічного охолодження, внесена в розрахунок питомого споживання води (три випадки). Для заводу з найбільшим питомим споживанням води не вказано причин високого питомого споживання.

### 6.3.1.3 Енергія

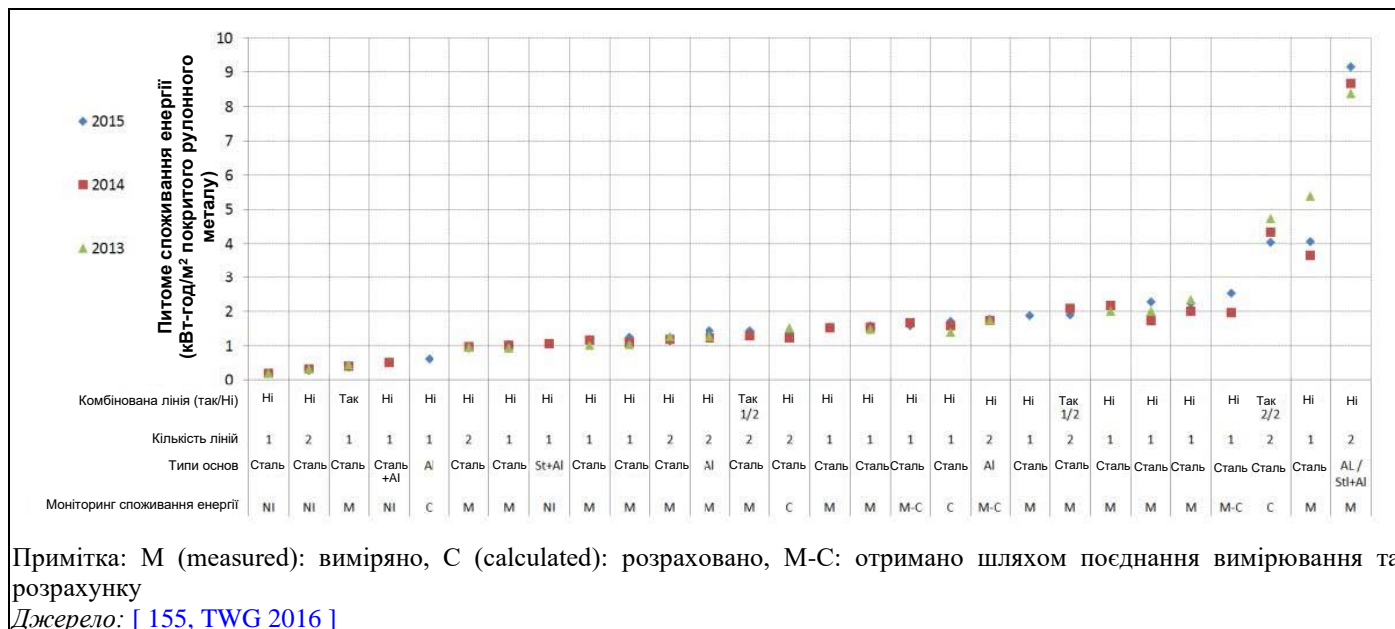
[ 22, ECCA 2004 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 175, ECCA 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

Природний газ зазвичай використовується як джерело палива для печей, коли фарба твердіє за допомогою конвекції. Він також використовується для окисника (процес згорання) Зазвичай застосовується регенеративний або рекуперативний окисник. Тепло, що утворюється, може бути використане в процесі або може бути використане для генерації пари або гарячої води. Природний газ можна використовувати для нагрівання печі системи нанесення покриття без промивання, у якій сушиться розчин для попередньої обробки, нанесений на стрічку. Заслінки та датчики температури використовуються для контролю параметрів печі. На інтегрованому сталеливарному заводі система регенерації енергії лінії нанесення покриття може бути підключена до загальної енергетичної системи об'єкта.

Деякі лінії використовують індукційне нагрівання або нагрівання ближнім інфрачервоним діапазоном для затвердіння або сушіння фарби; ці блоки зазвичай розташовані в комбінованих лініях або на заводах гарячого цинкування (HDG (hot-dip galvanising)), що містять модернізований блок нанесення органічного покриття [ECCA коментар №10 у [ 212, TWG 2018 ]].

Електроенергія використовується для живлення лінії та надходить із державної електроенергетичної системи. Електроенергія переважно використовується для технологічних процесів та переміщення рулонного металу за допомогою мостових кранів та приводів лінії, які живляться від електроенергії.

Повідомлені значення питомого споживання енергії (загальне споживання енергії для установки для нанесення покриття на рулонний метал, виражене у кВт-год/м<sup>2</sup> покритого рулонного металу) надані на Рисунку 6.4.



Примітка: М (measured): виміряно, С (calculated): розраховано, М-С: отримано шляхом поєднання вимірювання та розрахунку

Джерело: [\[155, TWG 2016\]](#)

**Рисунок 6.4: Питоме споживання енергії, виражене у кВт-год на м<sup>2</sup> покритого рулонного металу за період 2013–2015 рр.**

Основними технологіями мінімізації споживання енергії, що повідомляються, є [\[155, TWG 2016\]](#):

- теплова ізоляція резервуарів та чанів, що містять нагріті рідини;
- герметичне ущільнення в сушильних печах;
- зменшена вентиляція повітря під час роботи в холостому режимі або під час технічного обслуговування;
- теплообмінник витяжного повітря в системах вентиляції;
- видалення повітря та регенерація енергії з процесів сушіння;
- витяжка повітря та регенерація енергії для зон охолодження;
- регенерація тепла від очищення відхідних газів;
- централізоване очищення відхідних газів із частотно-регульованим приводом.

### 6.3.2 Викиди

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 22, ECCA 2004 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 155, TWG 2016 ]  
[ 175, ECCA 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

Розчинники виділяються у вигляді викидів ЛОС, особливо на етапах процесу нанесення покриття (близько 8%), сушіння (близько 90%) та охолодження водою та/або повітрям (близько 2%).

Зазвичай на типовій лінії нанесення покриття на рулонний метал є чотири основні джерела викидів у повітря. Ними є:

- пари (туман) із секції конверсійного покриття, якщо не використовується технологія висихання на місці або нанесення зануренням (розпилення хімічних речовин із вмістом Cr(VI) більше не використовується у європейській індустрії нанесення покриття на рулонний метал);
- пари фарби/розчинника із пристроїв для нанесення покриттів та печей;
- леткі речовини із приміщення для підготування фарби та змішувальних відсіків;
- викиди із системи охолодження; це можуть бути викиди з точкових джерел або неорганізовані викиди.

Типові викиди в повітря показані в Таблиці 6.10 нижче. Усі вони з точкових джерел.

**Таблиця 6.10: Типові викиди в повітря від процесів нанесення покриття на рулонний метал**

| Джерело викидів   | Забруднювальні речовини, що викидаються                                     |
|---|---|
| Окисник   | ЛОС, CO, NO <sub>x</sub>  |
| Швидке повітряне охолодження печі для оздоблювального шару покриття                       | ЛОС   |
| Лабораторна витяжна шафа  | Низький рівень викиду різних пар  |
| Вентиляція приміщень для нанесення покриттів для професійної гігієни праці                | ЛОС   |
| Вихлоп від скрубера попередньої обробки   | Туман із вмістом мінеральних речовин<br>Гідроксид калію<br>Гідроксид натрію |
| Скрубер попереднього очищення   | Гідроксид калію<br>Гідроксид натрію   |
| Скрубер резервуара з HCl  | Пара HCl  |
| Пара резервуара для флокуляції  | SO <sub>2</sub>   |
| <i>Джерело:</i> [ 22, ECCA 2004 ], [ 38, TWG 2004 ], [ 78, TWG 2005 ], [ 175, ECCA 2016 ] |   |

Типовими викидами в повітря з точкових джерел з обладнанням для боротьби з викидами є ЗЛОВ та оксиди вуглецю та азоту.

Викиди ЗЛОВ та CO для ліній із системами боротьби з викидами можуть відрізнятися залежно від продукту, що виробляється. Ті, що містять велику кількість розчинників, можуть призвести до підвищення значень викидів, ніж ті, що містять меншу кількість розчинників. Товстіші покриття (наприклад, пластизолі та матеріали для ламінування) можуть призвести до нижчих викидів, ніж тонкі шари покриття.

Рівні ЗЛОВ у точках викиду без системи боротьби з викидами можуть змінюватись і іноді можуть становити > 50 мг/м<sup>3</sup> через нерегулярні локалізовані заходи в приміщенні з пристроями для нанесення покриттів, як-от очищення ліній та очищення лотків. Проте їхній обсяг у порівнянні зі підданими очищенню викидами все одно дуже низький, хоча викиди необхідно буде переглядати для кожного об'єкта окремо.

Загальні для галузі концентрації ЗЛОВ у очищеному газі зазвичай, нижче 20 мг С/Нм<sup>3</sup> (див. Розділ 6.3.2.2 нижче). До інших викидів можуть належати ізоціанати з поліуретанових продуктів та фториди з покриттів, що містять фторид, де рівні викидів зазвичай < 0,1 мг/м<sup>3</sup>.



Проте фториди не викидаються від систем з органічними фарбами, а блоковані ізоціанати використовуються в більшості поліуретанових покриттів, оскільки це усуває викиди ізоціанатів.

У Таблиці 6.11 наведено деякі значення питомих викидів ЛОС для різних систем покриття із середньою товщиною покриття 55 мкм. Вміст ЛОС у заводських печах перебуває в діапазоні 8,75–9,3 г/м<sup>3</sup>, що становить близько 22% від НКГВ 40 г/м<sup>3</sup>.

Декілька ліній нанесення покриття на рулонний метал повідомляють про широкий діапазон значень ефективності зменшення викидів ЛОС, що відбуваються протягом усього процесу нанесення покриття на рулонний метал. Більшість заводів повідомили про загальну ефективність боротьби з викидами в діапазоні 97–99%, тоді як невелика кількість заводів повідомила про нижчі рівні (див. Розділ 6.3.2.1). Цей діапазон значень може бути результатом припущень, зроблених під час розрахунку балансу маси розчинника (БМР), де можуть бути значні невизначеності через характер процесу нанесення покриття на рулонний метал. У випадку системи покриття з вмістом розчинника 50% мас. у поєднанні з ефективністю видалення 99% в окиснику виділяється близько 0,04 кг розчинника на кг використаної твердої речовини покриття.

Таблиця 6.11: Загальні викиди ЛОС для кількох систем нанесення покриття

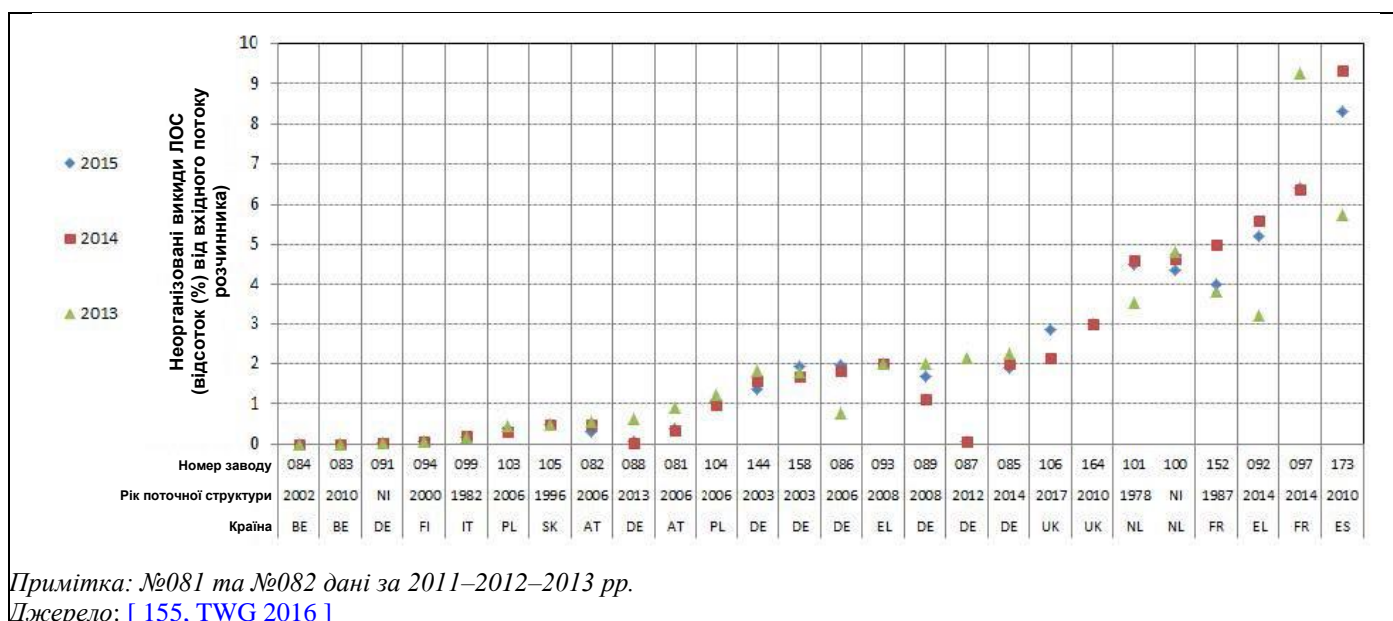
| Система покриття                | Загальні викиди ЛОС (г/м <sup>2</sup> покритого рулонного металу) | Метод усунення забруднення довкілля |
|---------------------------------|---|-------------------------------------|
| На основі розчинника            | 0,73–0,84   | Система окиснення, поєднана з піччю |
| На основі розчинника (50% мас.) | 28–29 (1)   | Немає                               |
| Порошкове покриття              | 0–0,8 (2)   | Немає                               |

(<sup>1</sup>) Значення концентрації, досягнуті без подальшого очищення потоку повітря.  
(<sup>2</sup>) Викиди ЛОС пов'язані з реакціями затвердіння, а не з розчинниками.  
Джерело: [ 5, DFU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ]

### 6.3.2.1 Неорганізовані викиди ЛОС

[ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

Повідомлені значення неорганізованих викидів як відсоток від вхідного потоку розчинника за звітний період 2013–2015 рр. надані на Рисунку 6.5.



Примітка: №081 та №082 дані за 2011–2012–2013 рр.

Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

Рисунок 6.5: Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за звітний період 2013–2015 рр.

Основні технології обмеження неорганізованих викидів, про які повідомляється, пов'язані з [\[ 155, TWG 2016 \]](#):

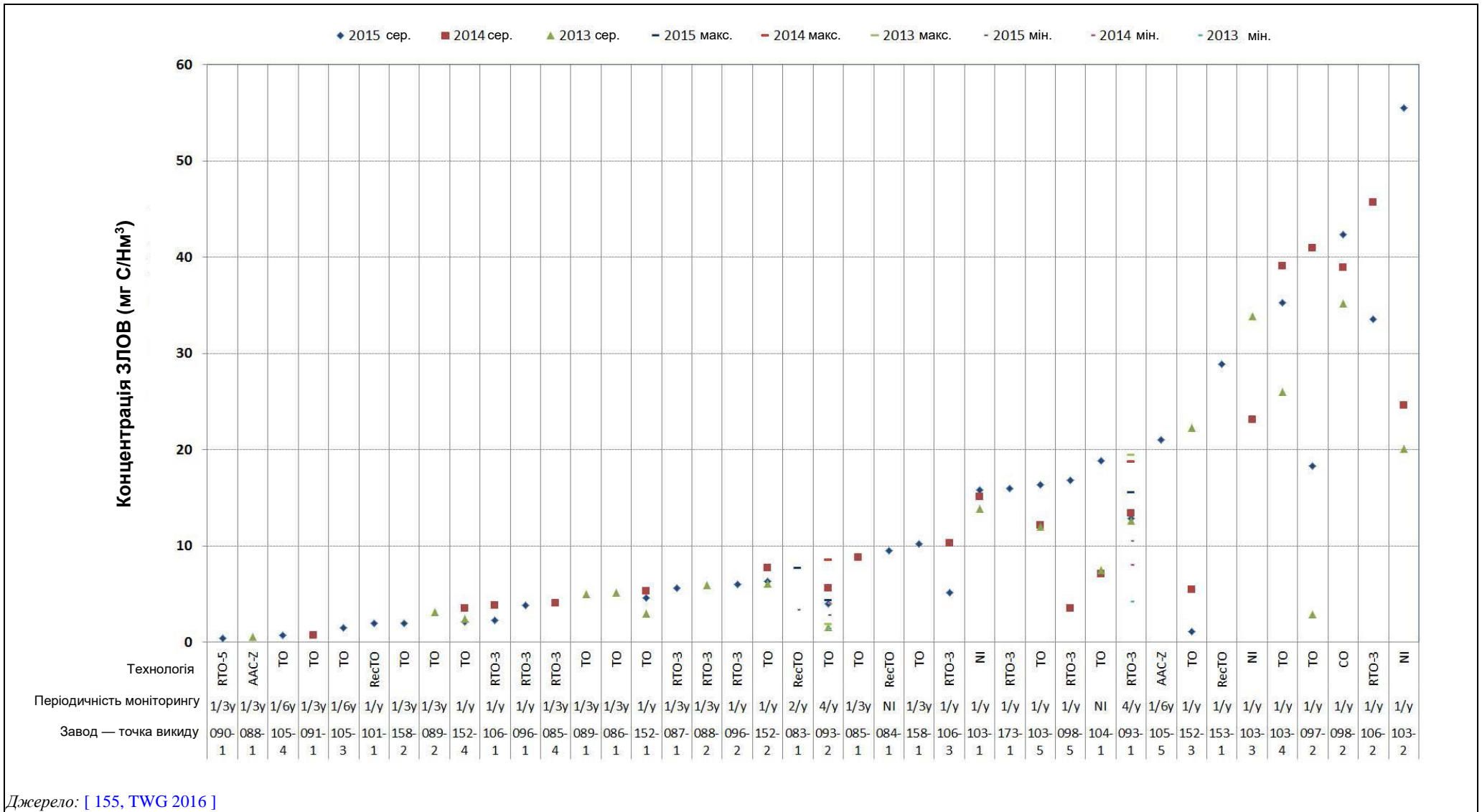
- загальні заходи щодо запобігання незапланованим викидам;
- безпечне зберігання та поводження зі шкідливими матеріалами;
- закриті зони нанесення з витяжкою повітря та подальшим очищенням;
- витяжка та подальше очищення повітря від процесів сушіння;
- витяжка та очищення повітря з зони охолодження;
- заміщення покриттів із високим вмістом розчинника на покриття з меншим вмістом розчинника або високим вмістом твердих часток;
- закриття приміщення для підготування фарби.

Великий потенціал для вдосконалення контролю неорганізованих викидів підкреслюється повідомленням про скорочення на близько 30% повідомлених неорганізованих викидів (тобто зниження з 10% до 7% у відсотках від загального вхідного потоку) на одній референтній установці (Завод № 097) що досягається через удосконалення фарбувальних цехів, особливо шляхом вдосконалення процесів витяжки в печі та зоні окисника, а також системи витяжки над пристроями для нанесення покриття та мокрою смугою перед її надходженням до печей. Це рішення було придатним для цієї лінії; на інших лініях, де робоче середовище, що оточує пристрої для нанесення покриттів, відрізняється за розміром та структурою, можливо, знадобиться знайти інші рішення для вдосконалення.

Усі оцінки неорганізованих викидів містять невизначеності в розрахунках балансу маси розчинника, які необхідно виявити та мінімізувати, наскільки це можливо, під час оголошення оперативних рівнів та визначення цілей для вдосконалення для окремих заводів із нанесення покриття на рулонний метал (див. Розділи 17.3.1, 17.3.2, 17.3.3 та 17.3.4).

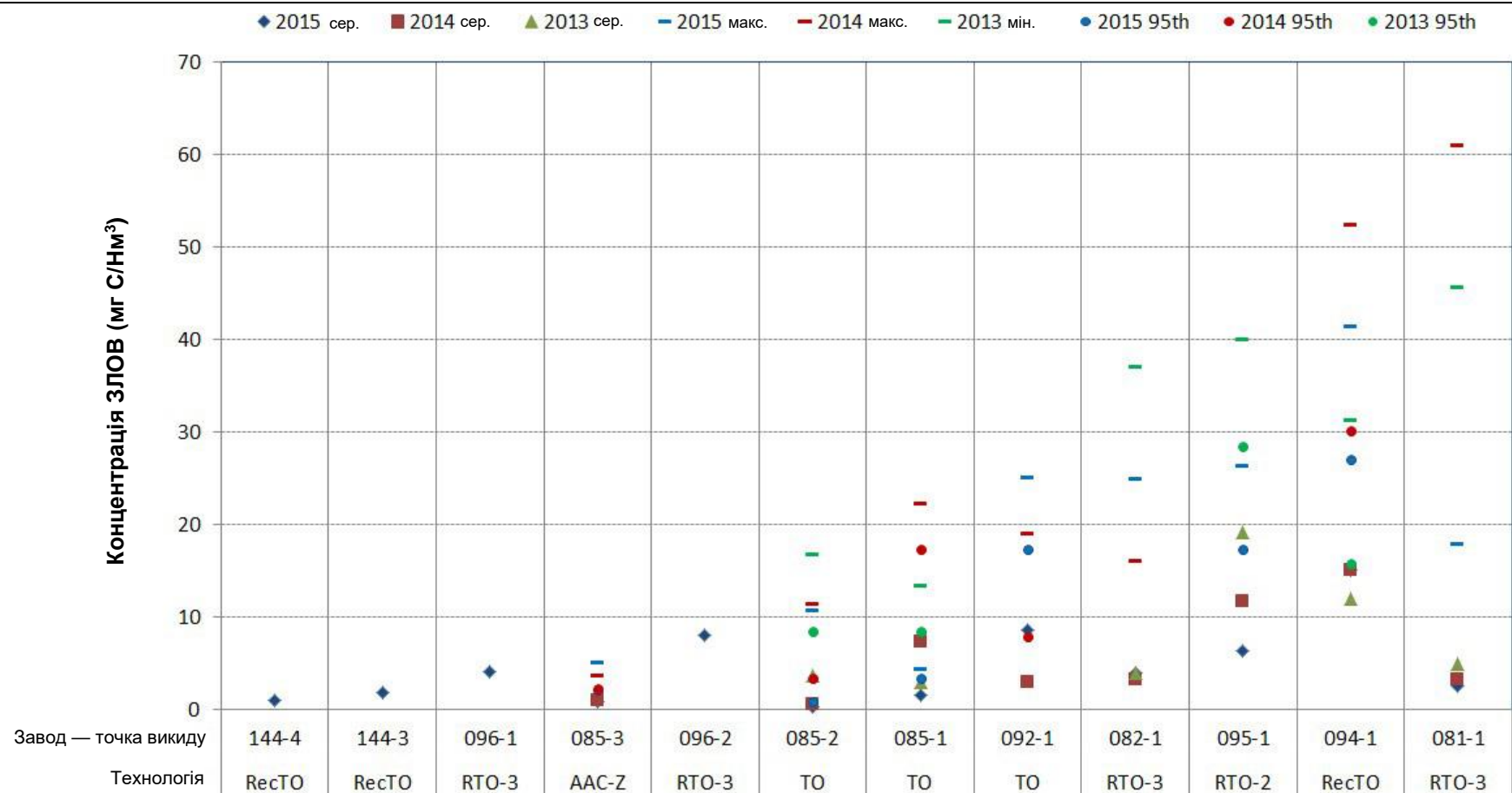
### **6.3.2.2 Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах**

Більшість повідомлених даних про викиди ЗЛОВ належать до періодичного моніторингу з частотою, що варіюється від чотирьох разів на рік до одного разу на 3 роки (див. Рисунок 6.6). Безперервний моніторинг здійснюється в меншій кількості випадків (див. Рисунок 6.7), а в деяких випадках здійснюється як безперервний, так і періодичний моніторинг.



Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

Рисунок 6.6: Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) за період 2013–2015 рр.



Примітка: Завод №081 та Завод №082: дані за 2011 р. замість даних за 2015 р. і дані за 2012 р. замість даних за 2014 р.

Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

Рисунок 6.7: Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (безперервний моніторинг) за період 2013–2015 рр.

### 6.3.2.3 Викиди NO<sub>x</sub> та CO у відпрацьованих газах

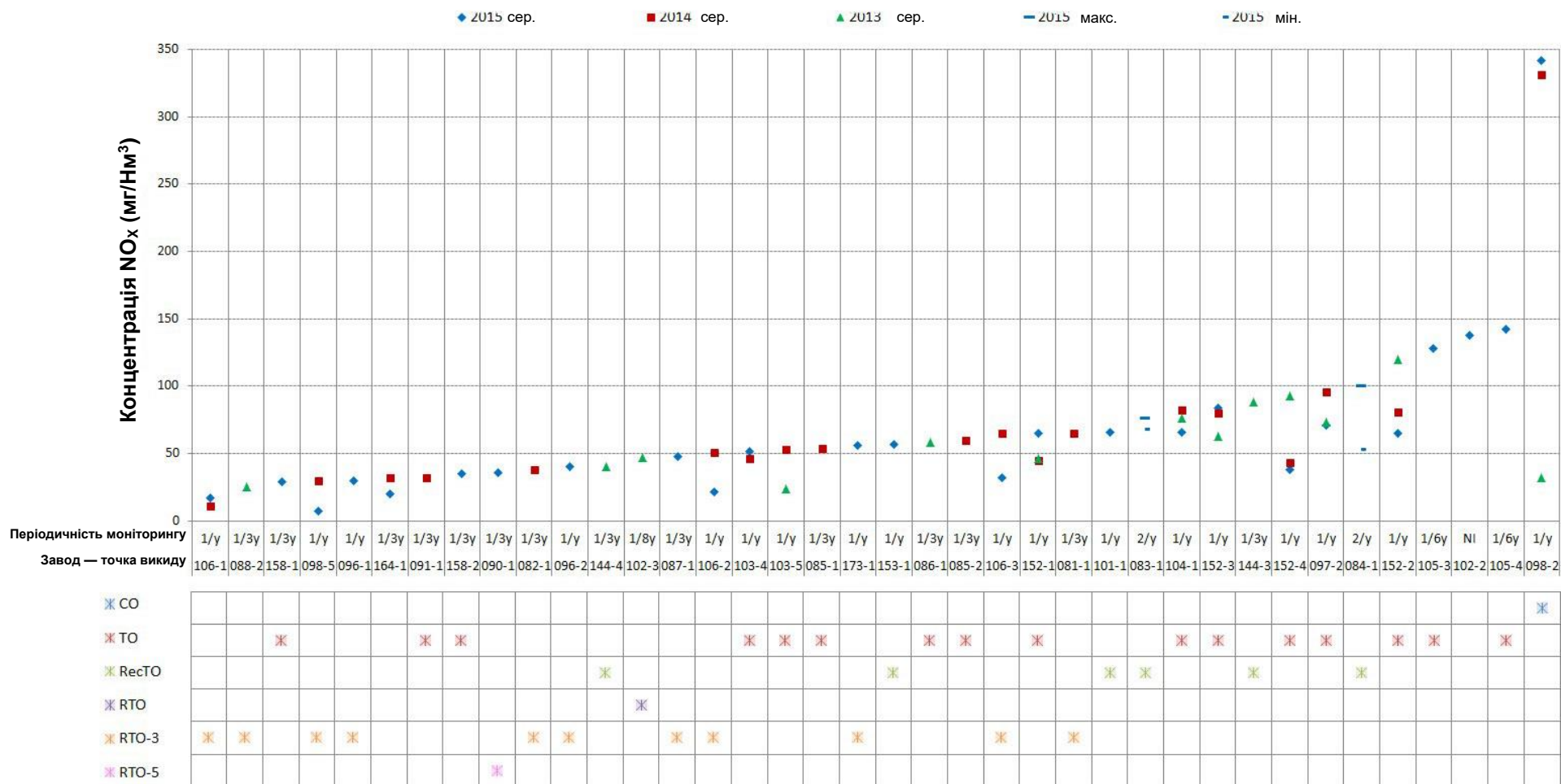
Викиди NO<sub>x</sub> є результатом термічної боротьби з викидами ЗЛОВ і пов'язані із застосовуваною технологією та відповідними умовами. Зазвичай викиди NO<sub>x</sub> вимірюються на періодичній основі, а періодичність варіюється від двох разів на рік до одного разу на 6 років.

Не повідомлялося про використання будь-яких технологій для зниження викидів NO<sub>x</sub>, оскільки основною метою процесу боротьби з викидами є обмеження викидів ЗЛОВ. За єдиним винятком, усі повідомлені значення нижче 150 мг/Нм<sup>3</sup> в середньому за період відбору проб.

На Рисунку 6.8 показані повідомлені значення періодичного вимірювання викидів NO<sub>x</sub> у відпрацьованих газах.

Викиди CO також виникають від термічної боротьби з викидами ЛОС і пов'язані із застосовуваною технологією та відповідними умовами. Зазвичай викиди CO вимірюються на періодичній основі, а періодичність варіюється від одного разу на місяць до 3 разів на рік.

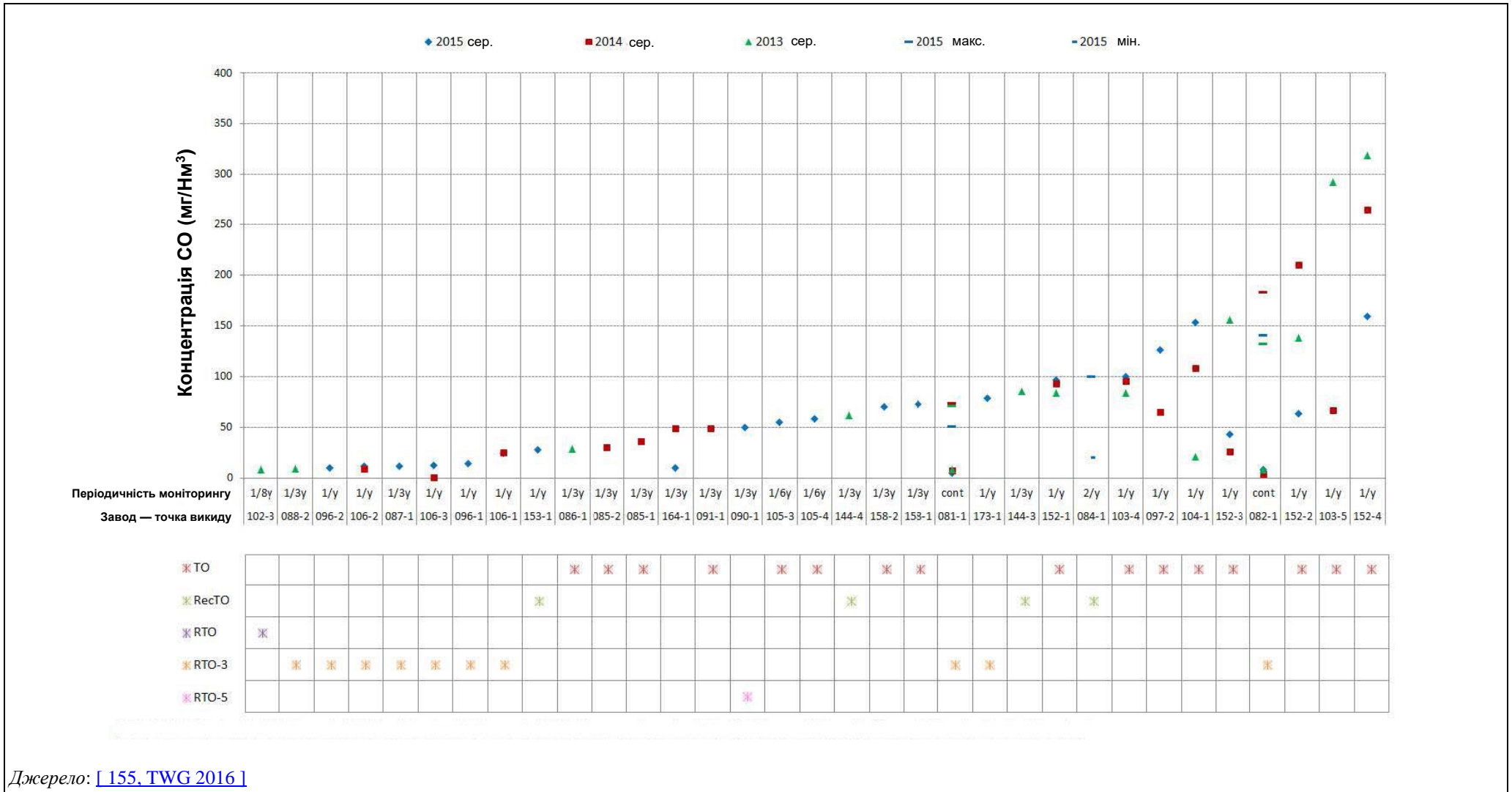
На Рисунку 6.9 показані повідомлені значення періодичного вимірювання викидів CO у відпрацьованих газах заводів із нанесення покриття на рулонний метал.



Примітка: №081 та №082: дані за 2011 р. замість даних за 2015 р. і дані за 2012 р. замість даних за 2014 р. / №102-2 дані за 2005 р. замість даних за 2015 р.

Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 6.8: Викиди NOx у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.



Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 6.9: Викиди СО у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.

### 6.3.2.4 Викиди у воду

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 22, ECCA 2004 ] [ 23, COM 2006 ] [ 38, TWG 2004 ]  
[ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

Основними джерелами стічних вод із лінії нанесення покриття на рулонний метал є секція очищення на вході та деякі процеси попередньої обробки, які вимагають подальшого промивання, і вони описані в ДД НДТМ для поверхневої обробки металів та пластмас. Процеси попередньої обробки також можуть застосовуватися з використанням «методу без промивання» (технологія нанесення валком). Ця технологія не призводить до утворення значної кількості стічних вод. Розчини для попередньої обробки та очищення, а також пов'язані з ними промивні води можуть оброблятися на установках для очищення стічних вод на об'єкті, або спрямовуватися за межі об'єкта для очищення або утилізації.

Існують деякі викиди у воду для швидкого охолодження, що використовується після затвердіння в процесі нанесення ґрунтовки та верхнього покриття, а також після тиснення, але вони не дуже значні. Оскільки всі фарбові системи вимагають швидкого охолодження, немає відмінностей у кількості стічних вод, що утворюються для різних фарбових систем, але можуть бути невеликі відмінності у фактичних рівнях/типах забруднювальних речовин. Тип викидів із секцій очищення та попередньої обробки лінії нанесення покриття на сталь залежить від металевої основи та характеристик хімічної речовини секцій очищення та попередньої обробки.

Дані про викиди у воду були повідомлені 11 установками [ 155, TWG 2016 ]. Параметрами, визначеними<sup>27</sup> як «основні параметри, що складають інтерес», були: Cr загальний, Cr(VI), нікель, цинк та фторид. Іншими параметрами, що складають потенційний інтерес, були DEHP та NP/NPE.

Основними застосовуваними технологіями є:

- коагуляція та флокуляція;
- нейтралізація;
- седиментація (відстоювання);
- осадження;
- фільтрування;
- флотажія;
- біологічне очищення.

Точні джерела стічних вод у технологічному процесі не у всіх випадках повністю зрозумілі (хоча вони були перевірені за конкретним типом попередньої обробки). У деяких випадках не було надано жодної інформації про те, чи проводилося очищення відпрацьованих вод (ОВВ) або про застосовані технології. Попри те, що значення є невисокими в разі розбивки за категоріями, немає жодної різниці між викидами зі спеціалізованого та комбінованого очищення відпрацьованих вод або між установками, що здійснюють скидання безпосередньо в поверхневі води, та установками, що здійснюють непряме скидання через установки з очищення міських стічних вод.

Продукти для європейського ринку переважно не містять хрому. Чотири установки повідомили про використання Cr у попередній обробці (але не про те, чи використовувався Cr(III) або Cr(VI)). З них лише одна повідомила про здійснення скорочення кількості Cr(VI) під час збору даних. У галузі спостерігається сильна тенденція до застосування попередньої обробки без вмісту хромат після закінчення терміну дії 21 вересня 2017 р. відповідно до законодавства з REACH [ 47, EU 2006 ], що означає, що для систем, що містять Cr(VI), потрібна авторизація. Ці авторизації, які можуть бути надані в тих випадках, коли заміщення недоцільне або недоступне для конкретних ситуацій, є предметом періодичного перегляду, й очікується, що використання Cr(VI) і надалі скорочуватиметься, поки в промисловості не будуть використовуватися лише технології для попередньої обробки без вмісту хромату [ECCA коментар №15 у [ 212, TWG 2018 ]].

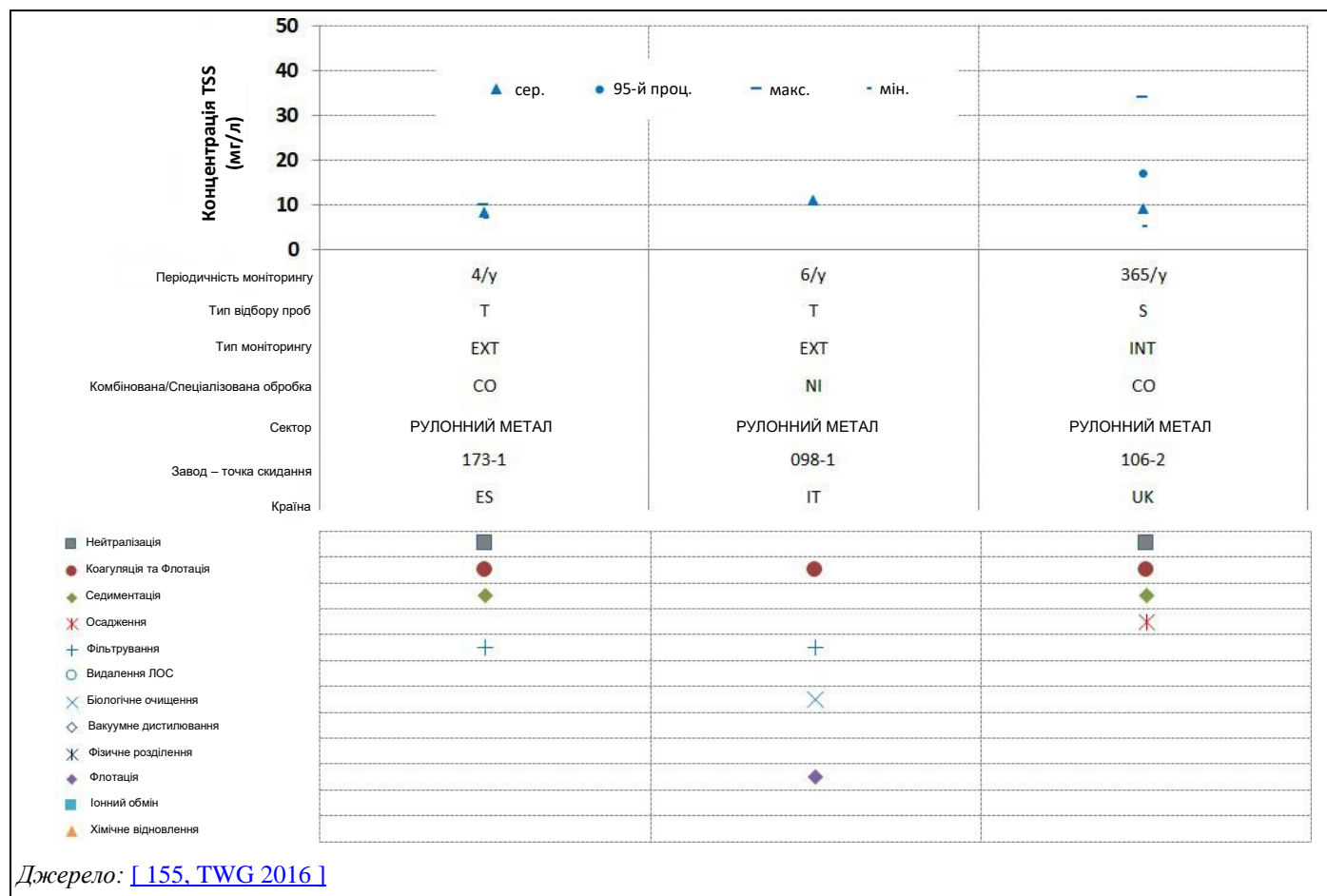
<sup>27</sup> Робочий документ COM 09/06/2016 Європейського бюро комплексного запобігання та контролю забруднення: Оцінка даних технічної робочої групи (TRG), поданих щодо викидів металів та інших викидів у воду для їхнього розгляду як основних екологічних проблем для установок, які здійснюють діяльність, що охоплюється ДПВ, Додаток 1 6.7.



Повідомлені значення для кожної забруднювальної речовини надані в подальших розділах. Пояснення скорочень, що використовуються для даних про викиди у воду, надане в Таблиці 2.22.

#### 6.3.2.4.1 Загальна кількість завислих твердих частинок (TSS)

Були надані дані за трьома точками викидів для прямого скидання TSS у приймальне водоймище, і вони продемонстровані на Рисунку 6.10.

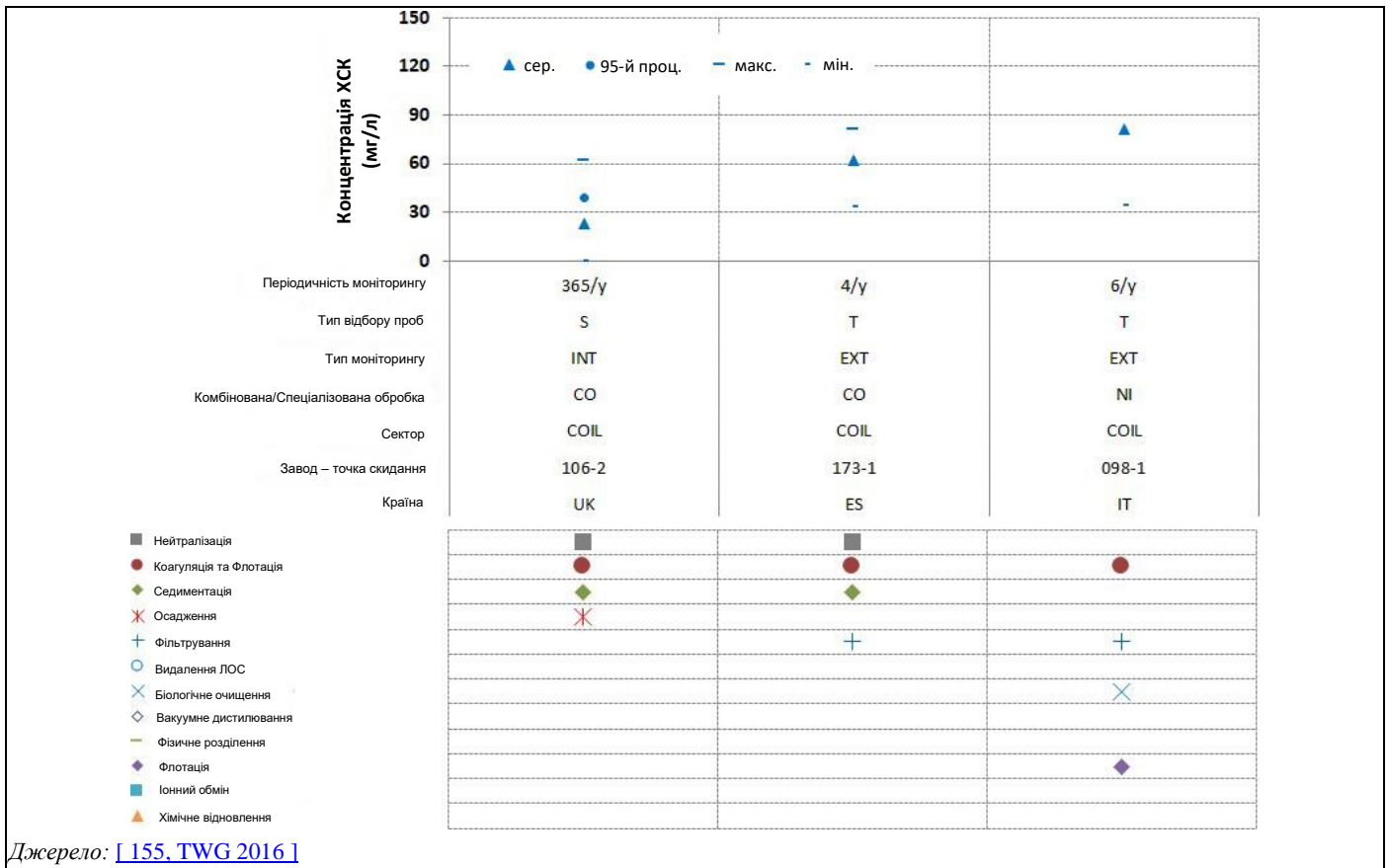


Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 6.10: Значення концентрації TSS для прямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.)

#### 6.3.2.4.2 Хімічне споживання кисню (ХСК)

Були надані дані за трьома точками викидів для прямого скидання в приймальне водоймище за показником ХСК, і вони продемонстровані на Рисунку 6.11.

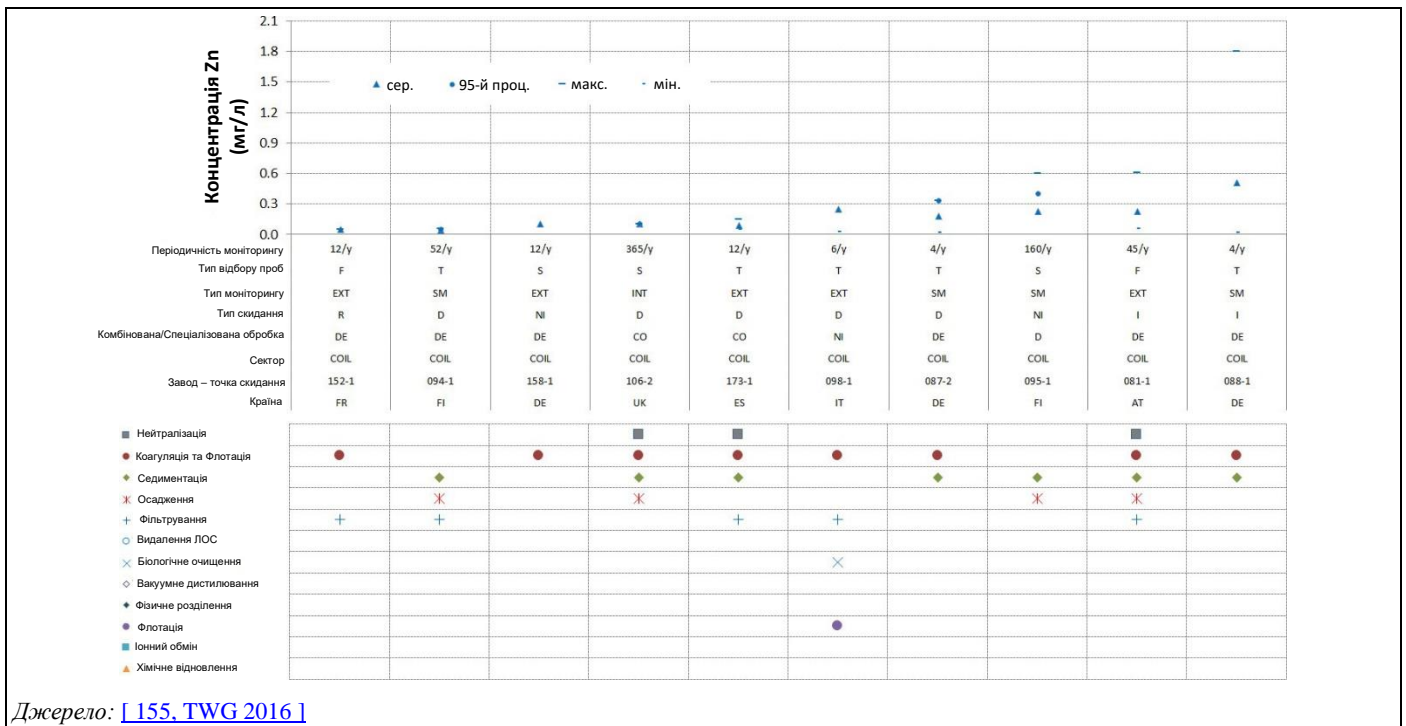


Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 6.11: Значення концентрації ХСК для прямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.)

### 6.3.2.4.3 Цинк (Zn)

Були надані дані за 10 заводами щодо викидів цинку. Більшість повідомлених максимальних значень (9 з 10) нижче 0,6 мг/л.

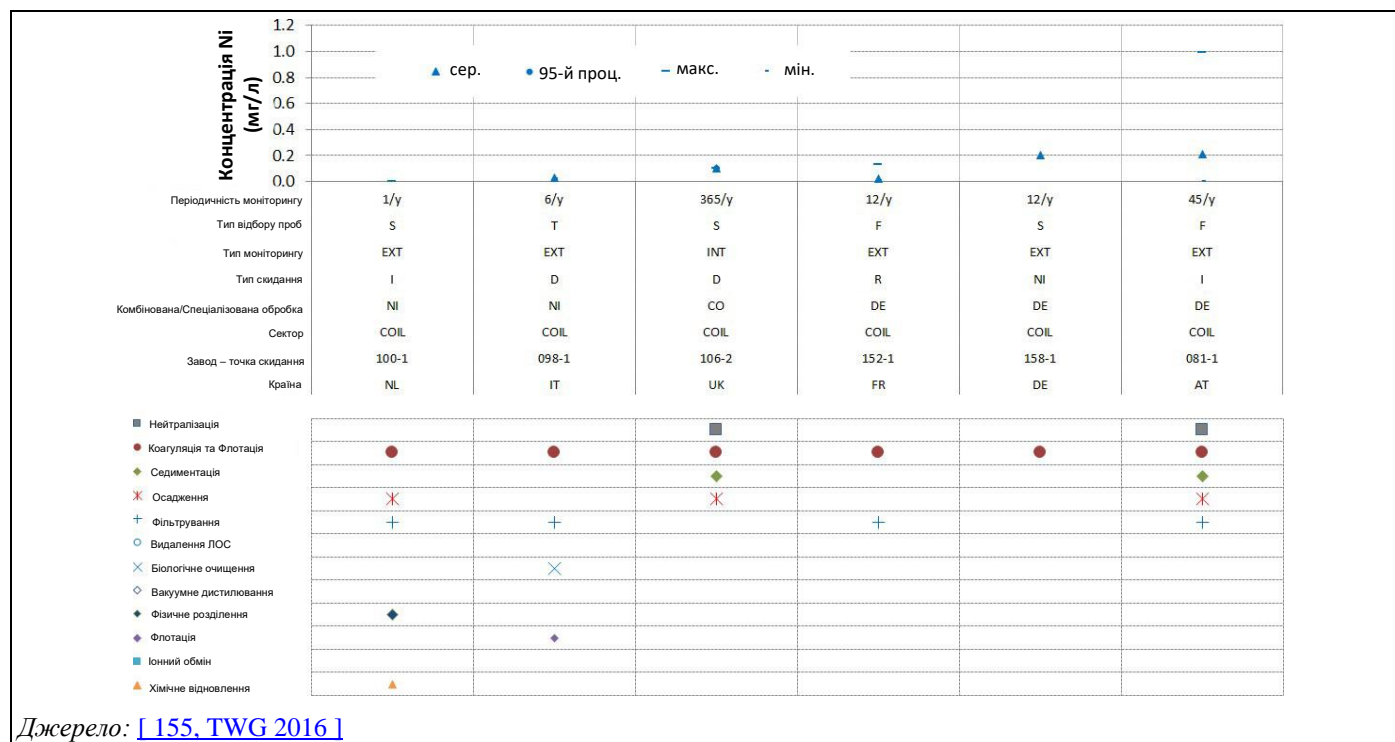


Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 6.12: Значення концентрації Zn для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.)

### 6.3.2.4.4 Нікель (Ni)

Були надані дані за шістьма заводами щодо викидів нікелю у воду. Усі повідомлені значення, крім одного, нижче 0,2 мг/л.

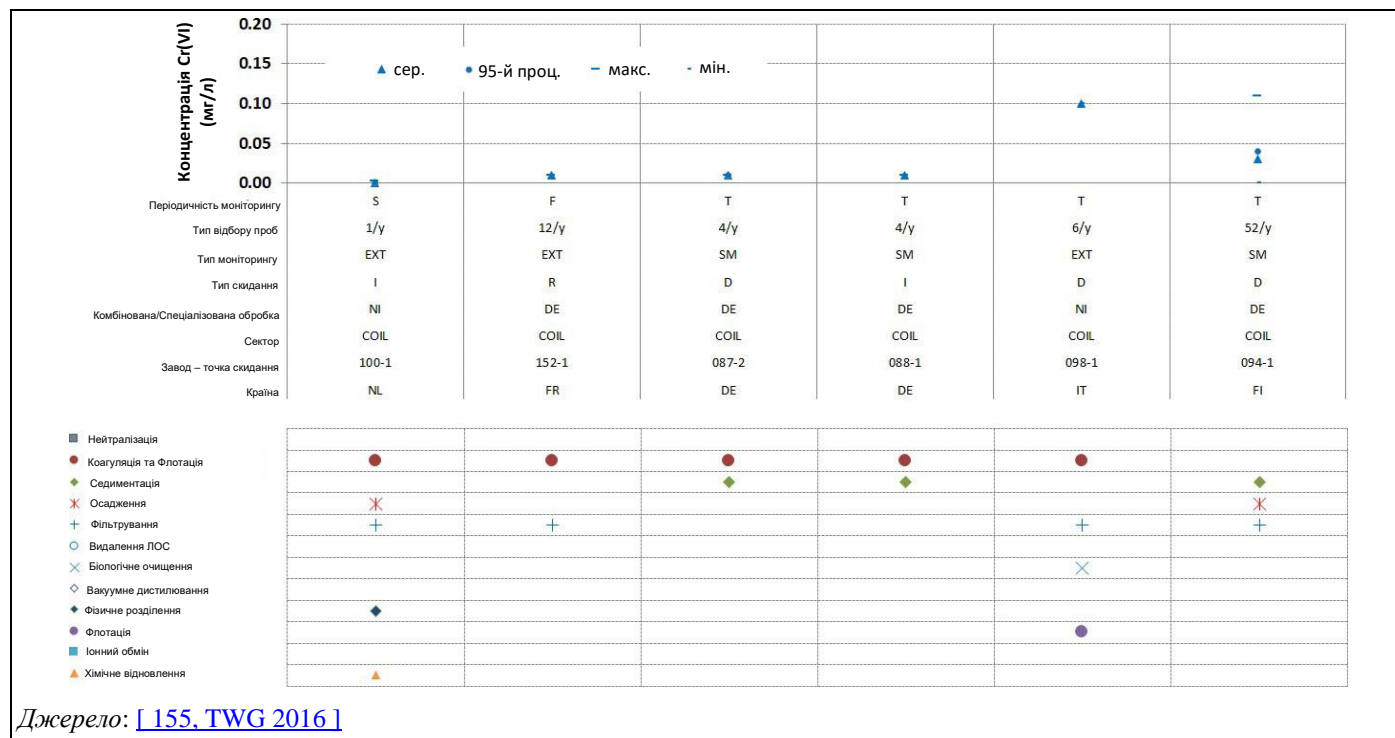


Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 6.13: Значення концентрації Ni для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.)

### 6.3.2.4.5 Шестивалентний хром (Cr(VI))

Були надані дані за шістьма заводами щодо викидів шестивалентного хрому в стічні води. Усі значення нижче 0,11 мг/л, а чотири з шести повідомлених значень нижче 0,044 мг/л.



Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 6.14: Значення концентрації Cr(VI) для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.)

### 6.3.2.4.6 Загальний хром (Cr загальний)

Були надані дані за дев'ятьма заводами щодо викидів загального хрому у стічні води. Усі повідомлені максимальні значення, крім двох, нижче 0,14 мг/л. Повідомлені значення надані на Рисунку 6.15.

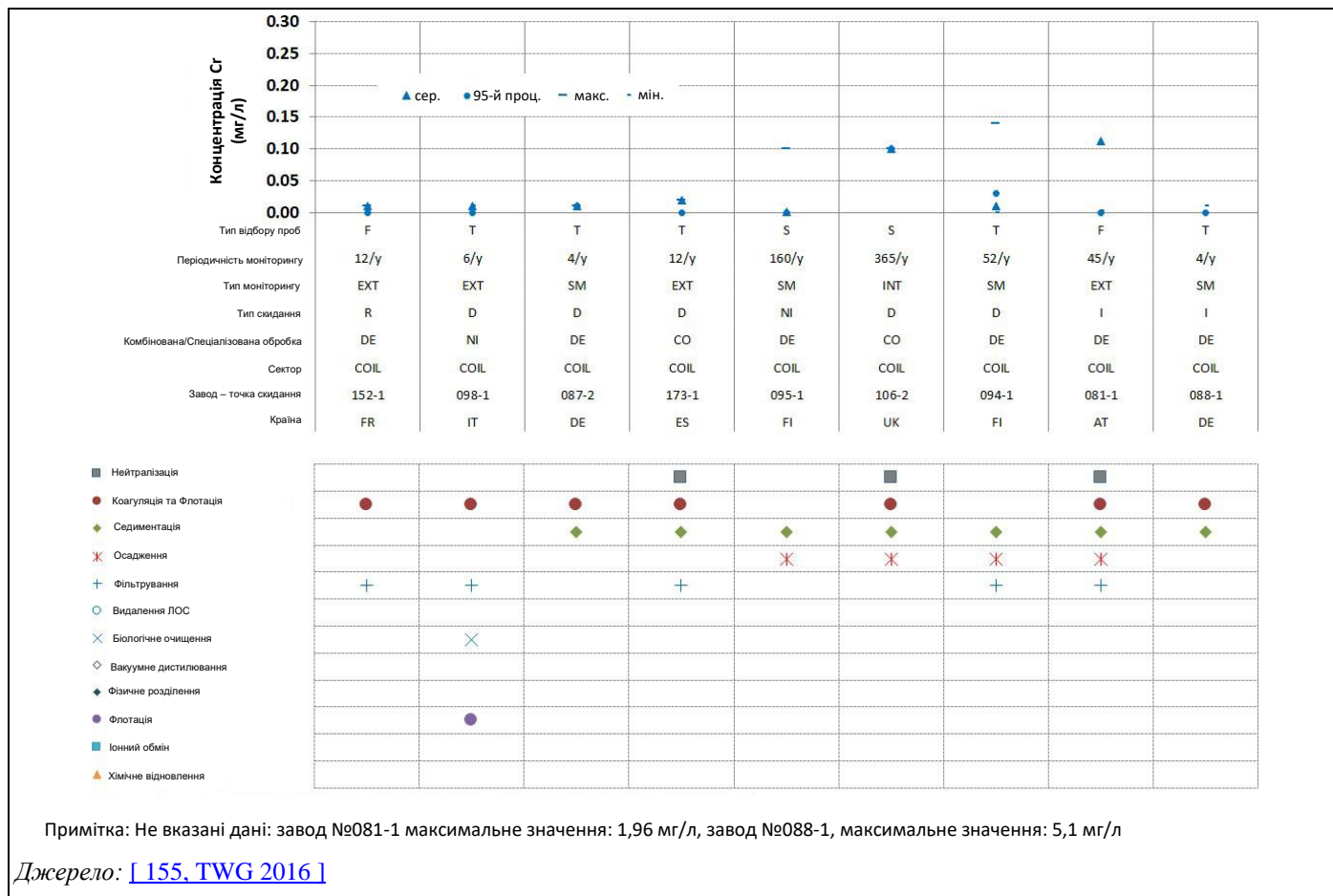


Рисунок 6.15: Значення концентрації Cr для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.)

### 6.3.2.4.7 Фторид (F-)

Були надані дані за вісьмома заводами щодо викидів фторидів у стічні води. Повідомлені значення надані на Рисунку 6.16. Усі повідомлені максимальні значення, крім двох, нижче 7 мг/л, і лише два значення складають близько 53–62 мг/л.



Рисунок 6.16: Значення концентрації фторидів для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.)

### 6.3.2.4.8 Адсорбовані органічні галогени (АОХ)

Були надані дані за трьома заводами щодо викидів АОХ у стічні води. Повідомлені значення надані на Рисунку 6.17. Усі повідомлені максимальні значення нижче 0,2 мг/л.

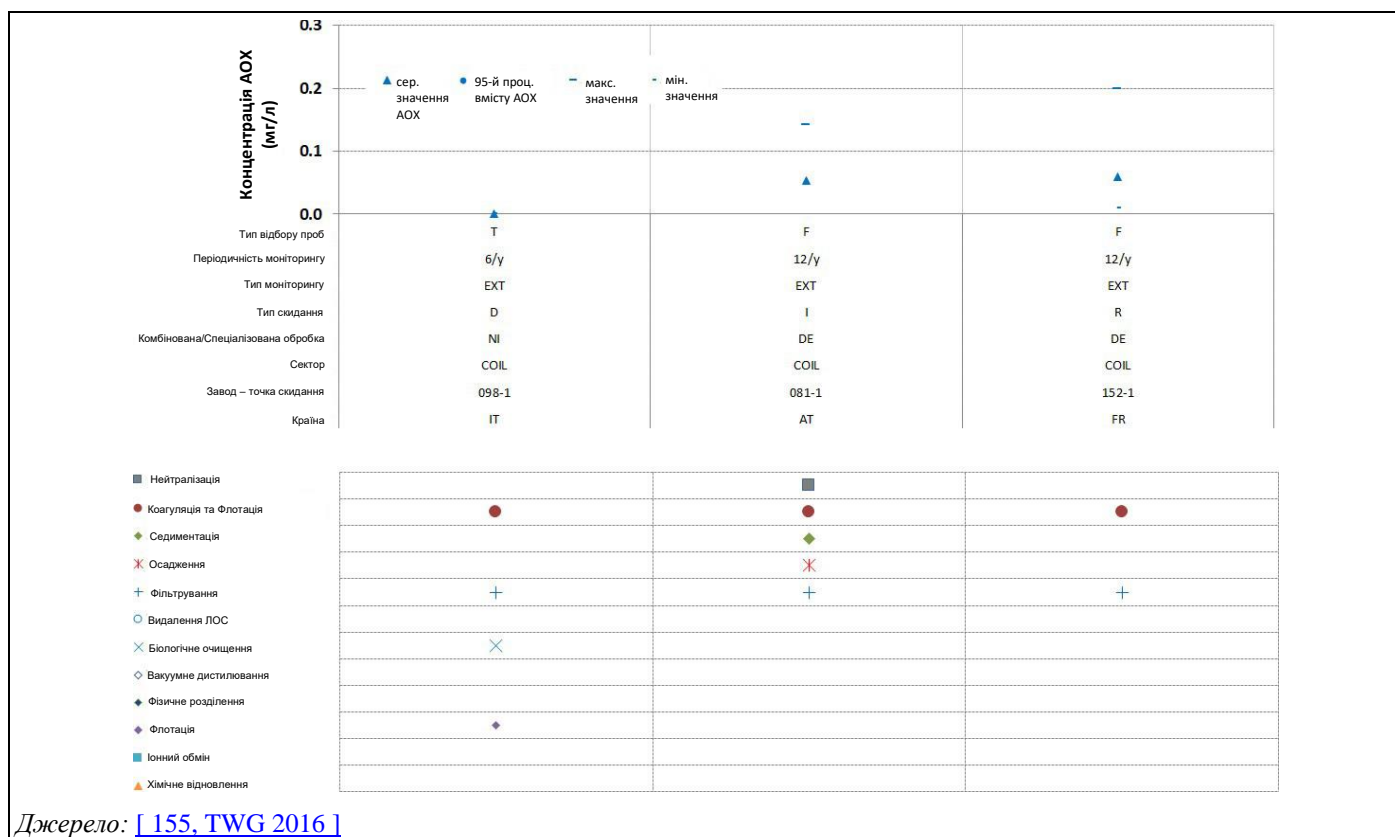


Рисунок 6.17: Значення концентрації АОХ для прямого та непрямого скидання стічних вод заводів із нанесення покриття на рулонний метал (дані за 2015 р.)

### 6.3.2.5 Утворення відходів

[ 155, TWG 2016 ]

Основні типи відходів, що утворюються в процесі нанесення покриттів та шляхи їхньої обробки або утилізації надані в Таблиці 6.12.

Таблиця 6.12: Основні види відходів, що утворюються в індустрії нанесення покриття на рулонний метал

| Тип відходів   | Джерело   | Кількість (кг відходів на т продукту) | Середній вміст розчинника (%) | Маршрут переробки або утилізації                  |
|--|---|---------------------------------------|-------------------------------|---|
| Відпрацьований розчинник   | Процеси очищення                                | 0,6–2,9                               | 50–100                        | Передається за межі об'єкта як шкідливі відходи   |
| Відходи фарб та лаку, що містять органічні розчинники або інші шкідливі речовини                               | Виробничі процеси                               | 0,02–1,3                              | 40–60                         | Передається за межі об'єкта як шкідливі відходи   |
| Відходи олійної емульсії   | Очищення (попередня обробка) відпрацьованих вод | 0,04–0,06                             | ІВ                            | Передається за межі об'єкта як шкідливі відходи   |
| Відходи фарбувального цеху (фільтрувальні матеріали, серветки та тканина для протирання, що містять розчинник) | Процеси виробництва / очищення                  | 0,3–2,4                               | 35–50                         | Передається за межі об'єкта як шкідливі відходи   |
| Металевий брухт (контейнери, барабани тощо) та пластмасові контейнери  | Виробничі процеси                               | 0,05–2,1                              | 0,1–3                         | Повертається до постачальника                     |
| Відпрацьований розчинник, що містить галогенізовані речовини   | Виробничі процеси                               | 1,0–1,3                               | ІВ                            | Передається за межі об'єкта як шкідливі відходи   |
| Осад з установки з очищення відпрацьованих вод   | Очищення (попередня обробка) відпрацьованих вод | 0,3–0,8                               | 5                             | Передається за межі об'єкта як шкідливі відходи   |
| Відходи плівок ПЕ/ПВХ  | Виробничі процеси                               | 0,6–0,8                               | ІВ                            | Передається за межі об'єкта як нешкідливі відходи |

Примітка: ІВ: Інформація відсутня.  
Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

#### Застосовувані технології мінімізації утворення відходів

Основними технологіями, що використовуються для мінімізації кількості утворюваних відходів, про які повідомляється, є [ 155, TWG 2016 ]:

- використання багаторазових контейнерів для зменшення кількості металобрухту;
- багаторазові очищувальні серветки;
- повторне використання поверненої фарби з головки пристрою для нанесення покриття в процесі зміни продукту;
- дистильовання використаних розчинників;
- вакуумний випарник для відпрацьованих вод від знежирення, промивання та видалення шламу; це призводить до збільшення обсягу рециркульованої води та зменшення кількості осаду від фізико-хімічного очищення відпрацьованих вод, що підлягає утилізації;
- фільтрпреси, центрифуги та декантери для осаду стічних вод для зменшення кількості осаду від фізико-хімічного очищення відпрацьованих вод, що підлягає утилізації.
- система промивання в попередній обробці без утворення стічних вод;
- удосконалення процесів поводження з відходами, при цьому особлива увага приділяється усуненню осадів шляхом збільшення частоти збирання та відмови від збирання в автоцистерни для сипкого матеріалу.
- повторне використання води, яка використовується для охолодження стрічки після попередньої обробки.

## 6.4 ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА РУЛОННИЙ МЕТАЛ

У Главі 17 описані технології, які також можуть бути застосовні в нанесенні покриття на рулонний метал. У Таблиці 6.13 показані загальні технології, що стосуються нанесення покриття на рулонний метал, що описані в Главі 17. Ці технології не повторюються в цьому розділі, якщо тільки не була надана інформація, що стосується цієї галузі. Опис типу інформації, що розглядається для кожної технології, наведено в Таблиці 17.1.

У довідковому документі EGTEI з нанесення покриття на рулонний метал (див. Додаток 21.3.1) містяться деякі дані про витрати та переваги деяких технологій скорочення викидів ЛОС на європейському рівні. Проте підхід EGTEI обов'язково має обмежувати його комплексність, і наводяться лише основні технології без урахування інших факторів НДТМ, як-от вплив на різні компоненти довкілля, або технічних характеристик окремих установок.

**Таблиця 6.13: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі**

| Технологія   | Номер розділу |
|--|---------------|
| Технології екологічного менеджменту                | 17.1          |
| Зберігання та поводження із сировиною              | 17.2          |
| Моніторинг   | 17.3          |
| Використання води та утворення стічних вод         | 17.4          |
| Управління енергоспоживанням та енергоефективність | 17.5          |
| Управління сировиною (у тому числі заміщення)      | 17.6          |
| Процеси та обладнання для нанесення покриття       | 17.7          |
| Технології сушіння та/або затвердіння              | 17.8          |
| Технології очищення                                | 17.9          |
| Видалення та очищення відхідних газів              | 17.10         |
| Технології очищення відпрацьованих вод             | 17.11         |
| Технології управління відходами                    | 17.12         |
| Виділення запахів                                  | 17.13         |

### 6.4.1 Баланс маси розчинника для заводу з нанесення покриття на рулонний метал

[ 177, ECCA 2017 ] [ 185, ECCA 2017 ] [ 212, TWG 2018 ]

#### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.3.1.

Детальний опис методології для БМР, запропонованої галуззю (ECCA), разом з аналізом основних джерел невизначеності в розрахунку неорганізованих викидів можна знайти в Додатку 21.5.2.

### 6.4.2 Технології на основі матеріалів (в тому числі заміщення)

#### 6.4.2.1 Конверсійні покриття

Конверсійне покриття є захисним поверхневим шаром на металі, який створюється в результаті хімічної реакції між металом і хімічним розчином. Він також може забезпечити кращу адгезію для подальших покриттів, як-от фарба.

Конверсійні покриття докладніше описані в ДД НДТМ для поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ].

Для конверсійних покриттів у галузі нанесення покриття на рулонний метал традиційно використовувалися промивання Cr (VI) (хроматом) після попередньої обробки.

Проте, відповідно до Регламенту REACH [47, EU 2006] термін придатності сполук Cr(VI), що використовуються в таких промиваннях, закінчився 21 вересня 2017 р., і тепер для кожного використання необхідна спеціальна авторизація (див. також Розділ 6.2.1.1.5).

### 6.4.2.2 Конверсійні покриття без вмісту хрому(VI)

[ЕССА коментар №17 у [212, TWG 2018 ]]

Зараз розроблені конверсійні покриття, що не містять хром(VI), для нанесення за технологією «висихання на місці» на етапі попередньої обробки. Великі НДДКР дали можливість створити низку систем на основі відповідної комбінації  $TiF_6$  /  $ZrF_6$  /фосфату/полімерів для оцинкованої сталеві основи та  $TiF_6$  /  $ZrF_6$ /полімерів для алюмінієвої основи.

### 6.4.2.3 Покриття з високим вмістом твердих часток

#### Опис

Фарби на основі розчинників, які використовуються для нанесення на рулонний метал, мають вміст твердих часток близько 40%.

Системи покриття з високим вмістом твердих часток – 70–95% – також можуть застосовуватись у процесах нанесення покриття на рулонний метал для деяких конкретних галузей застосувань.

#### Технічний опис

Див. Розділ 17.7.2.1.

Пластизолеве ПВХ покриття є звичайним продуктом для нанесення на рулонний метал і зазвичай містить менш як 10% розчинника. ПВХ пластизоль сьогодні є найбільш широко застосовуваним покриттям із високим вмістом твердих часток в індустрії нанесення покриття на рулонний метал, яке у 2016 році складало 12,5% від усіх верхніх покриттів [265, TWG 2019].

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення кількості розчинника в печах може призвести до скорочення потоків витяжного повітря або збільшення швидкості лінії за певної концентрації в повітрі.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Спостерігається тенденція до зниження вмісту розчинника в інших хімічних складах покриттів відповідно до властивостей нанесення та технічних вимог до готового продукту. Проте важко знайти баланс між здатністю до сприйняття покриття (тобто низькою в'язкістю), реалістичними умовами процесу (тобто параметрами валкового пристрою для нанесення покриття, особливо тиском валка) і товщиною (тобто товщиною в сухому стані 20 мкм для стандартного продукту, пофарбованого за технологією койлкоутінгу).

Див. також технічний опис вище.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Коли задана товщина вища, ніж у стандартного покриття, низька концентрація розчинника врівноважується більшою товщиною; загальний вміст розчинника в повітрі, що видаляється з печі, залишається приблизно таким самим. Якщо задана товщина ближче до товщини стандартного покриття, зменшення кількості парів розчинника в потоці відходів може збільшити потребу в газі/виплоному паливі в окиснику та/або зменшити обсяг енергії, що регенерується для підігріву повітря в печі.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Зазвичай застосовується, якщо дотримуються критерії ефективності та економічні критерії. Для нанесення ПВХ пластизолів потрібне додаткове/інше обладнання.

#### Економічні аспекти

Покриття з більш високим вмістом твердих часток вимагають нанесення з меншою товщиною мокрої плівки для досягнення такої самої кінцевої товщини покриття в сухому стані. Це створює більше навантаження на валки-аплікатори та може призвести до збільшення витрат на технічне обслуговування й більшого споживання електроенергії для керування пристроєм для нанесення покриттів.



**Стимул до впровадження**

- У випадку пластизолу стимулом є ринковий попит на цей конкретний продукт.
- У випадку інших продуктів основним стимулом є потенційне зниження витрат через нижчу ціну за нанесений мкм, підприємства для нанесення покриття на рулонний метал купують фарбу в кілограмах.
- Зазвичай існує тиск як від підприємства для нанесення покриття на рулонний метал, так і від постачальників фарб щодо зниження вмісту розчинника у фарбах, що використовуються для нанесення покриття на рулонний метал. Проте це швидше процес безперервного вдосконалення, ніж справжній прорив: лише в кількох випадках вдавалося знизити вміст розчинника до значення нижче 30% без істотної зміни властивостей/вартості кінцевого продукту.
- Вимоги щодо охорони праці та техніки безпеки щодо рівнів ЛОС у зонах поводження з фарбами.

**Приклади заводів**

Заводи №152, №084, №086, №090, №095, №102, №106, №153 та №164 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

**Довідкова література**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 185, ECCA 2017 \]](#)

**6.4.2.4 Фарби/покриття на водній основі****Опис**

Фарби на водній основі містять водорозчинні або вододисперсійні смоли, як правило, на основі поліефірних, акрилових, меламінових та епоксидних смол. Більшість доступних наразі водорозчинних фарб також містять до 20% органічних розчинників у якості коалесцентів. Див. також Розділ 17.7.2.2.

**Технічний опис**

Фарбові системи на водній основі для нанесення покриття на рулонний метал зазвичай є однокомпонентними фарбами. Вони переважно є фарбами на основі поліефірної, акрилової, меламінової та епоксидної смоли. Фарбові системи на водній основі зазвичай мають вміст води 10–65% мас. і часто також містять < 3–20% органічних розчинників у якості коалесцентів і для покращення властивостей шару мокрої плівки.

**Досягнуті екологічні переваги**

Див. Розділ 17.7.2.2.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Див. Розділ 17.7.2.2.

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Див. Розділ 17.7.2.2.

Вода має вищу енергію випаровування, ніж органічні розчинники, тому покриття на водній основі в процесі нанесення покриття на рулонний метал зазвичай вимагають великого споживання енергії в печах для затвердіння.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Це нішеве покриття, що використовується в невеликих кількостях у галузі нанесення покриття на рулонний метал, оскільки фарбові системи на водній основі не застосовуються для широкого спектра застосувань. Наразі оброблювані фарби на водній основі не перевищують 0,2% загального споживання фарби в процесах нанесення покриття на рулонний метал у Західній Європі. Якщо використовуються покриття на водній основі, застосування переважно обмежується ґрунтовками та основними шарами або базовими шарами покриття. Системи покриття на водній основі використовувалися на деяких лініях для нанесення покриття на рулонний метал, але вони не застосовні для широкого спектра специфікацій щодо кінцевого використання. Їх можна використовувати на лініях, призначених для обмеженого асортименту продукції, де розробка конкретного складу задовольняє технічні вимоги.

**Економічні аспекти**

Див. Розділ 17.7.2.2.

### Стимул до впровадження

Див. Розділ 17.7.2.2.

### Приклади заводів

Заводи №081, №082, №089, №090, №092, №144 та №164 у [\[155, TWG 2016\]](#).

### Довідкова література

[\[5, DFIU et al. 2002\]](#) [\[22, ECCA 2004\]](#) [\[38, TWG 2004\]](#) [\[155, TWG 2016\]](#) [\[185, ECCA 2017\]](#)

## 6.4.2.5 Порошкові покриття

### Опис

Див. Розділ 17.7.2.6.

### Технічний опис

Частинки порошку зазвичай наносять за допомогою електростатичного заряду у фарборозпилювачах або камері для фарбування порошковими матеріалами в хмарі заряджених частинок, а потім притягуються до заземленої металевої стрічки в міру її проходження. Нанесення зазвичай виконується на одній стороні стрічки одним шаром із типовою товщиною від 50 мкм до 60 мкм.

### Досягнуті екологічні переваги

Див. Розділ 17.7.2.6.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Попередня хімічна обробка поверхні аналогічна до обробки для нанесення продуктів на основі розчинників. Сушіння або затвердіння зазвичай здійснюється за допомогою комбінації інфрачервоного випромінювання й гарячого циркулювального повітря, а також у печах ближнього інфрачервоного діапазону або індукційних печах. Досягаються температури об'єкта 180–250 °С. Процес затвердіння зазвичай завершується протягом 1,5–2 хвилин.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Див. Розділ 17.7.2.6.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Швидкість лінії для нанесення порошкового покриття, плавлення, сплавлення, потоку та затвердіння значно знижується, оскільки більшість ліній для нанесення покриття на рулонний метал працюють на набагато вищій швидкості, ніж швидкість, що досягається у випадку використання технологій порошкового покриття (зазвичай 150 м/хв для останніх ліній нанесення покриття на рулонний метал у порівнянні з 20 м/хв для нанесення порошкового покриття). Отже, порошкове покриття обмежене низькою швидкістю лінії для деяких конкретних продуктів, оскільки існує також дуже обмежений спектр якості порошкового покриття, яке можна наносити та піддавати затвердінню за такий короткий час.

Сучасні технології ще не можуть забезпечити однорідність порошкових покриттів із товщиною плівки менше ніж 30 мкм. У сукупності ці обмеження означають, що перехід на порошкові покриття для звичайних установок наразі неможливий. Ця технологія особливо використовується в будівельній галузі, наприклад, для плоских панелей, віконних рам, санітарних кабін та в галузі обробки листового металу (корпуси комп'ютерів тощо). Вона також використовується в нішевих продуктах невеликого обсягу виробництва. Двостороннє порошкове покриття на лінії нанесення покриття на рулонний метал досі є проблематичним.

### Економічні аспекти

Виробничі витрати вищі в порівнянні з витратами в процесах нанесення рідких покриттів через жорсткі обмеження швидкості та складність контролю товщини плівки, що наноситься.

### Стимул до впровадження

Усунення розчинників.

### Приклади заводів

У Європі дуже мало установок для нанесення порошкового покриття на всю ширину алюмінієвих та сталевих рулонів.

### Довідкова література

[\[5, DFIU et al. 2002\]](#) [\[22, ECCA 2004\]](#) [\[78, TWG 2005\]](#) [\[REFERENCE BOOKMARK\\_13079\]](#)  
[\[185, ECCA 2017\]](#)

## 6.4.2.6 Нанесення ламінувальної плівки

### Опис

Використання полімерних плівок, нанесених на рулонний метал або стрічку для надання естетичних або функціональних властивостей, що зменшує кількість необхідних шарів покриття.

### Технічний опис

Для деяких конкретних кінцевих застосувань на заводах із нанесення покриття на рулонний метал наносять тверді полімерні плівки, що не містять розчинників. Ці плівки можуть бути на основі низки полімерів, у тому числі:

- ПВХ (полівінілхлорид);
- ПВФ (полівінілфторид);
- ПЕТ (поліетилентерефталат);
- акрил;
- поліпропілен.

У деяких випадках плівки бувають кольоровими або непрозорими та можуть бути оздоблені друкованими шаблонами або структурами. В інших випадках це прозорі плівки, що мають певні характеристики твердості, стійкості корозії тощо. Майже в кожному випадку плівка наноситься поверх базового шару рідкої фарби або шару клейкої речовини. Для ламінування стрічки пластмасовою плівкою потрібне спеціальне обладнання.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Плівки наносяться притискним валком на попередньо нагрітий шар відповідного базового покриття/клейкої речовини, зазвичай одразу після виходу з печі для затвердіння.

Відносна екологічна ефективність (у порівнянні зі стандартною фарбою) залежить від остаточного складу системи покриття. Якщо замість звичайного шару фарби використовується плівка, наклеєна на стрічку попередньо нагрітою клейкою речовиною, то немає ознак кращої екологічної ефективності в порівнянні з нанесенням рідкого покриття на рулонний метал. Коли ламінувальна плівка наноситься поверх фарбової системи, загальне споживання сировини та енергії може бути значно нижчим.

Через високий вміст розчинника в клейких речовинах, що використовуються для приклеювання ламінувальної плівки, скорочення викидів розчинника під час використання ламінувальної плівки може бути набагато меншим, ніж можна було очікувати [ECCA коментар №19 у [\[212, TWG 2018\]](#)].

У деяких випадках зовнішнього застосування ламінувальної плівки забезпечує чудову стійкість до погодних умов. Проте це зазвичай компенсується додатковою вартістю ламінувальної плівки та її тенденцією до відшаровування від сталевієї основи. Ламінувальні продукти переважно використовуються для внутрішнього нанесення, де вони пропонують широкий спектр поверхневих оздоблень, наприклад, текстура деревини [ECCA коментар №20 у [\[212, TWG 2018\]](#)].

### Вплив на різні компоненти довкілля

Полімерні плівки виробляються за межами об'єкта шляхом екструзії або каландрування. Ширина, що замовляється, рідко збігається з точними розмірами рулонів для ламінування. Зайва плівка обрізається збоку та є технологічними відходами.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Зазвичай використовується для досягнення дуже специфічних кінцевих властивостей. Нанесення ламінувальних плівок не може конкурувати з нанесенням рідкого покриття на рулонний метал у всіх стандартних випадках.

### **Економічні аспекти**

Процес потребує спеціального обладнання. Якщо це обладнання не було встановлено під час будівництва лінії, її модернізація може виявитися складною та дорогою.

Ламінувальні плівки дорожчі за звичайні рідкі покриття. Цей процес складає інтерес тільки коли потрібна якась конкретна функція, яку важко або неможливо досягти за допомогою рідкого покриття.

### **Стимул до впровадження**

- Специфікації продукту та інновації.
- Цей процес дає змогу постачати деякі нішеві продукти для особливих цілей.

### **Приклади заводів**

Заводи №081 та №082 (поліетиленові захисні плівки), №087, №088, №090, №094, №097, №101, №103, №105 та №152 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### **Довідкова література**

[\[22, ECCA 2004\]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[REFERENCE BOOKMARK\\_13079 \[185, ECCA 2017\]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## **6.4.2.7 Покриття що твердіють за допомогою випромінювання**

Див. Розділ 17.7.2.3 та Розділ 17.8.5.

## **6.4.3 Технології та обладнання для нанесення покриття**

### **6.4.3.1 Нанесення конверсійних покриттів із допомогою системи «розпилення, застосування гумового валика і промивання»**

#### **Опис**

Розпилення використовується для нанесення очисних засобів, засобів для попередньої обробки та промивання. Після розпилення використовують гумові валики для мінімізації витікання розчину, після чого відбувається промивання.

#### **Технічний опис**

Нанесення розпиленням здійснюється в закритих кабінах. У всіх випадках використання подальшого етапу промивання водою абсолютно необхідне.

Продукти фосфатування заліза для холоднокатаних сталевих стрічок використовуються разом подальшим промиванням, що зазвичай містить комплекси без вмісту Cr(VI). Лужні конверсійні покриття (на основі кобальту або без вмісту кобальту) у поєднанні з подальшим промиванням засобами, які не містять Cr(VI), забезпечують чудову адгезію фарби та захист від корозії на основах, покритих цинком або цинковим сплавом.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Досягається довга тривалість строку служби.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Температура процесу перебуває в діапазоні від кімнатної температури до 70 °C. Застосований тиск розпилення становить від 0,5 до 2 бар [\[185, ECCA 2017 \]](#).

### Вплив на різні компоненти довкілля

Ця технологія спричиняє велике споживання хімічних речовин для обробки поверхні. Відзначаються високі рівні витікання, що призводить до забруднення води для промивання, що підлягає подальшому очищенню, і додатковим відходам.

Для цього процесу потрібні великі обсяги води. Можна значно знизити ці обсяги через відповідне планування етапу промивання (див. приклад каскадного промивання в Розділі 17.4.3), але споживання води ніколи не впаде до нуля, оскільки ванни для промивання мають працювати з переливанням.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна. Це відома та поширена технологія нанесення; проте вона вимагає високого рівня контролю хімічних процесів. Такий процес зазвичай дуже чутливий до температури, концентрації хімічних речовин, чистоти поверхні та часу перетворення. Тому швидкість осадження важко точно відрегулювати.

Технічне обслуговування цих закритих кабін простіше, ніж для хімкоутера.

### Економічні аспекти

Для встановлення такої секції поверхневої обробки необхідний великий простір. Здебільшого очисні ванни та ванни перетворення розташовуються горизонтально, а це означає, що для роботи лінії нанесення покриття на рулонну сталь із нормальною швидкістю потрібно понад 50 м<sup>3</sup>.

Можливе також встановлення вертикальних ванн, але це ускладнює керування процесом порівняно з горизонтальною системою. У цьому випадку таке обладнання відносно дешеве (у порівнянні з хімкоутером), але його можна встановити тільки за наявності необхідного простору.

З погляду експлуатаційних витрат треба враховувати необхідність очищення відпрацьованих вод, і це, як правило, приховані витрати, оскільки більшість установок для очищення відпрацьованих вод збирають воду з різних промислових процесів, і загальні витрати на неї рідко розбиваються.

### Стимул до впровадження

Це добре відома та надійна технологія.

### Приклади заводів

Широко застосовується: Заводи №081, №082, №101, №102, №103, №104, №105 та №158 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### Довідкова література

[\[22, ECCA 2004\]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#), [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[185, ECCA 2017\]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## 6.4.3.2 Нанесення конверсійних покриттів за технологією «без промивання» або «висихання на місці»

### Опис

Технологія «без промивання» або «висихання на місці», яка використовується для нанесення конверсійних покриттів, що не потребують додаткового промивання водою, за допомогою валкового пристрою для нанесення покриттів (хімкоутера) або гумових валків.

### Технічний опис

Технологія нанесення конверсійних покриттів за технологією «без промивання» або «висихання на місці» не потребує додаткового промивання водою. У ній продукти попередньої обробки наносяться на поверхню стрічки за допомогою валкового пристрою для нанесення покриттів, хімкоутера або гумових валиків. Оскільки вона запобігає утворенню аерозольних частинок, забруднювальні речовини не можуть бути виміряні в повітрі. Без промивання волога плівка висушується на місці за допомогою інфрачервоного випромінювання або конвективного тепла й одразу після цього фарбується. Цей тип процесу не обмежує швидкість лінії в секції попередньої обробки (відсутній час реакції), не вимагає етапів промивання після секції попередньої обробки та утворює надзвичайно низький рівень стічних вод. Ще однією перевагою в порівнянні зі звичайними продуктами з процесом промивання є їхня придатність для попередньої обробки кількох металів.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Споживання води значно нижче, ніж у разі використання системи з розпиленням, гумовим валиком та промиванням, оскільки відсутнє переливання. Хімічні речовини також споживаються в точній необхідній кількості, уникаючи надмірного споживання. Отже, споживання води та хімічних речовин у системі поверхневої обробки з розпиленням, гумовим валиком та промиванням значно вище, ніж у системі висихання на місці.

Через невелику кількість стічних вод та низьку концентрацію забруднювальних речовин нема потреби в установках з очищення відпрацьованих вод.

Невеликі краплі або пари хімічних речовин, що використовуються, зазвичай шкідливі, а альтернативні методи поверхневої обробки здебільшого не можуть використовуватися без витяжки повітря для видалення туману і пари над ваннами. Це витяжне повітря потім або викидається в атмосферу (спричиняючи забруднення повітря), або надходить у систему окиснення (і потім потребує додаткової енергії для обробки холодного зволоженого повітря). Завдяки технології висихання на місці не утворюються тумани та пари. Це означає, що відсутнє забруднення повітря або потреби в додатковій енергії для очищення забрудненого повітря.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Необхідно здійснювати ретельний моніторинг якості води під час останнього промивання секції очищення перед нанесенням конверсійного покриття, що не вимагає промивання, шляхом вимірювання провідності.

Товщина вологого шару, що наноситься, залежить від використовуваної технології нанесення й концентрації хімічної речовини, що використовується. Сушіння відбувається одразу після нанесення конверсійного покриття за допомогою сушарок для сушіння інфрачервоним випромінюванням або в сушарці для сушіння гарячим повітрям і займає короткий час.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Для сушарок потрібна електроенергія або природний газ. Споживання енергії дещо вище, ніж в альтернативних технологіях поверхневої обробки.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна. Ця технологія зараз добре відома, схвалена й широко використовується в Європі.

### **Економічні аспекти**

На встановлення секції поверхневої обробки потрібні значні капітальні витрати. На наявній лінії, якщо наявна поверхнева обробка відбувається за допомогою системи розпилення, гумового валика і промивання, то простір і установка для очищення води здебільшого вже доступні, і тоді інвестиційні витрати є менш значними.

На новій лінії загальна вартість системи висихання на місці еквівалентна вартості системи розпилення, гумового валика та промивання через нижчі вимоги щодо розміщення і відсутність необхідності в установці для очищення води.

### **Стимул до впровадження**

- Низьке споживання хімічних речовин для поверхневої обробки та дуже малий обсяг відходів.
- Менший ризик впливу хімічних речовин на робітників.

### **Приклади заводів**

Широко застосовується у всій Європі. Заводи №083, №084, №088, №090, №092, №093, №094, №095, №097, №144, №153, №164, №172 та №173 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### **Довідкова література**

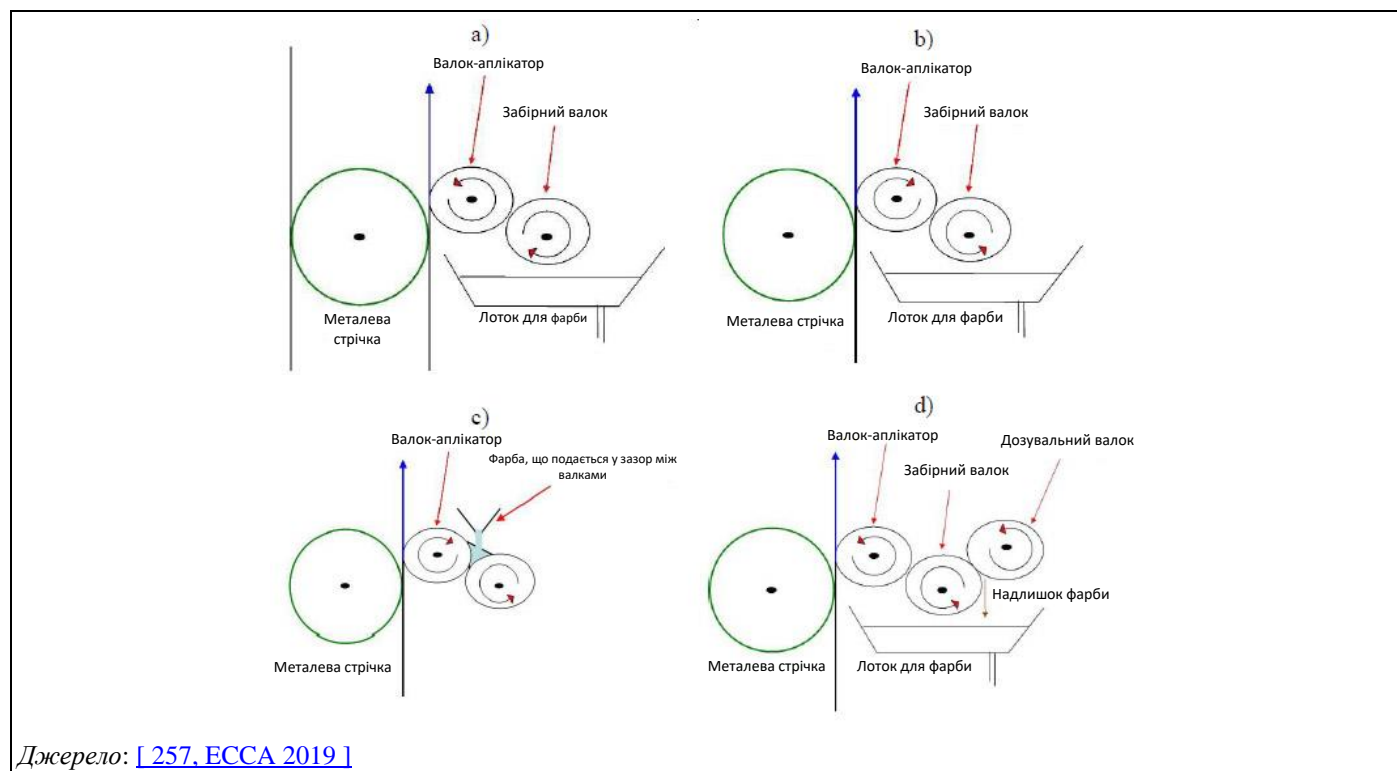
[\[22, ECCA 2004\]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#), [\[ 38, TWG 2004 \]](#), [\[185, ECCA 2017\]](#)

### 6.4.3.3 Валкове нанесення фарб

#### Опис

Див. також Розділ 17.7.3.1.

Ланцюг із двох або трьох валків служить для забору, дозування та нанесення покриття на високій швидкості на смугу, що рухається.



Джерело: [257, ЕССА 2019]

**Рисунок 6.18:** Схема валкового пристрою для нанесення фарби: а) пристрій для нанесення покриття з двома валками, б) пристрій для прямого нанесення покриття з двома валками, в) валковий пристрій для нанесення покриття із зазором для подання, г) дозувальний валик

#### Технічний опис

Використовуються різні типи пристроїв для нанесення покриттів, наприклад, з горизонтальним або вертикальним напрямком руху стрічки або з протидійним валком або без нього (див. Рисунок 6.18). Напрямок роликів, швидкість обертання, відстані та тиск контролюються, щоб встановити товщину плівки та оптимізувати характеристики перенесення та потоку вологого покриття.

Нанесення покриття валком – це розвинута технологія, яка постійно вдосконалюється, переважно з метою більш швидкого, рівномірного та точного досягнення заданої товщини.

#### Досягнуті екологічні переваги

Дуже висока ефективність перенесення, що наближається до 100%, завдяки чому досягається висока ефективність використання твердих речовин фарб та розчинників та мінімальні рівні відходів матеріалів.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Дуже висока ефективність перенесення завдяки:

- кращій механічній точності пристроїв для нанесення покриттів;

- краще управління температурою на валках та в загальному потоці фарби;
- прогрес в автоматизації та наявність деяких товщиномірів для невисохлих плівок, які забезпечують швидке та точне вимірювання товщини, що, своєю чергою, забезпечує регулювання зі зворотним зв'язком (або принаймні швидку реакцію оператора).

Єдина втрата пов'язана з матеріалом, що залишається в контейнерах та трубопроводах наприкінці проходу продукту. Зазвичай його рециркулюють назад в оригінальний контейнер для подальшого використання. Після рециркуляції остаточні сліди покриття видаляються із валків та обладнання (валки, туба для фарби) відповідним методом.

Пристрої для нанесення покриттів зазвичай розміщені в корпусах для мінімізації вивільнення парів органічних розчинників у зону заводу. Корпуси пристроїв для нанесення покриттів вентилуються назовні будівлі зі швидкістю потоку, що призначена для підтримання задовільних умов роботи в будь-який час для операторів у приміщенні для нанесення покриттів. Крім позитивних наслідків для здоров'я та безпеки, це також дає можливість видаляти з робочої зони повітря, що містить ЛОС (див. Розділ 17.10.2.1).

Більшість покриттів розводять органічними розчинниками, щоб отримати потрібну в'язкість та досягти правильної товщини фарби. Розчинники випаровуються в печі й вилучаються для термічного очищення відхідних газів.

Зазвичай очищення валкового пристрою для нанесення покриття важко виконати на 100% безпечним методом і без використання значної кількості розчинника. Сьогодні ручне очищення досі залишається найпоширенішим, але не найбезпечнішим методом.

Валки-аплікатори зазвичай мають товсте еластомірне поліуретанове покриття, яке може бути пошкоджене і вимагає відновлення поверхні на токарному верстаті. Зрештою покриття має оновлюватися спеціалізованим підрядником. Забірні та дозувальні валки зазвичай виготовлені зі сталі та менш схильні до пошкоджень.

Регулярне технічне обслуговування валків мінімізує втрати фарби та використання розчинників під час виробництва.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Технологія може передбачати збільшення використання розчинника для очищення, оскільки найбезпечніші методи очищення, як правило, вимагають більшої кількості розчинника.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ця технологія використовується практично на всіх лініях нанесення покриття на рулонний метал із використанням рідких фарб. Метод, звичайно, не підходить для нанесення порошкового покриття. У випадку фарб із високою в'язкістю (наприклад, з високим вмістом твердих частинок) необхідно або мати більш сучасний валковий пристрій для нанесення покриттів, або прийняти більшу товщину фарби.

### **Економічні аспекти**

Цей метод нанесення покриття є відносно дорогим, із високими початковими витратами. Залежно від того, чи фарбується одна або дві сторони, від виду продукту (а потім і від конфігурації валкового пристрою для нанесення покриття) та рівня автоматизації капітальні витрати можуть значно відрізнятись. Здебільшого в галузі нанесення покриття на рулонний метал вартість перевищує 1 мільйон євро й може бути набагато вищою.

### **Стимул до впровадження**

Технологія забезпечує дуже високу ефективність перенесення та, отже, мінімальний рівень утворення відходів матеріалів. Зазвичай валковий пристрій для нанесення покриття теоретично здатний в ідеальних випадках наносити покриття завтовшки  $20 \pm 1$  мкм у сухому стані; у випадку плоских поверхонь цей метод набагато краще, ніж інші методи нанесення покриття. Тоді високі інвестиційні витрати зазвичай швидко компенсуються значно нижчими експлуатаційними витратами.

### **Приклади заводів**

Загально визнана як галузевий стандарт і широко використовується.



### Довідкова література

[22, ECCA 2004], [38, TWG 2004], [185, ECCA 2017] [212, TWG 2018]

## 6.4.3.4 Очищення обладнання для нанесення з витяжкою повітря та подальшим зменшенням викидів ЛОС

### Опис

На заводах із нанесення покриття на рулонний метал існують два загальноновизнані методи очищення деталей машин та обладнання:

- все очищення здійснюється *на місці*, тобто в цеху/приміщенні для нанесення покриттів із локальною витяжкою повітря в печі або системою боротьби з викидами (див. також Розділ 17.10.2.1);
- очищення стаціонарного обладнання *на місці* зі спрямуванням рухомих компонентів, як-от лотки для фарби, насоси та мішалки на допоміжну очисну станцію, див. Розділ 17.9.7.

Серветки, просочені розчинниками (див. Розділ 17.9.4), використовуються під час ручного очищення установок та обладнання. Одноразові брудні серветки зберігаються в герметичних контейнерах та утилізуються, як правило, шляхом спалювання. Багаторазові брудні серветки зберігаються в герметичних контейнерах і зазвичай перуться.

Крім того, повідомлялося про очищення за допомогою розпилення води під високим тиском (див. Розділ 17.9.9).

### Досягнуті екологічні переваги

Локалізована витяжка в печі/система боротьби з викидами знижує неорганізовані викиди ЛОС.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Деякі, але не всі цехи нанесення покриттів обладнані локалізованою витяжкою, де витяжне повітря спрямовується в піч/систему очищення відхідних газів, а залишок вентилюється в повітря. Коли використовується допоміжна очисна установка, витяжне повітря здебільшого очищається. В інших випадках усе повітря приміщення для нанесення покриття вентилюється безпосередньо в повітря, оскільки поширена думка, що встановлення обладнання для боротьби з викидами не є доцільним варіантом, оскільки обсяги повітря з міркувань професійної гігієни високі з низькими концентраціями викидів. У порівнянні з викидами від сушарок/печей, викиди від цехів для нанесення покриття вважаються незначними.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Практичність модернізації локалізованої витяжки в приміщеннях для нанесення покриттів залежатиме від віку, конструкції та потужності комбінованого обладнання для затвердіння (сушіння) та боротьби з викидами.

### Економічні аспекти

Витрати залежатимуть від наявної витяжної системи та від потужності технології очищення відхідних газів. Тому модернізація може бути дуже дорогою.

### Приклади заводів

Для автоматичного (машинного) очищення: Заводи: №097, №098, №099 та №153 у [155, TWG 2016].

### Довідкова література

[22, ECCA 2004] [155, TWG 2016], [38, TWG 2004]

## 6.4.4 Сушіння

### 6.4.4.1 Конвективне сушіння або затвердіння в поєднанні з регенерацією тепла з відхідних газів

#### Опис

Газові печі з примусовою рециркуляцією повітря зазвичай використовуються в індустрії нанесення покриття на рулонний метал для затвердіння різних шарів ґрунтовки та верхнього покриття, що наносяться на металеву стрічку. Печі працюють за температури повітря близько 350 °С (стрічка зазвичай має досягати температури в діапазоні 200–280 °С залежно від специфікацій постачальника фарби). Відпрацьований газ видаляється та спрямовується на очисну установку. Теплообмінники, що використовують енергію, що міститься у відпрацьованих газах, підігрівають повітря до максимальної температури близько 550 °С перед його повторним поданням у піч. Установки зазвичай містять від трьох до шести окремих зон, і лінії можуть мати загальну довжину до 50 метрів. Їхнє стабільне функціонування та надійність означають, що вони здатні наносити високоякісні покриття, що твердіють, із широким діапазоном текстур та кольорів, необхідних на ринку покриттів рулонного металу. Див. також Розділ 17.8.6.

#### Технічний опис

Гаряче повітря циркулює в сушарці або печі для перенесення тепла на стрічку через конвекцію. Гаряче повітря перебуває в безпосередньому контакті з поверхнею стрічки, що підлягає сушінню. Час сушіння залежить від основи, типу покриття та товщини покриття.

Для сушіння покриттів на водній основі або етапу попереднього сушіння комбінацій шарів системи «wet-on-wet» використовується осушене повітря; у цих випадках конвективні сушарки працюють із додатковим етапом осушення. Завдяки поглинанню води час сушіння може бути значно скорочено. Сушарки бувають прямими пласкими, із соплами, з лотковими системами або баштовими. Кількість необхідної енергії значною мірою залежить від теплових втрат сушарки.

Зазвичай у процесі сушіння легкозаймісті речовини виділяються в результаті випаровування та затвердіння.

Європейський стандарт EN 1539<sup>28</sup> визначає дозволені робочі діапазони щодо допустимої температури сушіння й максимально допустимої концентрації вивільнених легкозаймістих речовин всередині сушарки.

#### Досягнуті екологічні переваги

Загальний вплив технології затвердіння на екологічну ефективність залежить не тільки від самих печей, а й від навколишніх пристроїв очищення та циркуляції повітря. Більшість фарб для нанесення на рулонний метал є фарбами на основі розчинників, тому необхідно розбавляти концентрацію ЛОС у печах до рівня нижче за НКГВ за допомогою введення значної кількості повітря. Потім повітря, що містить ЛОС, необхідно піддати окисненню за високої температури. Отже, енергетичний баланс секції затвердіння є результатом ефективності окисника та повторного використання енергії, що виділяється в окиснику.

Оптимальна конфігурація та енергоспоживання залежатимуть від того, які продукти обробляються на лінії, як лінія запрограмована, а також від можливості повторно використовувати гаряче повітря або ні.

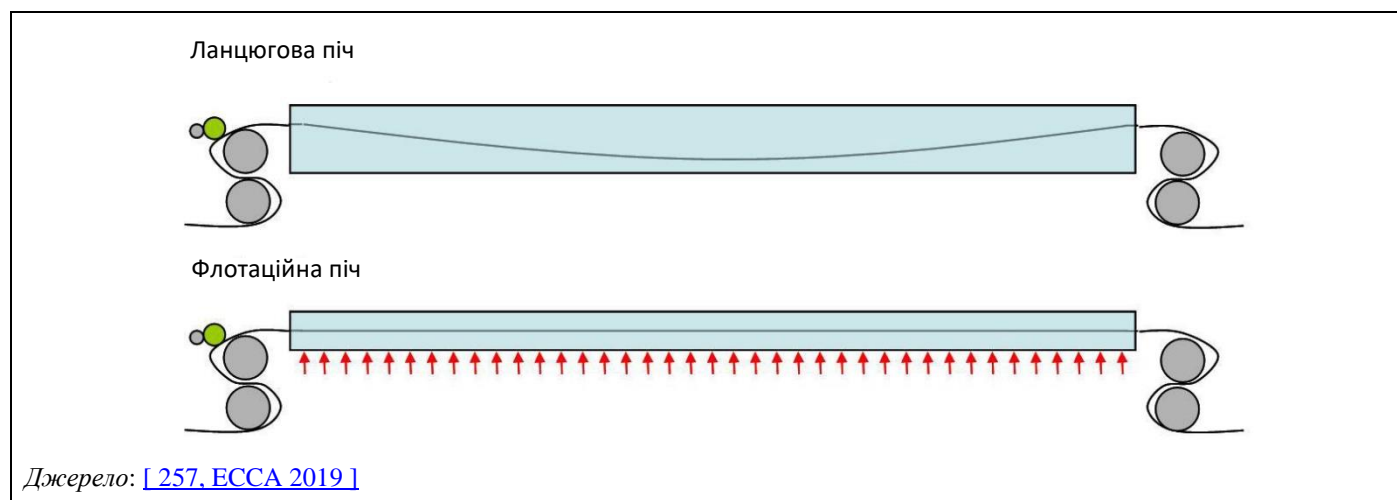
#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Печі, що використовують гаряче повітря, є найпоширенішим методом затвердіння на лінії нанесення покриття на рулонний метал. Технологічне вікно велике, а ефективність технології не залежить від основи.

Прості печі, що використовують гаряче повітря, є ланцюговими печами з трьома-шістьма окремими зонами, які дають змогу належним чином контролювати температурний профіль. Загальна довжина таких печей залежить від швидкості лінії та зазвичай становить 25–50 метрів.

<sup>28</sup> EN 1539:2015: Сушарки та печі, в яких виділяються легкозаймісті речовини. Вимоги техніки безпеки.

Флотажні печі є альтернативною технологією, що ґрунтується на струменях гарячого повітря дуже близько до стрічки. Хоча споживання електроенергії на цих установках вище, ніж у ланцюгових печах, технологія флотації дає змогу скоротити час затвердіння завдяки ефективній передачі тепла стрічці. Крім того, у печі відсутня ланцюгова мережа стрічок. Отже, технологічне вікно більше, ніж у звичайних конвективних печах, а печі більш компактні [212, TWG, 2018]. Див. також Рисунок 6.19.



**Рисунок 6.19: Схема ланцюгової (конвективної) печі та флотажної печі**

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Споживання енергії.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Час сушіння та температура сушіння впливають на якість поверхні. Існує більший ризик домішування пилу у вологий шар у разі використання печей із гарячим повітрям, ніж у разі використання інших технологій затвердіння. Час сушіння відносно довгий, а потреба в енергії висока. Проте, можливий високий рівень автоматизації та спостерігається висока гнучкість використання цієї технології сушіння.

У порівнянні з іншими технологіями затвердіння (індукційні печі та печі ближнього інфрачервоного діапазону), теплова інерція печі з гарячим повітрям зазвичай висока. Це є обмеженням, коли потрібно змінити або секцію стрічки, або фарбу, що зазвичай відбувається кілька разів за зміну. Спосіб програмування лінії є дуже важливим, тому що це може серйозно вплинути на енергоефективність через зміни у виробництві. З іншого боку, висока інерція та тривалий час затвердіння знижують ризик надмірного затвердіння навіть у разі виникнення коротких зупинок конвеєрів.

У печі з гарячим повітрям однорідність температури стрічки відмінна, а стабільність затвердіння вздовж і впоперек стрічки загалом краща, ніж у випадку використання інших технологій.

Конвективні сушарки зазвичай використовуються в процесі нанесення покриття на рулонний метал і, на додаток до використання з фарбами на основі розчинників, вони можуть використовуватися для сушіння шарів фарб на водній основі, на етапі попереднього сушіння або для комбінацій шарів системи «wet-on-wet».

#### Економічні аспекти

З погляду інвестиційних витрат печі з гарячим повітрям дешевші за альтернативні технології затвердіння.

Експлуатаційні витрати сильно залежать від виду продуктів, програмування лінії та загальної конструкції системи затвердіння–спалювання–рециркуляції.

#### Стимул до впровадження

Обмеження можливостей відсутні, і ця технологія вважається «нормальною» технологією затвердіння.

### Приклади заводів

Загальнозастосовна в індустрії нанесення покриття на рулонний метал.

### Довідкова література

[ 4, Germany 2002 ] [ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 27, VITO 2003 ] [ 38, TWG 2004 ]  
[ 78, TWG 2005 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ] [ 257, ECCA 2019 ]

## 6.4.4.2 Процеси індукційного затвердіння

### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.8.2.

### Приклади заводів

Заводи №152, №172 та №173 у [ 155, TWG 2016 ].

## 6.4.4.3 Сушіння/затвердіння за допомогою інфрачервоного випромінювання

Загальний опис технологій сушіння/затвердіння за допомогою випромінювання див. у Розділі 17.8.5.

### Опис

Загальний опис процесів сушіння/затвердіння за допомогою інфрачервоного випромінювання див. у Розділі 17.8.5.1.

### Приклади заводів

Заводи №099 та №105 у [ 155, TWG 2016 ].

## 6.4.5 Видалення та очищення відхідних газів

### 6.4.5.1 Витяжка повітря зі станції нанесення конверсійних покриттів

#### Опис

Викиди від нанесення конверсійних покриттів, тобто туман, що виникає від нанесення шляхом розпилення й сушіння конверсійного покриття, видаляються та направляються в систему очищення відхідних газів, як-от мокрий скруббер (див. Розділ 17.10.4.2). Також див ДД НДТМ для поверхневої обробки металів та пластмас для отримання детальної інформації про технології.

#### Приклади заводів

Заводи №081, №082, №092, №093, №101, №102, №105, №106, №158 та №173 у [ 155, TWG 2016 ].

#### Довідкова література

[ 78, TWG 2005 ] [ 155, TWG 2016 ]

### 6.4.5.2 Герметичні ущільнення на вході та виході печей/сушарок

#### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.10.2.3. Ця технологія широко застосовується в індустрії нанесення покриття на рулонний метал, і про неї повідомляють більшість заводів.

#### Довідкова література

[ 22, ECCA 2004 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 155, TWG 2016 ]

### 6.4.5.3 Тиск нижче атмосферного (негативний) у процесі сушіння

#### Опис

Сушарка підтримується під тиском нижче атмосферного для мінімізації викидів ЛОС та теплових втрат. Ця технологія широко застосовується в індустрії нанесення покриття на рулонний метал, і про неї повідомляють більшість заводів.

Загальний опис системи витяжки повітря з процесів сушіння/затвердіння див. у Розділі 6.4.5.6 та Розділі 17.10.2.4.

#### Довідкова література

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 22, ECCA 2004 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 155, TWG 2016 ]

### 6.4.5.4 Витяжка повітря з процесу підготування покриття

#### Опис

Перед використанням фарба готується в закритому приміщенні, яке називається приміщенням для підготування фарби. Барабан відкривається й перемішується, що призводить до випаровування розчинника. Зазвичай повітря витягується з приміщення в піч/систему очищення відхідних газів.

#### Технічний опис

Загальний опис див. у Розділі 17.10.2.2.

Покриття готуються шляхом перемішування для забезпечення ретельного змішування осілих пігментів, а також правильної в'язкості покриття для нанесення. Сировину на основі розчинника змішують, наприклад, для досягнення певної в'язкості або кольору. На заводах із нанесення покриття на рулонний метал змішування та перемішування фарби відбувається або в цеху/приміщенні для нанесення покриття, або в окремому приміщенні, яке часто приміщенням для підготування фарби. Зазвичай фарбувальні цехи обладнані локальною витяжкою. Витяжне повітря направляється в піч/систему очищення відхідних газів, а залишок вентилюється в повітря.

#### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення неорганізованих викидів ЛОС із фарбувального цеху/приміщення/приміщення для підготування фарби. Коли повітряний потік, що містить ЛОС, спрямовується в систему боротьби з викидами, загальні викиди ЛОС у повітря знижуються.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

На деяких установках із великими обсягами повітря та низькою концентрацією викидів із міркувань професійної гігієни все повітря приміщення для нанесення покриттів вентилюється безпосередньо в атмосферу. Поширена думка, що в таких випадках встановлення обладнання для боротьби з викидами не є доцільним варіантом.

У порівнянні з викидами від печей/сушарок, викиди від приміщень для підготування фарби вважаються незначними. Проте, див. Розділ 17.10.2.2.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Для забезпечення безпечних умов роботи та низького вмісту ЛОС у повітряному потоці необхідна велика кількість енергії (наприклад, газу) для очищення витяжного повітря.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Практичність модернізації локалізованої витяжки в приміщеннях для нанесення покриттів залежатиме від віку, конструкції та потужності комбінованого обладнання для затвердіння (сушіння) та боротьби з викидами.

#### Економічні аспекти

На наявних лініях нанесення покриття на рулонний метал, де потрібне додаткове обладнання для боротьби з викидами, вартість модернізації може бути високою.

#### **Стимул до впровадження**

Міркування професійної гігієни.

#### **Приклади заводів**

Широко використовується в індустрії нанесення покриття на рулонний метал, і про цю технологію повідомляють більшість заводів.

#### **Довідкова література**

[\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 175, ECCA 2016 \]](#)

### **6.4.5.5 Витяжка повітря зі станції нанесення фарби**

Загальний опис див. у Розділі 17.10.2.1.

#### **Опис**

Станція нанесення фарби є закритою (див. Розділ 17.10.2.1), і частина або все витяжне повітря спрямовується в печі й, отже, у систему очищення відхідних газів.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Близько 8% оброблених розчинників виділяються у вигляді викидів ЛОС у камерах для нанесення фарби, і за допомогою цієї технології вони видаляються та очищаються.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Споживання енергії на виділення та очищення.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Зменшення викидів ЛОС. Див. також Розділ 17.10.2.1.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовність може бути обмежена, якщо відгороджування ускладнює доступ до машин під час експлуатації, або через розмір і форму зони, що має бути закритою.

#### **Економічні аспекти**

Див. Розділ 17.10.2.1.

#### **Стимул до впровадження**

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

#### **Приклади заводів**

Широко застосовується та повідомляється всіма заводами, що беруть участь у зборі даних.

#### **Довідкова література**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### **6.4.5.6 Витяжка повітря з печі/сушарки**

Загальний опис див. у Розділі 17.10.2.4.

#### **Опис**

Сушарки й печі обладнані витяжною системою, що спрямовує викиди розчинників у систему очищення відхідних газів.

#### **Технічний опис**

Сушіння/затвердіння покриття на рулонному металі здійснюється в печах/сушарках, які підключені до обладнання для боротьби з викидами, наприклад, термічного окисника (див. Розділ 17.10.5.2).

У випадку печі для покриття на рулонному металі керування концентрацією розчинника зазвичай ґрунтується на деяких вимірюваннях полум'яно-іонізаційним детектором (ПД) всередині печі, у зоні, де це видається доцільним (тобто в зоні, яка, швидше за все, має найвищу концентрацію). Потім піч працює в такий спосіб, щоби повітря використовувалося з мінімальним необхідним потоком, щоби підтримувати його на прийнятному рівні для уникнення ризику вибуху. Концентрація розчинника у витяжному повітрі тоді є максимально високою, поки це безпечно.

Європейський стандарт EN 1539:2015 визначає дозволені робочі діапазони щодо допустимої температури сушіння й максимально допустимої концентрації вивільнених легкозаймистих речовин.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Більшість розчинників виділяється на етапах затвердіння/сушіння. Наявність ефективної витяжки повітря з печі та подальше ефективне очищення – найкращий спосіб значно скоротити загальні викиди.

У випадку нанесення покриття на рулонний метал вилучення та подальше окиснення парів розчинника з печі призводить до дуже низьких значень викидів ЛОС.

Використання ПД для оптимізації повітряного потоку в печі дає можливість скоротити загальний обсяг енергії, необхідної на етапі сушіння/затвердіння, у тому числі на зниження викидів ЛОС.

Неорганізовані викиди розчинників скорочуються до максимально можливого рівня через використання ефективної витяжної системи.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Контроль якості попередньо пофарбованого продукту забезпечує, що всі розчинники вивільнюються з фарби, а потім усі розчинники з фарб випаровуються в печі. Ефективна витяжна система дає змогу вловлювати більшість цих розчинників і спрямовувати в окисник. Невелика кількість розчинників може вийти з печі разом зі стрічкою (граничний шар повітря поряд зі стрічкою), тому часто одночасно використовуються інші технології для запобігання або уловлювання цього невеликого потоку.

Вміст ЛОС у печах у прикладі заводу перебуває в діапазоні 8,75–9,3 г/м<sup>3</sup>, що становить близько 22% НКГВ (40 г/м<sup>3</sup>). Потік пари безперервно вимірюється, а також може вимірюватися концентрація ЛОС у печі/сушарці. Таке вимірювання стає все більш поширеним через низку причин (наприклад, безпека, менше споживання енергії, менший вплив на довкілля).

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

- Для витяжки необхідна енергія, насамперед електроенергія для роботи витяжного вентилятора.
- Рівні шуму можуть зростати.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

### **Стимул до впровадження**

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

### **Приклади заводів**

Широко застосовується та повідомляється всіма заводами, що беруть участь у зборі даних.

### **Довідкова література**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)  
[\[ 175, ECCA 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### 6.4.5.7 Витяжка повітря з зони охолодження

#### Опис

Після етапу затвердіння необхідно охолодити стрічку, як правило, за допомогою розпилення води або повітряного охолодження. У цій зоні дими або пари можуть бути видалені для подальшого очищення або спрямовані у вентиляційну трубу.

#### Технічний опис

Загальний опис див. у Розділі 17.10.2.5.

Температура стрічки на виході з печі перебуває в діапазоні 200–260 °C і вимагає охолодження перед нанесенням другого шару (для первинної печі) або перед надходженням у башту накопичувача перед намотуванням. Цей етап має бути коротким, тому що чим довше триває охолодження, тим більше простору необхідно. Висока швидкість охолодження досягається розпиленням холодної води на стрічку або зануренням стрічки у ванну з холодною водою.

У такому випадку секція охолодження зазвичай проектується в такий спосіб, що розпилювачі (або водяні ванни) розташовані в закритій зоні. Це полегшує витяжку повітря із зони охолодження. Потім можна спрямувати потік витяжного повітря в будь-який пристрій для очищення повітря.

#### Досягнуті екологічні переваги

У випадку нанесення покриття на рулонний метал ця технологія не дає жодних екологічних переваг:

- кількість ЛОС на виході із секції охолодження печі для нанесення покриття на рулонний метал надто низька, щоб розглядати уловлювання та зниження вмісту цих ЛОС як екологічну перевагу;
- немає прямого впливу витяжки повітря на кількість води або її якість.

Основний стимул до застосування цієї технології переважно пов'язаний з охороною праці та умовами праці, а не з екологічними перевагами.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Використання витяжки дає можливість краще визначати характер та концентрацію забруднювальних речовин, що викидаються із секції охолодження, у тих випадках, коли це доцільно. Без витяжки повітря ці забруднювальні речовини були б частиною неорганізованих викидів.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Якщо витягне повітря прямує безпосередньо в окисник, то споживання енергії на очищення цього додаткового потоку повітря відносно велике, оскільки загальний склад буде відхилятися від оптимальної концентрації та складу для ефективного окиснення: температура повітря низька, повітря не містить розчинника (тобто у витяжному повітрі мало доступного палива), і витягне повітря містить краплі води, для випаровування яких потрібна енергія (тобто для випаровування води потрібне приховане тепло). Очищення витяжного повітря в окиснику може сильно загрожувати ефективності окисника, що призведе до більших викидів ЛОС та значно більшого споживання енергії.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Усі лінії нанесення покриття на рулонний метал оснащені секцією охолодження, а витяжка повітря із секцій охолодження є загальноживаною практикою.

#### Стимул до впровадження

Залежно від того, як спроектована лінія, можливо, що залишкові дими або пари на виході з печей потраплять усередину будівлі, якщо нічого не буде зроблено для їхнього видалення. Це накопичення з часом робить робочу зону некомфортною для робітників. Більшість операторів видаляють повітря із зони охолодження для покращення умов роботи лінійного персоналу.

#### Приклади заводів

Повідомляється значною кількістю заводів.



## Довідкова література

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 22, ECCA 2004 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 155, TWG 2016 ]  
[ 175, ECCA 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

### 6.4.5.8 Рекуперативне термічне окиснення

Загальний опис див. у Розділі 17.10.5.3. Рекуперативне термічне окиснення зазвичай застосовується в індустрії нанесення покриття на рулонний метал у Європі.

[ 22, ECCA 2004 ]

### 6.4.5.9 Регенеративне термічне окиснення

Загальний опис див. у Розділі 17.10.5.4. Ця технологія є загальнозастосовною в індустрії нанесення покриття на рулонний метал у Європі.

[ 22, ECCA 2004 ] [ 212, TWG 2018 ]

## 6.4.6 Очищення відпрацьованих вод

Загальний опис технологій очищення відпрацьованих вод див. у Розділі 17.11.

### 6.4.6.1 Очищення промивної води перед скиданням

#### Опис

Технологічні води зазвичай очищаються на установці з очищення відпрацьованих вод із послідовністю технологічних етапів. Розчинені метали в промивній воді осаджуються, наприклад, за допомогою вапна або гідроксиду натрію (див. Розділ 6.4.6.3). Потім рідина обробляється у фільтрпресі для відокремлення твердих частинок від рідин. Деякі хімічні речовини найефективніше обробляти окремо перед змішуванням з іншими стічними водами.

#### Досягнуті екологічні переваги

Для деяких речовин очищення та видалення забруднень можливе лише після окремого очищення.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Залежить від конкретного випадку.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

У кожній точці скидання технологічного процесу варто розглянути, чи краще здійснювати очищення відокремленого потоку, перш ніж змішувати потоки для подальшого очищення.

У випадку використання відпрацьованих лужних потоків для нейтралізації відпрацьованих кислот можуть бути потрібні додаткові хімічні речовини для досягнення відповідного показника рН для скидання через систему флокуляції.

#### Економічні аспекти

Капітальні витрати та витрати на очищення можуть бути значно знижені через роздільне очищення окремих потоків відпрацьованих вод.

#### Стимул до впровадження

Хімічна основа конкретного процесу визначатиме, які хімічні речовини потребують розділення. Окремі потоки очищення можуть бути більш ефективними та економічними.

#### Приклади заводів

Широко використовується, див. також Розділ 6.3.2.4.

## Довідкова література

[\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 23, COM 2006 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### 6.4.6.2 Очищення відпрацьованих вод, що містять хромат

#### Опис

Використання сполук Cr(VI) у промисловості значно скоротилося протягом останнього десятиліття. Хоча використання систем, що містять Cr(VI), авторизовано законодавством з REACH для невеликої кількості застосувань, що зменшується, для промисловості все ще важливо ефективно управляти будь-якими відпрацьованими водами, що містять хромат.

Сполуки шестивалентного хрому (хромати або дихромати) важко піддаються осадженню й зазвичай відновлюються до тривалентного хрому, який потім осаджується у вигляді гідроксиду хрому (III) під час нейтралізації. Хімічне відновлення здійснюється за значень рН нижче 2,5 (див. Розділ 17.11.2.1 та ДД НДТМ для загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [\[ 31, COM 2016 \]](#). Найбільш поширеним відновником є гідросульфід натрію (бісульфіт).

#### Досягнуті екологічні переваги

Тривале видалення хрому(VI). Зазвичай досягаються значення < 0,1 мг Cr(VI)/л. Див. також Розділ 6.3.2.4.5.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Під час використання гідросульфиту натрію (бісульфіту) треба бути обережними, оскільки утворюються пари SO<sub>x</sub>. Може знадобитися вентиляція робочої зони.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Якщо за високих значень рН присутня лише невелика кількість хрому(VI), реакцію можна також здійснювати в лужному розчині з дитіонітом натрію або сполуками заліза(II). У разі використання сполук заліза (II) утворення солі шляхом підкислення не обов'язкове.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Ця технологія використовується на заводах із системами покриттів, що містять Cr(VI). Потоки, що містять хромат, мають бути попередньо оброблені перед перемішуванням або перед змішуванням з іншими відпрацьованими водами. Відновлення хрому відбувається за значень рН < 2,5. Щоб обмежити використання додаткових хімічних речовин, кислі відпрацьовані води можна нейтралізувати лужними відпрацьованими водами.

#### Стимул до впровадження

Законодавство про боротьбу із забрудненням води.

#### Приклади заводів

Завод №100 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

## Довідкова література

[\[22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 23, COM 2006 \]](#) [\[ 31, COM 2016 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### 6.4.6.3 Осадження

#### Опис

Перехідні метали видаляють шляхом нейтралізації, а потім осадження за значень рН 9–11. Унаслідок осадження утворюється суміш води та твердих частинок. Нижчі значення викидів можуть бути досягнуті, якщо також використовується тонка фільтрація. Див. також Розділ 17.11.2.4 та ДД НДТМ для загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [\[31, COM, 2016\]](#).

#### Досягнуті екологічні переваги

Видалення перехідних металів зі стічних вод.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Для відстійних резервуарів потрібне місце, а їхнє встановлення може бути дорогим. У каустичному розчині зазвичай осаджуються важкі метали у вигляді гідроксидів або фосфатів. Якщо в стічних водах одночасно присутні кілька металів, полегшується осадження будь-якого металу, який важче осаджується.

Розчинність металів збільшується зі збільшенням концентрації нейтральних солей. Метали частково осідають у вигляді дуже дрібних частинок, тому для кращого розділення та фільтрування необхідне додавання флокулянтів (хлорид заліза(III), вапно) та/або флокулянтів (поліелектроліт).

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ця технологія широко використовується.

**Економічні аспекти**

Інвестиційні витрати можуть бути значними.

**Стимул до впровадження**

Законодавство про боротьбу із забрудненням води.

**Приклади заводів**

Заводи №081, №094, №095 та №106 у [155, TWG 2016]. Див. також Розділ 6.3.2.4.

**Довідкова література**

[\[22, ECCA 2004 \] \[ 23, COM 2006 \] \[ 31, COM 2016 \] \[ 155, TWG 2016 \]](#)

---

---

## 7 ВИРОБНИЦТВО КЛЕЙКОЇ СТРІЧКИ

[6, DFIU et al. 2002 ] [38, TWG 2004 ] [78, TWG 2005 ] [132, AFERA 2005 ]  
[ 148, COM 2009 ]

### 7.1 Загальна інформація про виробництво клейкої стрічки

Клейкі стрічки використовуються в різних галузях промисловості, як-от пакувальна промисловість, виробництво транспортних засобів, електричного обладнання, будівництво, меблева й паперова промисловість, а також на ринку саморобних виробів. Кожна галузь має широкий спектр різних вимог щодо експлуатації продукту та його властивостей, яких необхідно дотримуватись. Наприклад, в автомобільній промисловості клейкі стрічки використовуються для кріплення деталей до зовнішніх поверхонь кузовів автомобілів, для захисту від стирання, для ущільнення невеликих отворів, для обмотки кабелів, для маскуваня під час фарбування та допоміжних функцій під час збирання. Сучасні автомобілі містять від 15 до 18 кг клейких речовин (на основі розчинників, а також термклеїв), що використовуються для покриття ізоляційних матеріалів, склеювання під час збирання салону та зовнішніх частин автомобіля, виготовлення сидінь тощо [ 148, COM 2009 ].

Залежно від застосування мають виконуватися дуже різні вимоги, що стосуються властивостей продукту, як-от сила адгезії, стійкість до температур, механічна жорсткість, границя міцності, сила адгезії на зсув тощо. Викиди ЛОС у виробництві клейких стрічок виникають у результаті застосування клейових систем на основі розчинника та нанесення допоміжних матеріалів, що містять розчинник, як-от розділювальні агенти та ґрунтовки.

Через спектр продукції та виробничих технологій установки зазвичай спеціалізуються на певних видах продуктів. Деякі установки спеціалізуються на використанні клейових систем на основі розчинників. На цих установках значна кількість ЛОС використовується як розчинники в клейових системах, у допоміжних матеріалах, як-от розділювальні агенти та ґрунтовки, а також як очищувальні засоби. Здебільшого кількість використовуваних розчинників перевищує граничне значення 200 т/рік.

У 2003 р. 45 установок у Європі виробили близько 3300 мільйонів м<sup>2</sup> цих клейких стрічок на основі розчинників. Їхня частка в загальному обсязі виробництва клейкої стрічки в Європі становить близько 40%.

Інша частина європейського ринку клейких стрічок охоплює групи продуктів для інших галузей застосувань або з іншими властивостями. Їх виготовляють на установках із використанням клейких речовин на основі термклеїв, дисперсій на водній основі та клейких речовин УФ-зшивання. Ці установки не використовують або використовують дуже невелику кількість ЛОС (зазвичай для очищення).

Останні дані показують, що виробництво клейкої стрічки в країнах Західної Європи у 2018 році склало близько 6300 мільйонів м<sup>2</sup><sup>29</sup>.

#### 7.1.1 Нанесення клею, чутливого до тиску

Вибір клейової системи на основі розчинника залежить від технічного застосування клейких стрічок. У Таблиці 7.1 наведено огляд різних застосувань клейких стрічок та найчастіше використовуваних клейких речовин.

<sup>29</sup> Дані з вебсайту AFERA: [www.afera.com](http://www.afera.com) (2018 р.).

Таблиця 7.1: Нанесення чутливого до тиску клею на основі розчинника для клейкої стрічки

| Використання стрічки     | Застосування (кінцеве призначення)  | Чутливий до тиску клей на основі розчинника                                      |
|--------------------------|---|--|
| Упаковка                 | Клейкі етикетки, клейкі стрічки для пакування   | Клей на основі натурального каучуку, (на основі розчинника)                      |
| Автомобільна індустрія   | Перебивні клейкі стрічки для оздоблювальних стрічок та бокових захисних стрічок, ізоляційних панелей, засобів для збирання ковпаків коліс та бічних панелей обтічника, клейкі стрічки для джгутів обмоткових дротів | Клей на основі натурального каучуку, складні ефіри акрилової кислоти та акрилати |
| Будівельна промисловість | Клейкі стрічки з пінопласту для герметизації вікон, ущільнення будівельних стиків та компенсаційних швів, клейкі стрічки для килимового покриття тощо   | Акрилатні дисперсії  |
| Медицина                 | Медичні клейкі стрічки, клейкі пластирі   | Чисті акрилати, поліакрилати   |
| Меблева промисловість    | Перебивні клейкі стрічки для дзеркал тощо   | Акрилатні клейкі речовини  |

*Джерело:* [ 6, DFIU et al. 2002 ] [ 78, TWG 2005 ]

## 7.2 Прикладні процеси та технології у виробництві клейкої стрічки

### 7.2.1 Виробництво клейкої стрічки

Клейкі стрічки на основі розчинників складаються з основи (підкладки), зв'язувальної речовини, клею, чутливого до тиску, та розділювальних агентів. Основи, що використовуються: папір (широко використовується), тканини, плівка, полівінілхлоридна плівка, поліефір, поліамід і алюміній. Продукти можна класифікувати як перебивні клейкі стрічки (двосторонні клейкі стрічки), клейкі стрічки для пакування та клейкі стрічки для покриття.

Для виробництва односторонніх клейких стрічок на основу наноситься клей, чутливий до тиску. Адгезія клейового шару до основи покращується за допомогою фізичної підготовки поверхні або нанесення ґрунтовки. Для виробництва односторонніх клейких стрічок на обидві сторони основи наноситься клей, чутливий до тиску. На один із клейових шарів наноситься розділювальний агент для уникнення контакту між клейовими шарами.

### 7.2.2 Матеріали для виробництва клейкої стрічки

Клеї, чутливі до тиску, є органічними сполуками, що мають високу силу адгезії з різними поверхнями одночасно. На відміну від інших клейових систем, пластмасова клейка плівка також активна в сухих умовах. Клейка речовина демонструє в'язкопружні властивості та може розглядатися як рідина з дуже високою в'язкістю. Класифікація клеїв, чутливих до тиску, наведена в Таблиці 7.2.

Таблиця 7.2: Чутливий до тиску клей для виробництва клейкої стрічки

| Тип клейкої речовини   | Каучуковий клей  | Акрилатна клейка речовина   | Інші чутливі до тиску клеї                        |
|--|--|-----------------------------|---|
| <b>Клейкі речовини з використанням розчинників у виробництві</b>   |  |                             |   |
| Розчинення в органічних розчинниках  | Натуральний каучук (NR), бутадієнстирол (SBR), стирол-ізопрен-стирольний блок-сополімер (SIS)  | Чистий акрилат, поліакрилат | Поліуретан, неопрен                               |
| <b>Клейкі речовини без використання розчинників у виробництві</b>  |  |                             |   |
| Водна дисперсія  | Стирол-бутадієн-стирольний блок-сополімер (SBS), латекс стиролбутадієнового каучуку (SBR), карбоксилований (CSBR)                    | Чистий акрилат, поліакрилат | Полівінілацетат, акрилат, етиленвінілацетат (EVA) |
| Термоклей  | Стирол-ізопрен-стирольний блок-сополімер (SIS), бутадієн-стирольний сополімер (SBR), Стирол-бутадієн-стирольний блок-сополімер (SBS) | Поліакрилат                 | Не застосовується                                 |
| Система зі 100% вмістом твердих частинок, затвердіння за допомогою випромінювання або двокомпонентна система | Натуральний каучук (NR), бутадієн-стирольний сополімер (SBR), стирол-ізопрен-стирольний блок-сополімер (SIS)                         | Чистий акрилат, поліакрилат | Поліуретан, поліефір, двокомпонентний поліуретан  |

Джерело: [6, DFIU et al. 2002]

#### Каучукові клеї та смоли

Каучукові клеї, що обробляються, є клейкими речовинами на основі натурального каучуку та синтетичного каучуку, як-от бутадієн-стирол (SBR), стирол-ізопрен-стирол (SIS).

Для виробництва систем на основі натурального каучуку каучук розчиняють в органічних розчинниках разом зі смолами, що впливають на когезійну здатність та адгезію («речовини для підвищення клейкості»). Також додаються інші добавки, як-от агенти, що запобігають процесам старіння. Ці клейкі речовини переважно використовуються для пластирів, а також для двосторонніх клейких стрічок, клейких стрічок для пакування та клейких стрічок для покриття.

#### **Акрилатні клейкі речовини**

Клейкі стрічки покриваються акрилатною клейкою речовиною, особливо для довготривалого або використання зовні. Акрилатні клейкі речовини домінують в операціях зі збирання через їхню вищу термічну та хімічну стійкість, а також більшу когезію в порівнянні з каучуковими клеями. Клейкі речовини на основі розчинників розчиняються в органічних розчинниках (наприклад, бензолі, етилацетаті або толуолі). Акрилові клейкі речовини на основі розчинника мають вищу когезійну здатність, ніж клейкі речовини на водній основі.

#### **Інші чутливі до тиску клеї**

Термопластичні еластomers, поліуретани та неопрен також використовуються для виробництва клейких стрічок спеціального призначення.

#### **Розчинники**

Розчинниками для чутливих до тиску клеїв є ароматичні та аліфатичні розчинники з температурою кипіння від 60 °C до 120 °C, а також суміші цих компонентів. Частка розчинника в клейких речовинах, готових до застосування, перебуває в діапазоні від 60% до 75%. У деяких випадках використовуються системи з високим вмістом твердих частинок із часткою твердих частинок понад 60%.

#### **Клейкі стрічки без розчинників**

Синтетичні каучуки застосовують у якості термоклеїв без розчинників. Для виробництва таких синтетичних каучуків смоли та інші допоміжні матеріали змішують у розплаві, наприклад, екструдерах безперервної дії, а потім наносять покриття у вигляді розплаву. Термопластичні властивості суміші є оборотними.

Акрилатні клейкі речовини також можуть застосовуватися у вигляді дисперсій на водній основі, систем зі 100% вмістом твердих частинок (суміші УФ-зшивання).

#### **Допоміжні матеріали**

Зв'язувальні речовини забезпечують безвідмовне розмотування та знімання клейкої стрічки через збільшення адгезії між чутливим до тиску клеєм та основою. З'єднання може бути реалізовано шляхом нанесення ґрунтового шару. Ґрунтовки наносять розчиненими в органічних розчинниках. Поширеними технологіями обробки поверхні з низьким рівнем викидів є обробка коронним розрядом, полум'ям та підготовка поверхні плазмою низького тиску.

#### **Розділювальні агенти**

Розділювальні агенти використовуються для запобігання прилипання чутливого до тиску клею до поверхні клейкої стрічки. Силікони застосовуються як розділювальні агенти для акрилатних клейких речовин та синтетичних каучуків. Для клеїв на основі натурального каучуку також використовуються системи, що містять стеарильні групи. Більшість розділювальних агентів застосовують у вигляді розчинів.

#### **Просочувальні агенти**

Просочувальні агенти застосовуються для обробки поверхні гладкого поглинального паперу з метою підвищення міцності у вологому стані та механічної жорсткості. Для цього процесу використовуються дисперсії полімерів, що містять воду, на основі систем акрилату SBR, акрилату та акрилату та натурального каучуку спеціального призначення.

#### **Очищувальні засоби**

Зазвичай для різних заходів з очищення використовуються ті самі розчинники, що і в клейових системах, як для очищення в процесі виробництва, так і для технічного обслуговування.

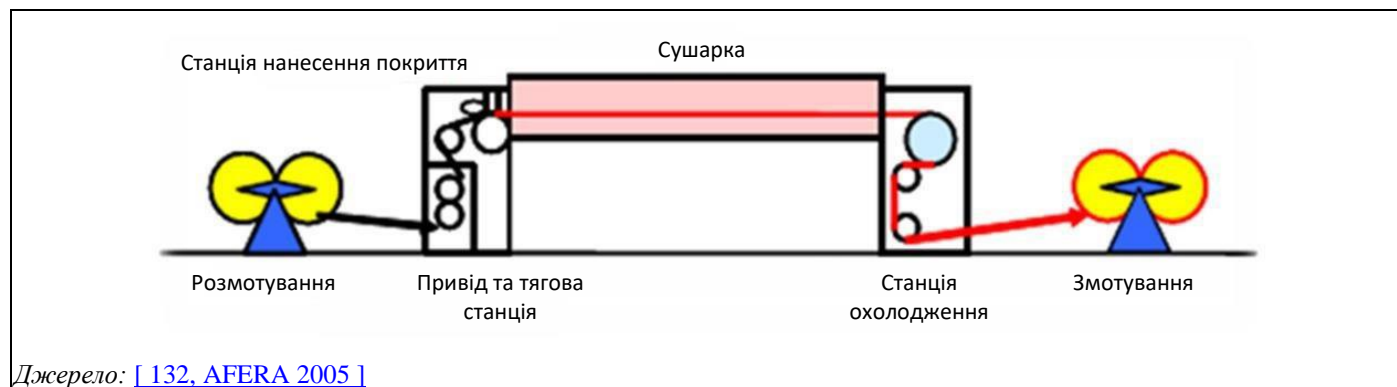


### 7.2.3 Процес виробництва клейкої стрічки

[ 78. TWG 2005 ] [ 132. AFERA 2005 ]

Виробничий процес можна розділити на три основні етапи:

- покриття: обробка поверхні основи та покриття листоподібної основи клейкою речовиною;
- сушіння (зшивання) клейкої речовини;
- намотування.



Джерело: [ 132. AFERA 2005 ]

**Рисунок 7.1:** Схема лінії виробництва клейкої стрічки

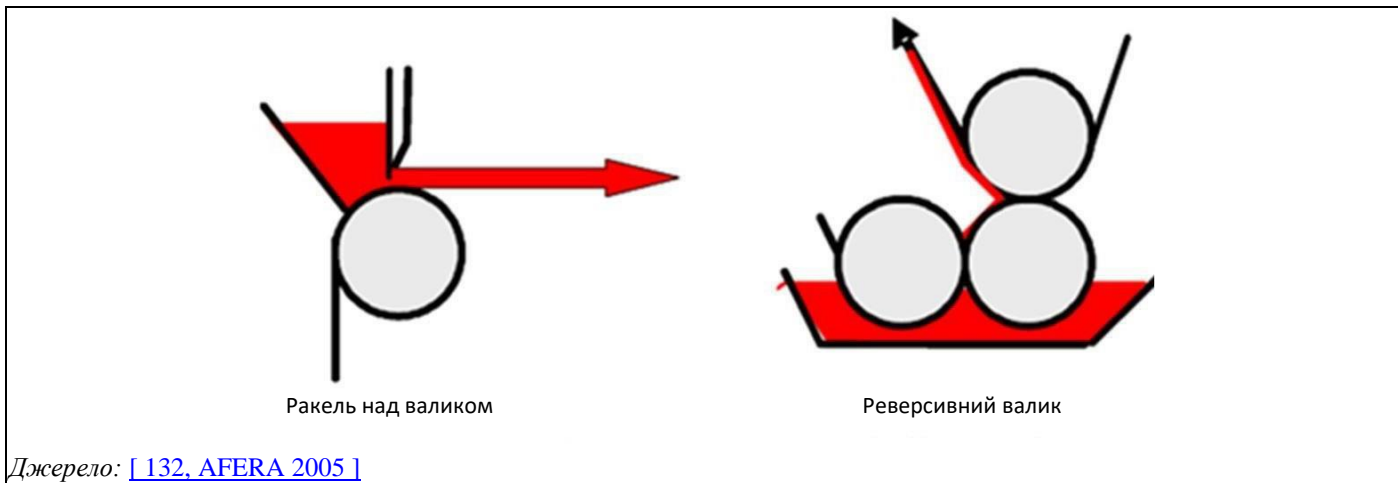
Крім того, на (майже) всіх установках із системою на основі розчинників встановлені такі допоміжні процеси:

- зберігання компонентів клейкої речовини;
- змішування клейкої речовини;
- очищення відхідних газів (із сушарки);
- розрізання намотаної стрічки.

У цьому розділі описані етапи виробництва клейкої стрічки, які можуть впливати на довкілля.

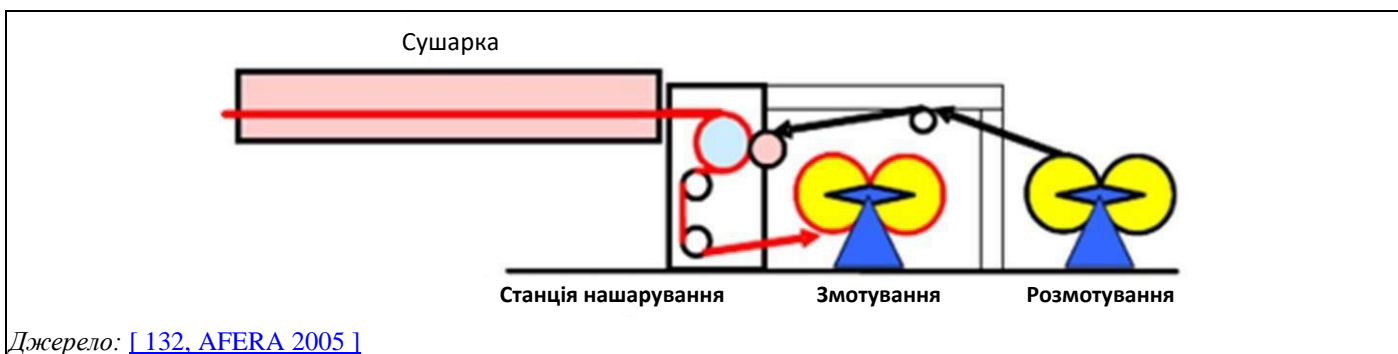
#### Покриття

Нанесення чутливого до тиску клею на основі розчинника може здійснюватися різними технологіями нанесення. Зазвичай використовуються ракельні системи (ніж) або системи нанесення покриття реверсивним валиком, як показано на Рисунку 7.2.



**Рисунок 7.2:** Різні типи установок для нанесення клейкої речовини

Клейкий матеріал можна наносити прямо на основу. Альтернативою є техніка перенесення, у якій чутливий до тиску клей висушується на розділювальному матеріалі та зшивається. Після цього клейка плівка переноситься на основу шляхом нашарування; тому основа має бути захищена від пошкоджень під час процесу сушіння. Нашарування може бути виконане з нанесенням покриття безпосередньо на антиадгезійний матеріал для перенесення, а також можна здійснити нашарування з підкладкою, як показано на Рисунку 7.3.



**Рисунок 7.3:** Установа нашарування

Зона приготування клейкої речовини часто розташована поруч із процесом нанесення. Для різних типів клейких речовин використовуються різні змішувальні установки:

- Гранульований каучук, смоли та інші добавки поміщаються в місильну машину, заповнену розчинником. Це повільний процес періодичної дії для клейких речовин із високою в'язкістю.
- Гранульований каучук, смоли та інші добавки поміщаються високошвидкісну мішалку, заповнену розчинником. Всередині мішалки встановлено різні лопаті. Це короткий процес періодичної дії для клейких речовин із низькою в'язкістю.
- Акриловий клей виготовляється партіями на станції полімеризації. Реакція ґрунтується на каталізаторі в мішалці та контролюється температурою та тиском.

Неорганізовані викиди ЛОС на цих перших етапах виробництва можуть відбуватись унаслідок таких процесів або установок:

- зберігання розчинників або напівфабрикатів, які містять розчинник;
- приготування клейких речовин у змішувальних установках
- підведення клейких речовин до машини для нанесення
- установка нанесення ґрунтовки;
- установка нанесення клейкої речовини.

Частина неорганізованих викидів із цих джерел уловлюється і спрямовується на установку очищення відхідних газів.

Відходи утворюються від змішаних, але не використаних клейких речовин, а також унаслідок очищення обладнання для змішування.

Зазвичай у цих процесах не утворюються стічні води.

### Сушіння

Клейкі речовини на основі розчинників сушаться термічним способом за допомогою конвективних сушарок та сушарок з інфрачервоним випромінюванням. Будь-яке зшивання може бути здійснено хімічним шляхом або за допомогою УФ-випромінювання для покращення технічних властивостей. Повітря конвективних сушарок нагрівається газом, нафтопродуктами або паром за допомогою теплообмінників.

Основне сушильне обладнання для систем на основі розчинників відрізняється потоком повітря та транспортуванням матеріалу:

- у сушарці з тангенціальним повітряним потоком матеріал транспортується валками;
- в односторонній сушарці із соплами над валками матеріал транспортується приводними валками;
- у сушарці з транспортувальною стрічкою матеріал транспортується стрічкою;
- у сушарках пневматичної флотації матеріал транспортується за допомогою спеціально розроблених повітряних сопел;
- у петльовій сушарці на опори підвішуються довгі петлі, які повільно переміщуються в герметизованому приміщенні.

ЛОС, що випаровуються з клейового шару під час сушіння, уловлюються з частиною витяжного повітря із сушарки. З міркувань безпеки підтримується максимальна концентрація розчинника у витяжному повітрі відповідно до EN 1539. Безпечний робочий рівень, що підтримується, становить 50% від нижньої концентраційної границі вибуховості (НКГВ). Зниження концентрації розчинника в повітрі сушарки регулюється швидкістю повітряного потоку. Якщо використовуються герметичні сушарки на інертному газі, можливі вищі концентрації розчинника. Концентрація залежить від використовуваних розчинників та температури сушіння.

Витяжне повітря із сушарок зазвичай обробляється шляхом відновлення розчинника. Це здійснюється шляхом конденсації на етапі попереднього сушіння (уловлювання неорганізованих викидів зі змішувальних установок та установок для нанесення) та адсорбцією на активованому вугіллі на етапі сушіння. Розчинники відновлюються шляхом десорбції пари та уловлювання. У випадку переробного розчину, який не можна використовувати повторно, зазвичай застосовують регенеративне термічне окиснення.

Відходи від процесів сушіння та очищення відхідних газів відсутні. Невеликі обсяги відпрацьованих вод утворюються в результаті процесу десорбції у випадку адсорбційного очищення відхідних газів.

### Намотування

Перед змотуванням стрічка має бути охолоджена в охолоджувальній установці з охолоджувальними валками. Охолодження здійснюється за допомогою охолоджувальної води.

Після охолодження стрічка змотується у великі рулони, готові до транспортування в процес розрізання.

Частка розчинника, що залишається в готових двосторонніх клейких стрічках, виготовлених із клейких речовин на основі розчинників, становить від 0,1% до 2% залежно від кількості використовуваного розчинника.

Розчинники, що залишаються в продуктах, або повільно втрачаються унаслідок процесів дифузії, або залишаються в клейовому шарі, функціонуючи як пластифікатори.

На цьому етапі виробничого процесу відходи можуть виникати через неправильну кількість речовини в системі та залишки з процесу розрізання. Кількість відходів зазвичай залишається нижчою за 10% від вхідного потоку матеріалу.

Утворення відпрацьованих вод відсутнє.

## 7.3 Поточні рівні споживання та викидів від виробництва клейкої стрічки

[ 78, TWG 2005 ] [ 132, AFERA 2005 ] [ 155, TWG 2016 ]

Дані щодо виробництва клейкої стрічки були отримані в процесі збору даних, і їхній аналіз надано в подальших розділах.

### 7.3.1 Споживання

#### 7.3.1.1 Споживання сировини

Клейкий матеріал зазвичай виробляється на місці й має вміст твердих частинок, який може варіюватися від < 1% до 80% залежно від типу продукту, матеріалу основи (підкладки) та виробничого процесу. Значення питомого споживання клейкого матеріалу може варіюватися від 10 г/м<sup>2</sup> до 300 г/м<sup>2</sup> стрічки, що виробляється, а відповідне питома споживання розчинника може варіюватися від 0,05 г/м<sup>2</sup> до 5 г/м<sup>2</sup>.

У виробництві пластмасових плівок, що використовуються для тимчасового захисту поверхні, середня вага нанесеного покриття у 5–20 разів менша, ніж у стрічок [ 255, France 2018 ].

Інформація про середню витрату розчинника (дані за 2004 р.) для референтного заводу, що виробляє клейкі стрічки на основі розчинника високої якості для дуже специфічного промислового застосування, надана на Рисунку 7.4.

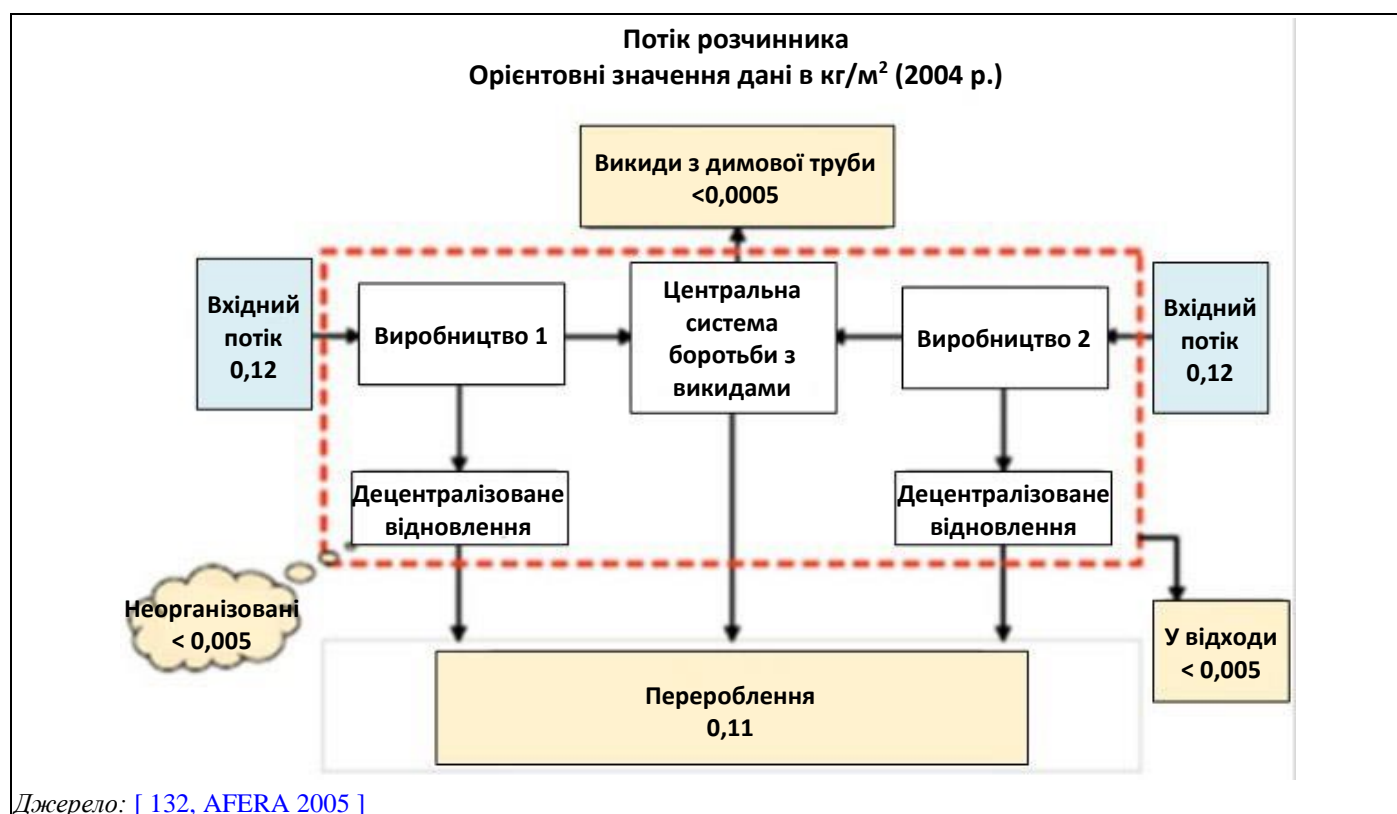


Рисунок 7.4: Потік розчинника (дані за 2004 р.)

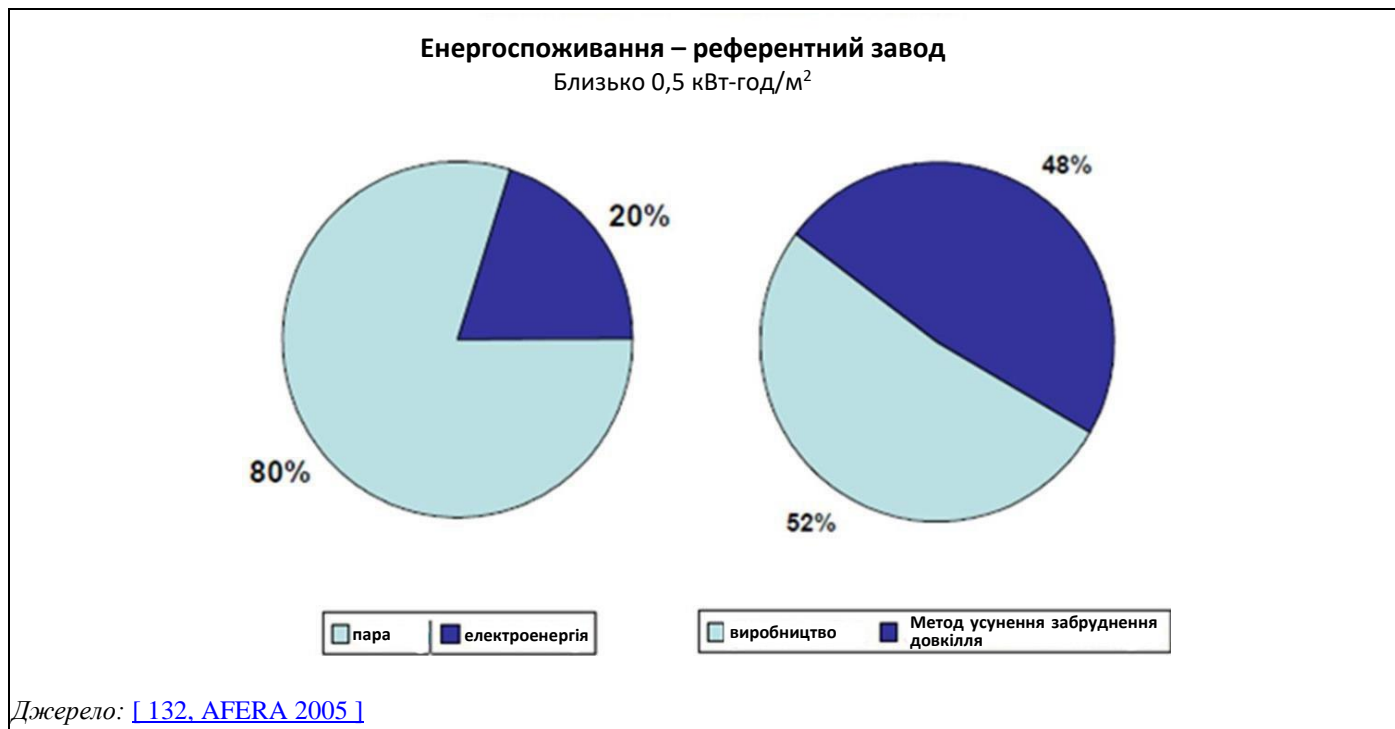
### 7.3.1.2 Споживання енергії

Дані двох із референтних заводів вказують на те, що питоме споживання енергії варіюється від 0,2 кВт-год/м<sup>2</sup> до 1 кВт-год/м<sup>2</sup>. Із загального обсягу споживання енергії 60–80% належить до споживання вичопного палива для генерації пари, а решта – до електроенергії, яка також покриває потреби в нагріванні, вентиляції та кондиціонуванні повітря (HVAC (heating, ventilation and air conditioning)).

Дані про споживання енергії (за 2004 р.) для референтного заводу на Рисунок 7.4 надані на Рисунок 7.5.

Зниження енергоспоживання досягається внаслідок:

- використання теплообмінників у сушарках;
- оптимізованої ізоляції сушарок.



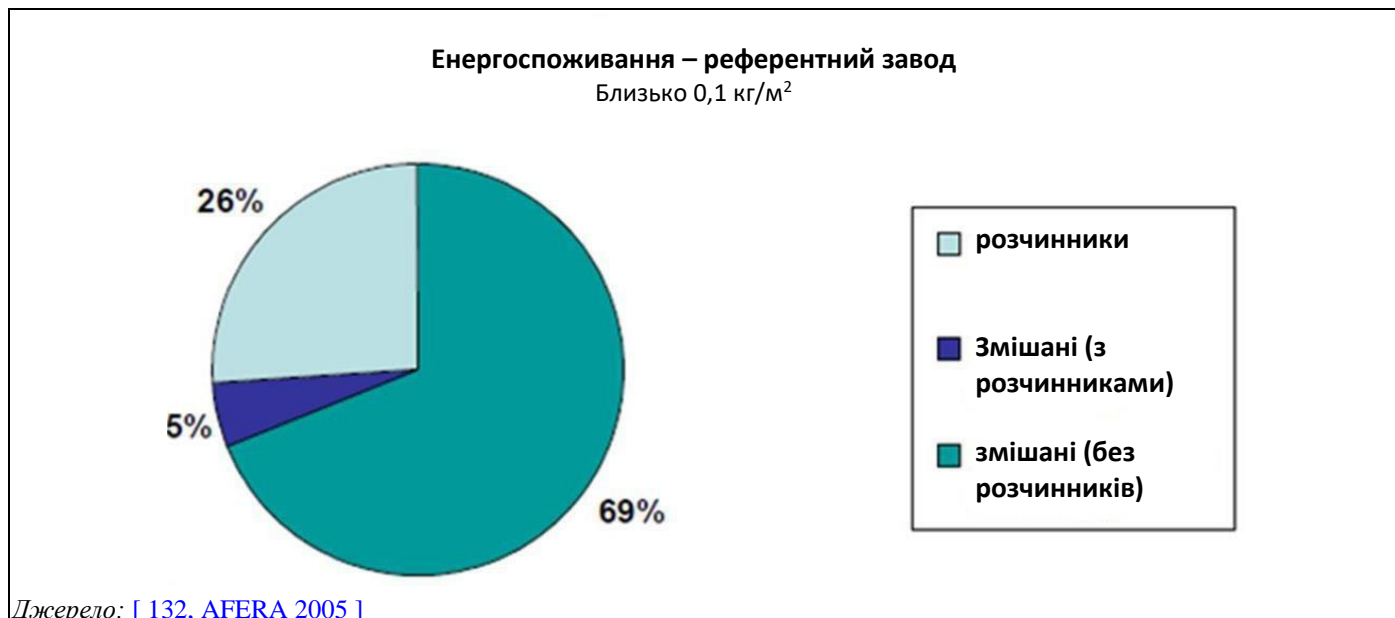
**Рисунок 7.5:** Споживання енергії (дані за 2004 р.)

Для виробництва пластмасових плівок, які використовуються для тимчасового захисту поверхні, повідомляється, що питоме значення споживання енергії становить близько 0,072 кВт-год/м<sup>2</sup> [\[255, France 2018\]](#).

### 7.3.1.3 Утворення відходів

Дані з однієї установки вказують на питоме значення утворення відходів близько 0,1 кг/м<sup>2</sup> виробленої стрічки [\[155, TWG 2016\]](#).

Дані про утворення відходів (за 2004 р.) для референтного заводу на Рисунок 7.4 надані на Рисунок 7.6.



**Рисунок 7.6: Утворення відходів (дані за 2004 р.)**

Кількість відходів зменшується внаслідок:

- оптимізації процесу шляхом аналізу ризиків (процес FMEA: аналіз видів та наслідків збоїв) для уникнення проблем, пов'язаних із якістю;
- безперервного контролю процесу для уникнення невідповідної продукції;
- оптимізації змішування клейких речовин для уникнення надлишкових матеріалів з обмеженим строком зберігання;
- ефективної системи відновлення розчинника.

Значення питомого споживання та викидів сильно залежать від типів стрічок, що виготовляються (тип розчинника, основи, ваги покриття) і будуть зменшуватися у випадку:

- зменшення кількості різних продуктів протягом періоду виробництва (триваліші кампанії);
- меншої частки двосторонніх стрічок у виробництві.

У Таблиці 7.3 продемонстровані показники питомого споживання на референтному заводі, показаному на Рисунок 7.4, у порівнянні із середніми даними інших заводів, що використовують у виробництві системи на основі розчинників.

**Таблиця 7.3: Порівняння використовуваних розчинників та енергії, а також утворюваних відходів**

| Середні дані (Мін.-Макс.) (нормальне виробництво) | Використовуваний розчинник (кг/м <sup>2</sup> ) | Використовувана енергія (кВт-год/м <sup>2</sup> ) | Утворювані відходи (кг/м <sup>2</sup> ) |
|---|---|---|---|
|   | 0,04<br>(0,02-0,12)                             | 0,5<br>(0,25-1,1)                                 | 0,03<br>(0,005-0,1)                     |
| <b>Референтний завод (спеціальне виробництво)</b> | 0,12  | 0,5   | 0,10                                    |

Примітка: У цій таблиці дуже чітко виражено вище питоме споживання для спеціалізованого виробництва (як на референтному заводі) у порівнянні із середнім рівнем для товарів, що виробляються на інших заводах, що використовують системи на основі розчинників.

Джерело: [ 132, AFERA 2005 ]

Для виробництва пластмасових плівок, які використовуються для тимчасового захисту поверхні, повідомляється, що питоме значення утворення відходів становить близько 0,008 кг/м<sup>2</sup> [ 255, France 2018 ].

## 7.3.2 Викиди

### 7.3.2.1 Загальні та неорганізовані викиди ЛОС

[ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

Загалом, загальні викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідного потоку розчинника, є низькими.

Підвищені загальні викиди можуть виникати в таких випадках:

- 1) Продукти, для яких потрібні покриття з легколеткими компонентами (наприклад, бензин 60/95) та/або велика вага покриття, можуть мати значний залишковий вміст розчинника. Оскільки він є частиною неорганізованих викидів (і, отже, враховується в загальних викидах), це може призвести до того, що загальний рівень викидів перевищить 1% від вхідного потоку розчинника.
- 2) Допоміжні заходи (наприклад, очищення, транспортування), які характеризуються непостійними інтервалами та часто короткочасними піками з високими концентраціями, тому очищення витяжного повітря може мати несприятливе співвідношення витрат та переваг [AFERA коментар №5 у [ 212, TWG 2018 ]].

Повідомлені загальні викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідного потоку розчинника, надані на Рисунок 7.7.

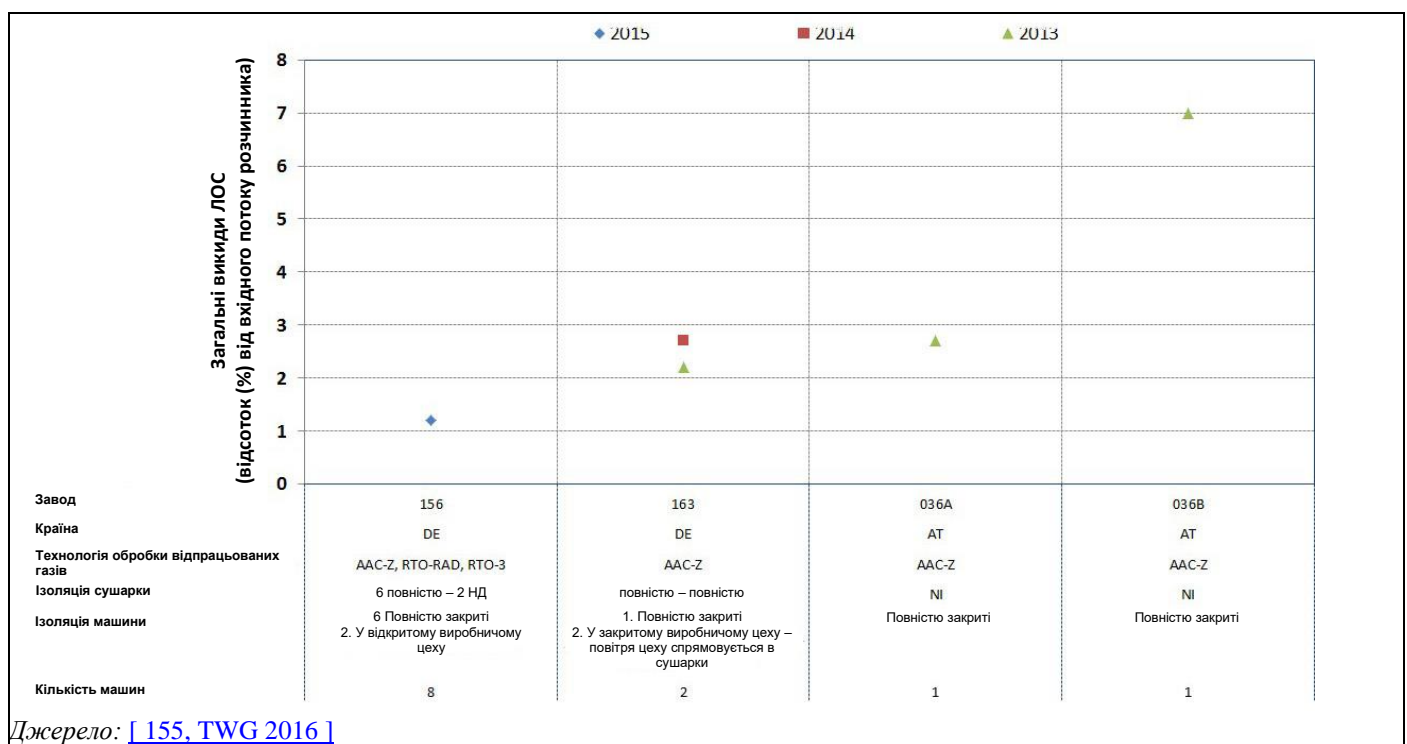


Рисунок 7.7: Загальні викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр.

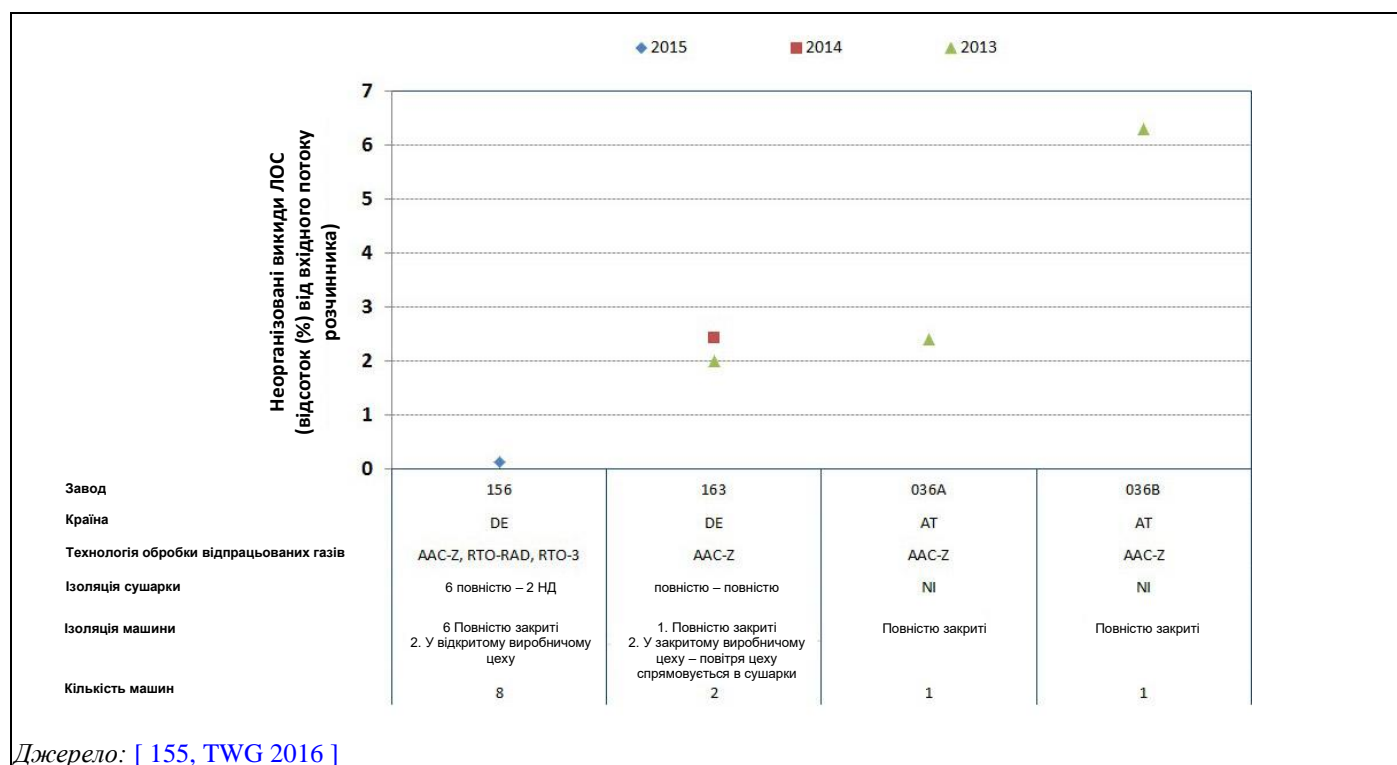
Дані показують, що всі, окрім одного, значення викидів ЛОС нижче 3% від вхідного потоку розчинника. Відхилення показника для одного заводу переважно пов'язане з відносно високим відсотком неорганізованих викидів, у порівнянні з відповідними значеннями для інших заводів, як показано на Рисунок 7.8.

З погляду загальних викидів, виражених як г ЛОС на м<sup>2</sup> покритої поверхні, дані з двох заводів показують діапазон від 0,6 г ЛОС/м<sup>2</sup> до 1,5 г ЛОС/м<sup>2</sup>.

Для виробництва пластмасових плівок, які використовуються для тимчасового захисту поверхні, повідомляється, що питоме значення викидів становить близько 1,2 г/м<sup>2</sup> [ 255, France 2018 ].



Усі заводи повідомили або про повну ізоляцію машин для нанесення покриттів, або про ізоляцію виробничого цеху та повну ізоляцію сушарки з витяжною та подальшим очищенням за допомогою адсорбції з використанням активованого вугілля та відновлення.



Джерело: [155, TWG 2016]

**Рисунок 7.8: Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр.**

На заводі № 036А для склеювання використовуються каучук, розчинник (гексан) та смоли, а на заводі № 036В використовується процес нанесення в гарячому стані. В обох лініях розділювальний шар наноситься з використанням толуолу. Отже, відмінності в досягнутих значеннях загальних (і неорганізованих) викидів між двома лініями однієї й тієї ж установки можна пояснити вищими неорганізованими викидами під час нанесення розділювального шару в порівнянні з клейовим покриттям на основі гексану.

### 7.3.2.2 Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах

[155, TWG 2016]

Рівні викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах були повідомлені лише для чотирьох із дев'яти точок моніторингу трьох заводів із виробництва клейкої стрічки. Для восьми з дев'яти потоків викидів відпрацьованих газів застосовуваним методом усунення забруднення доквілля є адсорбція з використанням активованого вугілля, а для одного – РТО. Усі повідомлені максимальні значення безперервного моніторингу систем адсорбції нижче 50 мг/Нм<sup>3</sup>, а 95-ї перцентиль нижче 45 мг/Нм<sup>3</sup> (див. Рисунок 7.9).

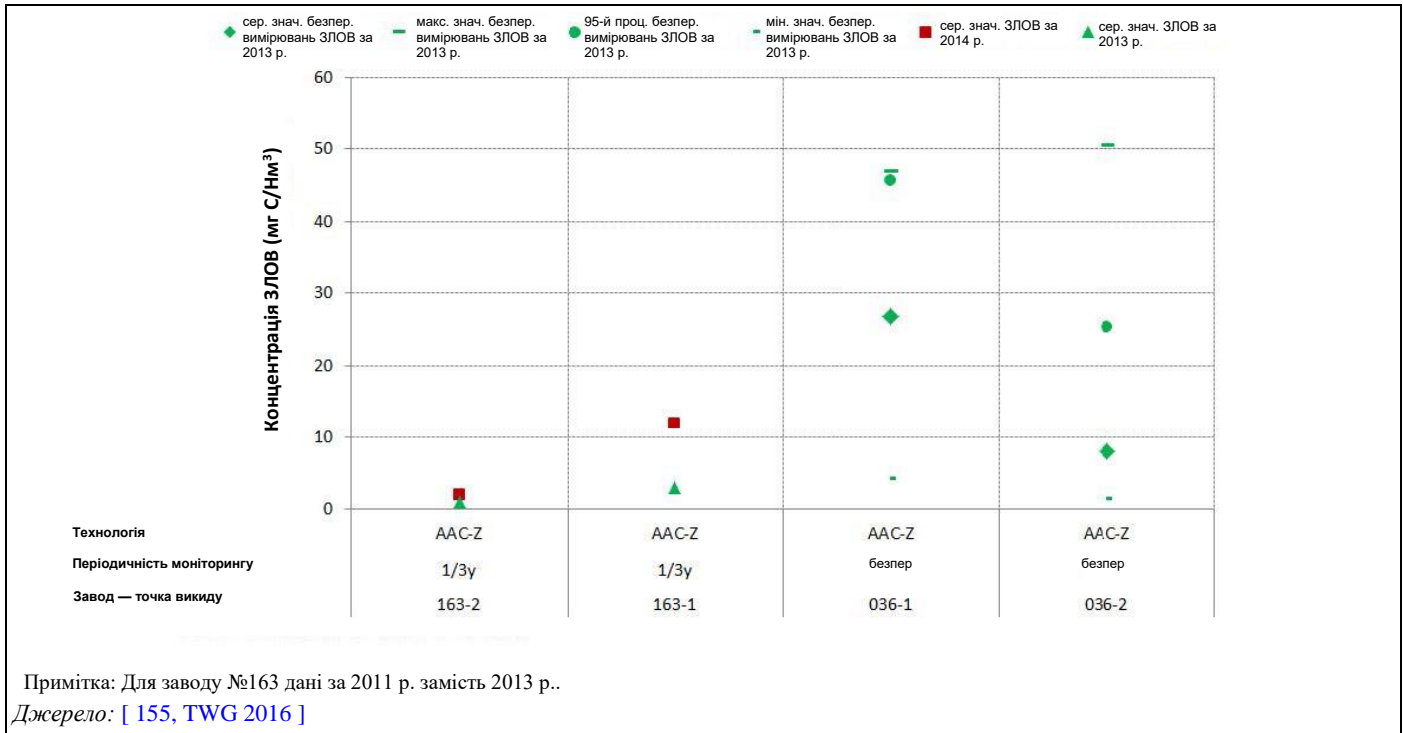


Рисунок 7.9: Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.

Загальна діаграма потоків розчинника та основних джерел викидів ЛОС надана на Рисунку 7.10.

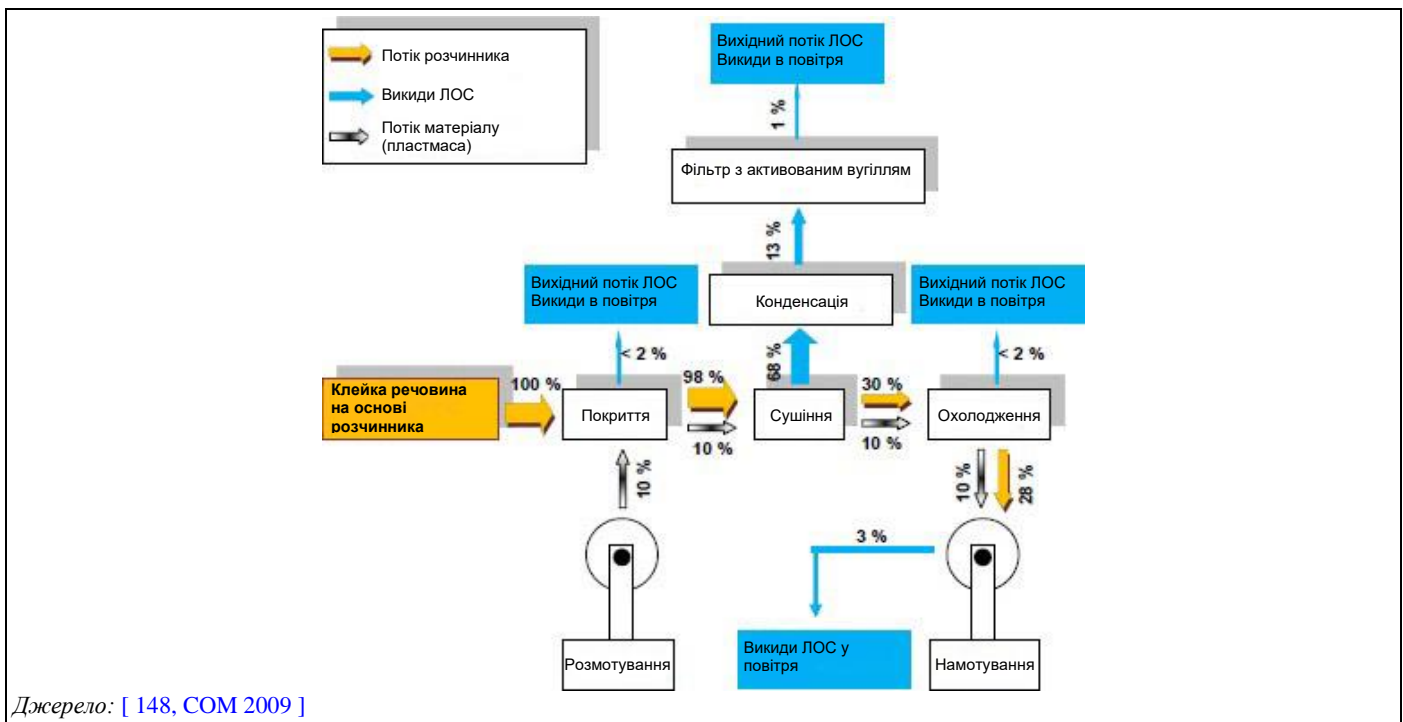


Рисунок 7.10: Вхідний потік розчинника та основний вихідний потік ЛОС для покриття клейкої стрічки

Як видно з Рисунка 7.10, каналізовані викиди ЛОС підтримуються на низькому рівні, а мінімізація неорганізованих викидів (наприклад, від нанесення покриттів) призведе до низьких загальних викидів ЛОС, що підтверджується зібраними даними (див. Рисунок 7.7).

Важливими елементами для досягнення низьких рівнів викидів є:

- використання технологій без розчинників для виробництва відповідної продукції (наразі нижча якість діапазону пакувальних та маскувальних стрічок, а також двосторонні стрічки);
- уловлювання викидів від зберігання розчинників та змішуванні клейких речовин;
- ізолювання всієї машини для нанесення покриття та спрямування всіх викидів з усіх джерел неорганізованих викидів на очищення відхідних газів; очищення відхідних газів може бути одним з або комбінацією:
  - o конденсації після етапу попереднього сушіння (див. Розділи 7.4.2.1 та 17.8.1);
  - o адсорбції з відновленням > 90% та викидами < 1% (див. Розділ 17.10.6.2);
  - o термічного окиснення з регенерацією енергії (див. Розділ 17.10.5);
  - o додаткового спеціального уловлювання викидів ЛОС безпосередньо з установок для нанесення покриттів (див. Розділ 17.10.2);
- зменшення кількості різних продуктів протягом періоду виробництва (триваліші кампанії), уникнення необхідності проміжного очищення.

## 7.4 ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КЛЕЙКОЇ СТРІЧКИ

У Главі 17 описані технології, які також можуть бути застосовні у виробництві клейкої стрічки. У Таблиці 7.4 показані загальні технології, що стосуються виробництва клейкої стрічки. Ці технології не повторюються в цьому розділі, якщо тільки не була надана інформація, що стосується цієї галузі. Опис типу інформації, що розглядається для кожної технології, наведено в Таблиці 17.1.

Довідковий документ EGTEI щодо промислового застосування клейких речовин (див. Додаток 21.3.1) містить деякі дані про витрати та переваги на європейському рівні деяких технологій скорочення викидів ЛОС. Проте підхід EGTEI обов'язково має обмежувати його комплексність, і наводяться лише основні технології без урахування інших факторів НДТМ, як-от вплив на різні компоненти довкілля, або технічних характеристик окремих установок та продуктів [83, EGTEI 2005].

Таблиця 7.4: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі

| Технологія   | Номер розділу |
|--|---------------|
| Технології екологічного менеджменту                | 17.1          |
| Зберігання та поводження із сировиною              | 17.2          |
| Моніторинг   | 17.3          |
| Використання води та утворення стічних вод         | 17.4          |
| Управління енергоспоживанням та енергоефективність | 17.5          |
| Управління сировиною (у тому числі заміщення)      | 17.6          |
| Процеси та обладнання для нанесення покриття       | 17.7          |
| Технології сушіння та/або затвердіння              | 17.8          |
| Технології очищення                                | 17.9          |
| Видалення та очищення відхідних газів              | 17.10         |
| Технології очищення відпрацьованих вод             | 17.11         |
| Технології управління відходами                    | 17.12         |
| Виділення запахів                                  | 17.13         |

### 7.4.1 Технології на основі матеріалів

#### 7.4.1.1 Термоклей

##### Опис

Використання покриття клейкими речовинами, отриманими внаслідок гарячої екструзії синтетичних каучуків, вуглеводневих смол та різних добавок. Розчинники не використовуються.

##### Технічний опис

Термоклей твердіє за кімнатної температури та перед використанням повинні бути нагріті до 100–250 °С. На практиці рідкий термоклей наноситься на основу, і частини, які необхідно склеїти, швидко з'єднуються. Термоклей ефективно зв'язується під час охолодження та затвердіння; робочий час коливається від кількох секунд до кількох хвилин.

Термоклей доступні у вигляді листоподібної плівки, гранульованого матеріалу, подушок або блоків. Потім клей обробляється плавильним пристроєм та виготовленими на замовлення соплами.

##### Досягнуті екологічні переваги

Усуваються викиди розчинників.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Термоклеї на 100% не містять розчинників. Їх не можна використовувати в такому ж широкому діапазоні температур, як клейкі речовини на основі розчинників, і вони не мають такої ж високої якості. З іншого боку, основною перевагою термоклеїв є можливість приклеювання майже будь-якої основи. Крім того, використання термоклеїв у порівнянні із системами на основі розчинників призводить до меншого виділення запаху, хорошої розчинності та відмінної термостійкості.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Існує необхідність у нагрівальному обладнанні та пов'язаних із цим витратами на енергію; необхідна додаткова енергія залежить від розміру технологічної лінії. Для невеликих обсягів застосування починається з потреби в потужності ~ 2 кВт.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Технологія застосовується до нових та наявних заводів та установок. У виробництві клейких стрічок термоклеї придатні для діапазону пакувальних та маскувальних стрічок нижчої якості, а також для двосторонніх стрічок. Вони не можуть повністю замінити клейкі речовини на основі розчинників.

Термоклеї наразі не використовуються для виробництва пластмасових плівок, що використовуються для тимчасового захисту поверхні [ 255, France 2018 ].

### Економічні аспекти

Вони приблизно на 80% дешевші на кг сухої речовини, ніж клейкі речовини на основі розчинників, а витрати на відповідне обладнання нижчі на 50-70%, оскільки нема потреби ані в сушарках, ані в технологіях усунення забруднення довкілля. Через відсутність енергоємної сушарки та технології усунення забруднення довкілля загальне споживання енергії на покриття термоклеєм приблизно на 33% менше в порівнянні з покриттям на основі розчинника [ 148, COM 2009 ].

### Приклади заводів

Завод №36В у [ 155, TWG 2016 ].

### Довідкова література

[ 6, DFU et al. 2002 ] [ 148, COM 2009 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 255, France 2018 ]

## 7.4.1.2 Клейкі речовини на водній основі

### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.2. Клейкі речовини на водній основі не містять органічних розчинників або містять близько 0,5% розчинника у якості пом'якшувач для збереження гнучкості клейового з'єднання.

### Технічний опис

Одних полімерів на водній основі недостатньо для забезпечення оптимальної адгезії для клейкої речовини, і смоли, що підвищують клейкість, необхідні підвищення адгезії до різних матеріалів. У багатьох випадках можна використовувати ті ж еластомери та речовини для підвищення клейкості, що й у системах на основі розчинників.

Кількість твердих частинок в обох клейких речовинах (на основі розчинника та на водній основі) приблизно однакова.

### Досягнуті екологічні переваги

Усуваються викиди розчинників.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Сировина для клейких речовин на водній основі доступна в сухому та вологому вигляді. Клейка речовина в сухому вигляді має приблизно на 65% менший об'єм та на 75% меншу вагу, ніж клейка речовина на основі розчинника, тому витрати на транспортування відносно низькі. Недолік транспортування його в сухому вигляді полягає в тому, що його необхідно готувати на місці, що вимагає великих водостійких змішувальних резервуарів зі стійкими до корозії трубопроводами, з'єднувальними деталями, мішалками з неіржавної сталі та насосами. Це збільшує капітальні витрати на експлуатацію. Готові до використання клейкі речовини на водній основі мають приблизно такий самий об'єм та вагу, що й клейкі речовини на основі розчинників, і витрати на транспортування є аналогічними.

Вони страждають від утворення плісняви та мають зберігатися за температури вище точки замерзання (треба уникати численних циклів заморожування та відтавання) [ 148, COM 2009 ].

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Для сушіння потрібно більше енергії.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Технологія застосовується до нових та наявних заводів та установок. Клейкі речовини на водній основі не так поширені, як клейкі речовини на основі розчинників через їхні нижчі експлуатаційні характеристики; наприклад, вони мають більш обмежений діапазон робочих температур [ 148, COM 2009 ].

Клейкі речовини на водній основі придатні для діапазону пакувальних та маскувальних стрічок нижчої якості, а також для двосторонніх стрічок.

Для виробництва пластмасових плівок, що використовуються для тимчасового захисту поверхні, використовуються клейкі речовини на водній основі з низьким вмістом розчинника [ 255, France 2018 ].

#### **Економічні аспекти**

У порівнянні з клейкими речовинами на основі розчинників найважливішою відмінністю є їхня нижча ціна – приблизно на 15–20% ціни звичайних продуктів.

Інвестиційні витрати на клейкі речовини на водній основі оцінюються на ~ 8% нижче, ніж на звичайні системи на основі розчинників. Вищі витрати на системи на основі розчинників зумовлені потребою у вибухобезпечному електричному обладнанні та системах контролю викидів, а також платою за утилізацію відходів [ 148, COM 2009 ].

Експлуатаційні витрати як для систем на водній основі, так і для систем на основі розчинників приблизно однакові, за винятком нижчих витрат на енергію через відсутність необхідності в технологіях усунення забруднення довкілля для систем на водній основі.

#### **Приклади заводів**

Завод №156 (використовується як дисперсії для певних видів продукції) в [ 155, TWG 2016 ].

#### **Довідкова література**

[ 6, DFU et al. 2002 ] [ 148, COM 2009 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 255, France 2018 ]

### **7.4.1.3 Клейкі речовини, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання**

#### **Опис**

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.3. Клейкі речовини, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання, не містять розчинників.

#### **Технічний опис**

Більшість клейких речовин затвердіння УФ-випромінюванням зовсім не містять розчинників, але в деяких випадках клейкі речовини затвердіння УФ-випромінюванням можуть містити розчинники для зниження в'язкості. Вони складаються з двох компонентів: один – сама адгезивна смола, а другий – фотоініціатор. Коли фотоініціатор піддається впливу ультрафіолетового світла, він вступає в хімічну реакцію з утворенням побічних продуктів, у результаті клей твердіє. Нагрівання не потрібне.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Викиди розчинників усуваються або значно скорочуються.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Клейкі речовини, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання, мають високу когезійну здатність і високу силу адгезії, але їх важко використовувати, якщо матеріали, що мають бути з'єднані, не пропускають УФ-випромінювання.

Край з'єднання може бути підданий впливу УФ-випромінювання, і реакція може проходити через весь об'єм клейкої речовини, але це може зайняти години або дні. Інші варіанти передбачають продукти відстроченого затвердіння, що можна активувати за допомогою УФ-випромінювання, щоб ініціювати затвердіння до того, як частини, що мають бути з'єднані, будуть розміщені.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Технологія застосовується до нових та наявних заводів та установок. У виробництві клейких стрічок клейкі речовини, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання, придатні для нижчої якості перенесення та упаковки, а також для маскувальних стрічок. Клейкі речовини, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання, можна використовувати із широким спектром матеріалів, як-от кераміка, композитні матеріали, бетон, тканина, скло, метал, папір, пластик, гума або шерсть.

Зазвичай клейкі речовини, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання, не можна використовувати для затвердіння через непрозорі матеріали. Проте для деяких клейких речовин, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання (зокрема, епоксидних клейких речовин), для початку реакції потрібен лише початковий УФ-промінь. Коли реакція затвердіння почалася, каталізатор, що входить до складу покриття, сприяє подальшому затвердінню клейкої речовини. Тому непрозорі матеріали можна склеювати, якщо тільки частина піддається впливу УФ-світла – і навіть у цьому випадку час затвердіння може тривати години або дні. Цей процес відомий як затвердіння «у тіні» [\[ 148, COM 2009 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 6, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 148, COM 2009 \]](#)

### **7.4.2 Сушіння/затвердіння**

#### **7.4.2.1 Конвективне сушіння за допомогою інертного газу**

Загальний опис див. у Розділі 17.8.1. Ця технологія зазвичай застосовується як етап попереднього сушіння у виробництві клейкої стрічки.

#### **Приклади заводів**

Завод № 156 (застосовується або у поєднанні з конвективним сушінням, або як самостійна технологія) у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 6, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

#### **7.4.2.2 Затвердіння за допомогою інфрачервоного випромінювання**

Загальний опис див. у Розділі 17.8.5.1. Ця сушарка для затвердіння зазвичай використовується у виробництві клейких стрічок і придатна для дисперсій, а також для клейких речовин на основі розчинників, якщо потрібний захист від вибуху.

#### **Довідкова література**

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 6, DFU et al. 2002 \]](#)

#### **7.4.2.3 Затвердіння за допомогою ультрафіолетового (УФ) випромінювання**

Загальний опис див. у Розділі 17.8.5.4. Затвердіння за допомогою УФ-випромінювання все частіше застосовується у виробництві клейких стрічок. Воно використовується особливо для нових акрилатних термоклей. Воно також використовується для клейких речовин, що твердіють за допомогою випромінювання, де остаточна ретикуляція та регулювання технічно необхідної когезійної здатності та сили адгезії ініціюються УФ-випромінюванням.

#### **Довідкова література**

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 6, DFU et al. 2002 \]](#)

#### 7.4.2.4 Електронно-променеве (ЕП) затвердіння

Загальний опис див. у Розділі 17.8.5.5. ЕП-затвердіння все частіше застосовується у виробництві клейких стрічок, проте меншою мірою, ніж УФ-затвердіння (див. Розділ 7.4.2.3), через більші інвестиційні витрати. Крім того, у порівнянні з УФ-затвердінням можливі зміни властивостей підкладки.

##### Приклади заводів

Завод №156 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

##### Довідкова література

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 6, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

#### 7.4.3 Видалення та очищення відхідних газів

Доступні технології видалення відхідних газів та мінімізації неорганізованих викидів описані в Розділі 17.10.2.

##### 7.4.3.1 Конденсація (охладження)

Загальний опис див. у Розділі 17.10.6.1. Використані розчинники можуть бути відновлені шляхом застосування конденсації в рекуперативному теплообмінному пристрої та охолодження (від 5 °С до –30 °С) за допомогою холодильних компресорів. У виробництві клейкої стрічки конденсація застосовується після етапу попереднього сушіння з використанням сушарки із соплом на інертному газі (див. Розділи 7.4.2.1 та 17.8.1) та перед основним процесом сушіння. Потім відбувається етап адсорбції вихлопних газів.

##### Довідкова література

[\[ 6, DFIU et al. 2002 \]](#)

##### 7.4.3.2 Адсорбція активованим вугіллям та відновлення на місці

Загальний опис див. у Розділі 17.10.6.2. Відхідні гази, насичені розчинниками, проходять через адсорбери, які зазвичай спроектовані як кілька паралельно з'єднаних резервуарів. Резервуари заповнені активованим вугіллям. Якщо один адсорбер насичений, відпрацьований газ направляється до сусіднього адсорберу. Для регенерації адсорбовані розчинники спочатку десорбуються завдяки підвищенню температури, що ініціюється поданням пари. Суміш води та розчинника, що утворюється, потім конденсується й розділяється на фази. В очищеному газі досягаються максимальні концентрації викидів < 50 мг/м<sup>3</sup> (див. також Розділ 7.3.2.2).

##### Приклади заводів

Заводи №036, №156 та №163 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

##### Довідкова література

[\[ 6, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

##### 7.4.3.3 Регенеративне термічне окиснення (РТО)

Загальний опис див. у Розділі 17.10.5.4.

##### Приклади заводів

Завод №156 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).



## 8 НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА ТЕКСТИЛЬ, ФОЛЬГУ ТА ПАПІР

### 8.1 Загальна інформація про нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір

[\[ 161, TWG 2015 \]](#) [\[ 163, Kovacevic et al. 2010 \]](#) [\[ 164, Singha 2012 \]](#) [\[ 165, EURATEX 2018 \]](#)

У цій главі розглядається сектор нанесення покриттів різні основи (текстиль, фольга, папір) з різними кінцевими призначеннями та подібними технологіями нанесення.

Нанесення покриття та ламінування стають дедалі важливішими технологіями підвищення цінності технічного текстилю. Покриття та ламінування покращують та розширюють спектр функціональних характеристик текстилю, і використання цих технологій швидко зростає в міру того, як галузі застосування технічного текстилю стають різноманітнішими.

Виробництво текстилю та одягу є важливим складником місцевої економіки в регіонах ЄС. Лише одна федерація представляє близько 174 000 компаній з оборотом 162 мільярди євро, у яких працює 1,66 мільйона робітників. ЄС є другим у світі експортером текстилю та одягу з 22% та 25% часткою від світових продажів відповідно у 2017 р. [\[ 165, EURATEX 2018 \]](#).

Загальна кількість заводів у Європі з нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір, що перевищує граничне значення Додатка I до ДПВ для виду діяльності 6.7, оцінюється в понад 25 [\[ 161, TWG 2015 \]](#).

## 8.2 Прикладні процеси та технології

### 8.2.1 Покриття поліуретаном (PU)

[ 163, Kovacevic et al. 2010 ] [ 164, Singha 2012 ]

Нанесення покриття – це процес, у якому полімерний шар наноситься безпосередньо на одну або обидві поверхні тканини. Полімерне покриття має прилипати до текстилю, а ракель або подібний пристрій контролює товщину в'язкого полімеру. Покриття тканину нагрівають, і полімер твердіє (полімеризується). Коли потрібне товсте покриття, його можна створити шляхом послідовного нанесення шарів покриття, шар за шаром.

Вибір полімерів дуже важливий для отримання необхідних властивостей кінцевого продукту, а склад покриття визначається залежно від застосування готового продукту.

Покриття складається з базового полімеру та добавок. У виборі базового полімеру враховуються такі властивості: термопластичність, зварюваність, непроникність для рідин, механічні властивості полімерів, можливість плівкоутворення, жорсткість, хороша адгезія, стійкість до стирання, тепло-, водо- та повітропроникність, стійкість до розчинників та гідролізу, стійкість до УФ-випромінювання, температура плавлення тощо.

Базовим полімером переважно є поліуретан, який може бути міцним та жорстким або м'яким та еластичним. Поліуретани належать до групи дуже довговічних пластмасових матеріалів. Основною властивістю поліуретану є його широкий спектр застосування. Він може використовуватися для покриття текстилю, шкіри, у розчині, дисперсії, з низьким вмістом розчинника або без його вмісту, у вигляді гранул або порошку. М'якість або твердість можна отримати шляхом зміни структури полімеру.

Поліуретан має хорошу стійкість до миття та очищення, хорошу адгезію до тканини, високу стійкість за низьких температур, високу в'язкість і стійкість до стирання, і можливе використання без пластифікаторів. Водночас він приємний та м'який на дотик, має низьку питому вагу, стійкість до масил і жирів. Поліуретан можна використовувати для покриття текстильних матеріалів різними способами:

- у вигляді двокомпонентного поліуретану з ізоціанатним зшиванням;
- у вигляді однокомпонентних ароматичних або аліфатичних поліуретанів із хімічними реакціями;
- як однокомпонентний продукт, що допускає диспергування у воді та є екологічно чистим;
- у вигляді твердого продукту з можливістю покриття більшої кількості для кожного проходження для нанесення покриття.

Особливе екологічне значення має той факт, що органічні розчинники, що використовуються для поліуретанової суміші для покриття, характеризуються як CMR (канцерогенні, мутагенні, токсичні для репродукції). Типовим прикладом є використання DMF (N,N-диметилформамід, номер CAS 68-12-2), який відповідно до узгодженої класифікації та маркуванням шкідливих речовин, мають такі коди характеристики небезпечності: H360D, H332, H312, H319.

#### 8.2.1.1 Методи нанесення покриття

[ 164, Singha 2012 ] [ 166, FEDUSTRIA 2016 ] [ 167, FEDUSTRIA 2016 ]  
[ 168, United Kingdom 2016 ]

Існує кілька процесів нанесення покриття на текстильний матеріал залежно від вимог до кінцевого продукту. Найчастіше використовуються такі процеси:

- **Пряме покриття:** Тканина розтягується до утворення однорідної поверхні та транспортується під стаціонарним ракелем. Процес прямого покриття поліуретаном передбачає багаторазове нанесення шарів покриття на текстильну основу.

За кожним етапом нанесення покриття відбувається проходження через сушильну установку для видалення розчинника (такого як DMF). Залежно від визначеного типу полімеру для покриття використовують низку розчинників, у тому числі DMF, а також MEK (метилетилкетон) або толуол. Принаймні, в одному випадку тканину зі спеціальним покриттям можна знову пропустити через сушарку для зменшення залишкової кількості DMF, яка в іншому випадку залишається в продукті. Оскільки DMF є речовиною CMR, необхідний високий стандарт вловлювання та знищення для дотримання дозволених границь (див. також Розділ 8.2.1.1.1).

- **Нанесення спіненого покриття та подрібненого спіненого покриття:** його можна використовувати для нанесення полімеру на ткани та трикотажні тканини, а також на тканини, виготовлені з крученої пряжі, або тканини з загальною відкритою структурою, на які зазвичай не можна прямо наносити покриття.
- **Перебивне покриття:** принцип перебивного покриття полягає в тому, щоб спочатку розпилити полімер на розділювальний папір, щоб сформувати плівку, а потім нашарувати цю плівку на тканину. Багато шарів покриття наносяться на розділювальний папір та переносяться на текстильну основу за допомогою поліуретанового (PU) клейового шару. За кожним етапом нанесення покриття відбувається проходження через сушарку для видалення розчинника (такого як DMF). Після висихання клейового шару папір відокремлюється від покриття (див. також Розділ 8.2.1.1.2).
- **Нанесення покриття в гарячому стані екструзійним методом:** цей метод використовується для термопластичних полімерів, як-от поліуретан, поліолефіни та полівінілхлорид (ПВХ), які наносяться шляхом подання гранул матеріалу в зазор між нагрітими валками, що рухаються.
- **Нанесення покриття каландруванням:** каландри переважно використовуються для виробництва плівок без підкладки з ПВХ і каучуків зі складного полімерного «тіста».
- **Ротаційне графаретне покриття:** Нанесення суміші на тканину шляхом продавлювання її через циліндричний графарет, використовується переважно для друку на текстильних матеріалах.

#### 8.2.1.1.1 Пряме покриття

[\[ 167, FEDUSTRIA 2016 \]](#) [\[ 168, United Kingdom 2016 \]](#)

В індивідуальних змішувальних камерах, обладнаних витяжною системою, поліуретан, що подається, хімічні допоміжні речовини та органічний розчинник, необхідні для регулювання в'язкості, змішуються відповідно до технічних специфікацій. Витяжне повітря спрямовується в термічний окисник.

Машини для нанесення покриття складаються з трьох окремих головок для нанесення покриття та пов'язаних із ними сушарок із нагрівом термічними оливами та витяжною. Окремі ракелі контролюють вагу покриття.

Видимими відкритими зонами машини є вхід системи перед нанесенням рідкого покриття та вихід системи після сушарки. Барабани, що містять суміш(і) для нанесення покриття на кожній окремій головці для нанесення покриття, розташовані на відповідній станції нанесення покриття.

Процес прямого покриття поліуретаном передбачає нанесення покриття безпосередньо на певну основу тканини. Це може передбачати одне проходження машини для до трьох послідовно встановлених головок для нанесення покриття, з додатковими проходженнями машини, якщо це необхідно, для додаткових шарів і/або ваги покриття. У кожному з цих проходжень через машини для нанесення покриттів у пристрій для нанесення покриттів додається розчинник із подальшим випаровуванням у сушарці. За необхідності зниження вмісту розчинників із високою точкою кипіння (наприклад, толуолу і DMF) у кінцевому продукті продукт можна пропускати через пристрій для нанесення покриття та сушіння, що працює тільки як сушарка.

Витяжне повітря, насичене розчинником, спрямовується зі змішувальних камер, відкритої зони машини для нанесення покриття та сушарок у РТО (регенеративний термічний окисник). Використовуваними розчинниками зазвичай переважно є МЕК, ізопропіловий спирт (ІПС), толуол, DMF та розчинниками з певною точкою кипіння 60/95 (легка гідроочищена нафта). Більше інформації про DMF доступно на вебсайті ЕЧА<sup>30</sup>.

Кількість установок у Європі оцінюється в більш ніж 10, три з них у Бельгії, які виробляють захисний одяг, технічний текстиль, текстиль для автомобілів, як-от брезент тощо.

#### 8.2.1.1.2 Перебивне покриття

[ 167, FEDUSTRIA 2016 ] [ 168, United Kingdom 2016 ]

У кабінах, обладнаних системою витяжки, суміш поліуретану т розчинників (наприклад, DMF), що подається розбавляється в бочках із використанням додаткової кількості DMF для регулювання в'язкості. Витяжне повітря надходить у термічний або скрубєрно-дистилювальну колону. В останньому випадку розчинники відновлюються.

Машини для нанесення покриття є автономними газовими пристроями для нанесення покриття та сушіння з витяжкою. Ракель контролює товщину покриття.

Видимими відкритими зонами машини є вхід системи перед нанесенням рідкого покриття та вихід системи після сушарки. Закритий барабан із сумішшю покриття стоїть поруч із лінією для нанесення покриття, і суміш покриття перекачується в установку для нанесення покриття.

Перебивне покриття переважно наноситься на еластичні тканини, поліуретанове покриття є непрямим. Покриття наноситься на розділювальний папір у більш ніж в один шар, потім приклеюється до основи за допомогою суміші поліуретан/DMF, і, нарешті, перебивний папір видаляється. У кожному з цих проходжень через машини для нанесення покриття в пристрій для нанесення покриття додається DMF, після чого DMF видаляється в сушарці. За необхідності зниження вмісту DMF в кінцевому продукті продукт можна пропускати через пристрій для нанесення покриття та сушіння, що працює тільки як сушарка.

Повітря, що містить DMF, надходить у термічний окисник або дистиляційну установку з: камер розведення, відкритої зони нанесення покриття машини, зони нанесення рідкого покриття на папір і сушарок.

У Бельгії є чотири установки з нанесення перебивного покриття з використанням DMF, які виробляють переважно медичний текстиль, захисний одяг, на матрацники, штучну шкіру тощо.

---

<sup>30</sup> [http://echa.europa.eu/documents/10162/13640/axiv\\_5th\\_recommendation\\_dmf\\_rcom\\_en.pdf](http://echa.europa.eu/documents/10162/13640/axiv_5th_recommendation_dmf_rcom_en.pdf)

## 8.3 ПОТОЧНІ РІВНІ СПОЖИВАННЯ ТА ВИКИДІВ ВІД PU АБО ПВХ ПОКРИТТЯ

[ 155, TWG 2016 ]

Дані були надані для 10 заводів, з яких 8 є заводами з нанесення покриттів на текстиль (ткані та неткані, трикотажні тканини), один є заводом із нанесення покриттів на папір та фольгу та один – заводом із нанесення покриттів на папір, пластмасу та інші основи.

Таблиця 8.1: Список заводів, що надали дані про нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір

| Номер заводу | Основа   | Метод нанесення покриття                               |
|--------------|--|--|
| 134          | Тканий поліестер   | Пряме покриття ПВХ із подальшим покриттям лаку, без PU |
| 135          | Нетканий трикотажний текстильний матеріал  | Перебивне покриття з використанням перебивного паперу  |
| 136          | Текстиль   | Як пряме, так і перебивне покриття                     |
| 137          | Ламінувальна фольга та папір, металізований папір та папір із чистої сульфитної целюлози | Непряме  |
| 138          | Текстиль   | Лінія PU та лінія ПВХ                                  |
| 139          | Папір, пластмаса та інше   | Пряме  |
| 140          | Трикотажний текстильний матеріал   | Непряме – лінія нанесення покриття + лінія ламінування |
| 151          | Тканий матеріал  | Пряме  |
| 166          | Трикотаж   | Перебивне покриття трикотажу PU на основі розчинника   |
| 171          | Тканий текстильний матеріал для виробництва конвеєрних та технологічних стрічок          | 4 лінії прямого покриття + 2 каландри з PU             |

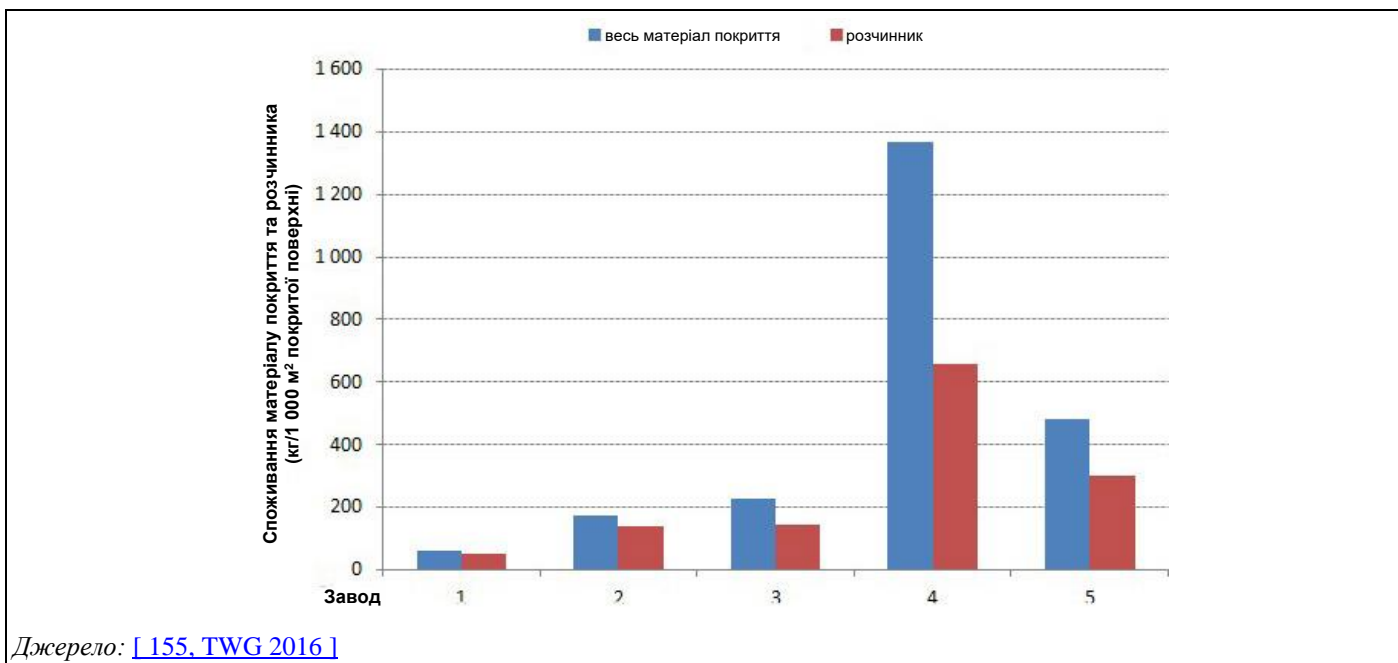
Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

### 8.3.1 Споживання

[ 155, TWG 2016 ]

#### 8.3.1.1 Споживання матеріалу покриття та розчинника

Доступні дані за заводами з нанесення покриття на текстиль щодо загального споживання матеріалу (в тому числі клейкої речовини для покриття та очисних матеріалів) та споживання розчинника надані на Рисунку 8.1.



**Рисунок 8.1:** Середні значення загального споживання матеріалу (в тому числі клейкої речовини для покриття та очисних матеріалів) та споживання розчинника (на 1 000 м<sup>2</sup> покритої поверхні) за період 2013–2015 рр.

Для нанесення покриття на папір споживання матеріалу покриття та розчинника становить близько 1,1–1,5 кг/1 000 м<sup>2</sup> та 0,8–1,1 кг/1 000 м<sup>2</sup>, відповідно, у середньому за 3-річний звітний період (2013–2015 рр.).

#### 8.3.1.1.1 Споживання диметилформаміду (DMF)

Повідомлені дані щодо використання DMF демонструють, що DMF становить відсоткову частку вхідного потоку розчинника, що варіюється від 15% до 98% залежно від процесу, матеріалів та специфікацій кінцевого продукту.

#### 8.3.1.2 Споживання енергії

Повідомлені дані про питомих споживання енергії для нанесення покриття на текстиль варіюється від 1 кВт-год/м<sup>2</sup> до 29 кВт-год/м<sup>2</sup> залежно від процесу та основи. Для покриття паперу та/або фольги значення питомого споживання перебуває в діапазоні 0,1–2,6 кВт-год/м<sup>2</sup>.

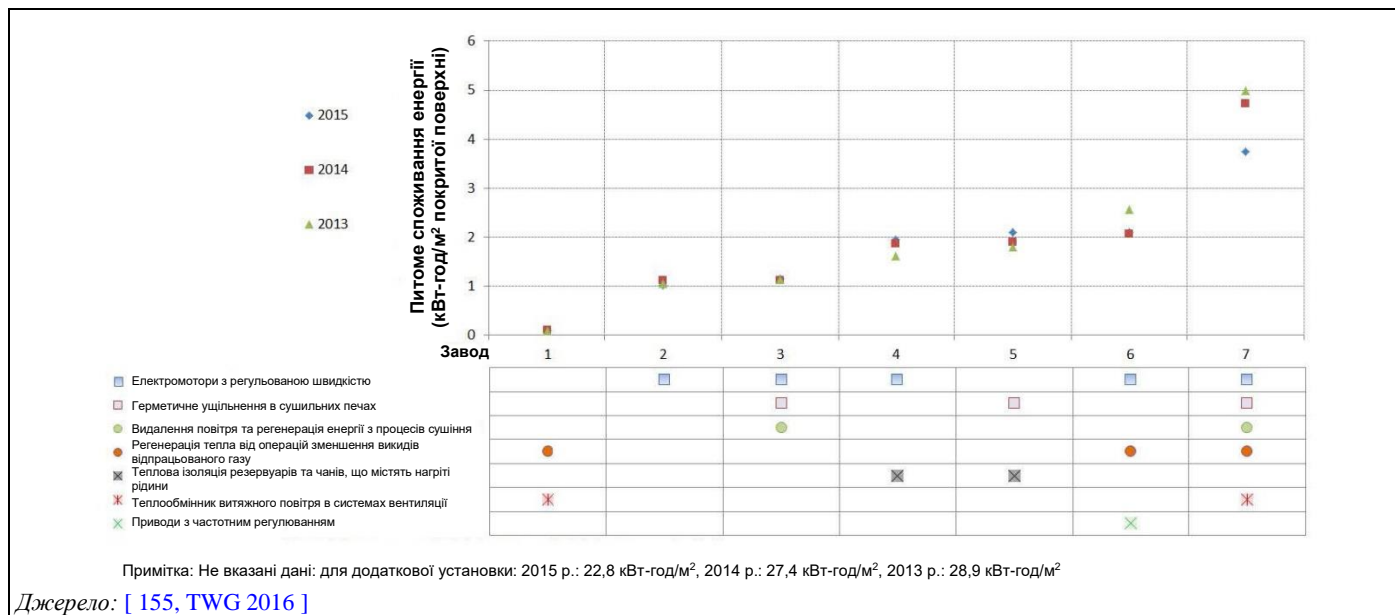


Рисунок 8.2: Питоме споживання енергії, виражене у кВт-год на м<sup>2</sup> покритої поверхні за період 2013–2015 рр.

### 8.3.2 Викиди

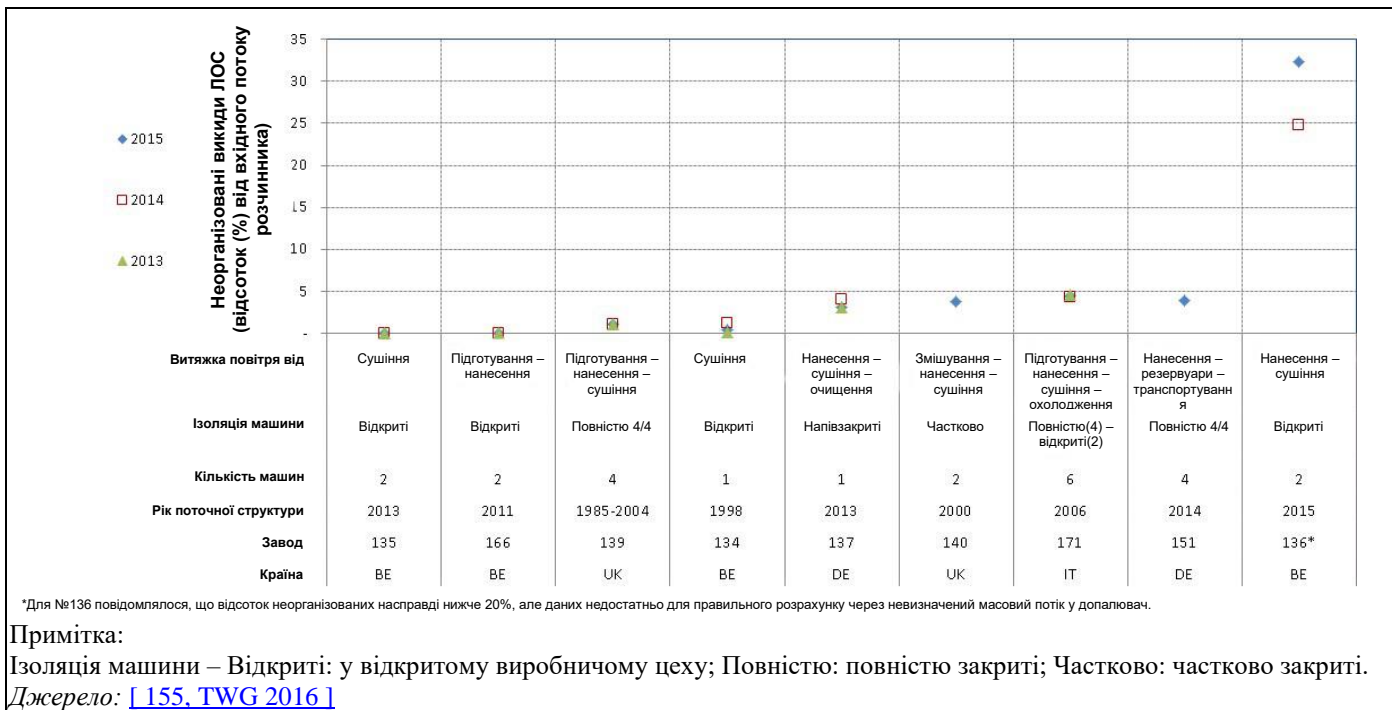
[ 155, TWG 2016 ]

#### 8.3.2.1 Неорганізовані та загальні викиди ЛОС

Зазвичай процеси нанесення покриттів добре закриті та мають витяжну систему та подальшу обробку за допомогою адсорбції та/або регенеративного термічного окиснення. У результаті надані дані демонструють, що неорганізовані викиди підтримуються на рівні нижче 5% від вхідного потоку розчинника у всіх випадках, крім одного (див. Рисунок 8.3). Високе значення лише однієї установки переважно пов'язане з невизначеністю в розрахунку масового потоку на термічну обробку.

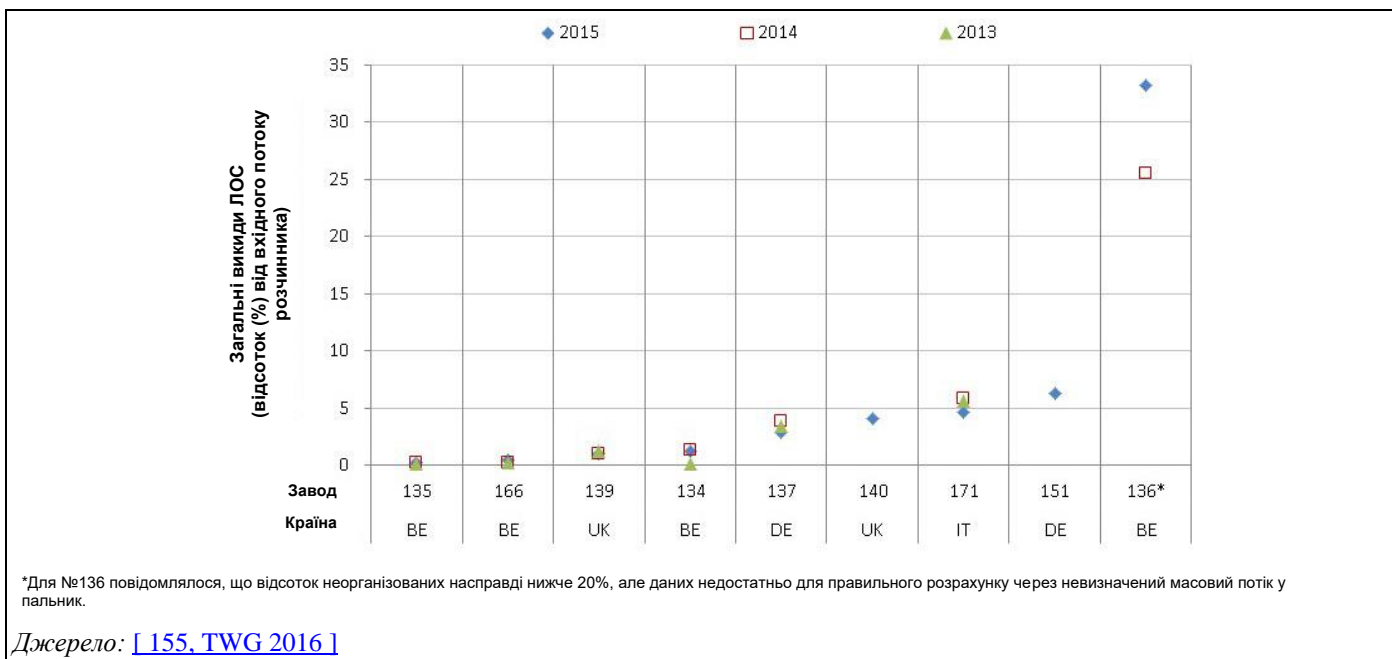
Основними повідомленими технологіями обмеження загальних та неорганізованих викидів ЛОС є:

- витяжка повітря із зон очищення (насоси та ракелі);
- підвищення концентрації ЛОС у низькоконцентрованих відхідних газах у роторному концентраторі та очищення концентрованих відхідних газів у РТО.
- безпечне зберігання шкідливих речовин та заходи з попередження незапланованих викидів;
- поводження зі шкідливими матеріалами та їхнє використання;
- витяжка повітря з процесів сушіння та подальше очищення;
- витяжка повітря із зони охолодження та подальше очищення;
- витяжка повітря від дихання резервуара з резервуарів для зберігання, резервуарів із бензином та дистиляційної установки; витяжне повітря спрямовується в систему очищення відхідних газів;
- витяжне повітря зі змішувальних резервуарів та зони змішування загалом, а також контейнера для залишку дистилювання спрямовується в систему очищення відхідних газів;
- витяжка повітря з контейнера з очисними матеріалами (серветками тощо) і подальше очищення;
- закриті зони нанесення з витяжкою повітря;
- підтримання тиску у виробничому цеху (будівлі), а також витяжка й очищення повітря;
- використання покриттів на водній основі;
- використання лужних мийних машин для очищення як валків, так і деталей.



**Рисунок 8.3: Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр.**

У результаті належного закриття процесу, витяжки в процесах, пов’язаних із розчинниками, та подальшої обробки загальні викиди ЛОС (які надані на Рисунку 8.4) лише трохи вищі, ніж неорганізовані. Тільки за одним винятком, усі повідомлені відсоткові значення є нижчими за 6%.



**Рисунок 8.4: Загальні викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр.**



### 8.3.2.2 Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах

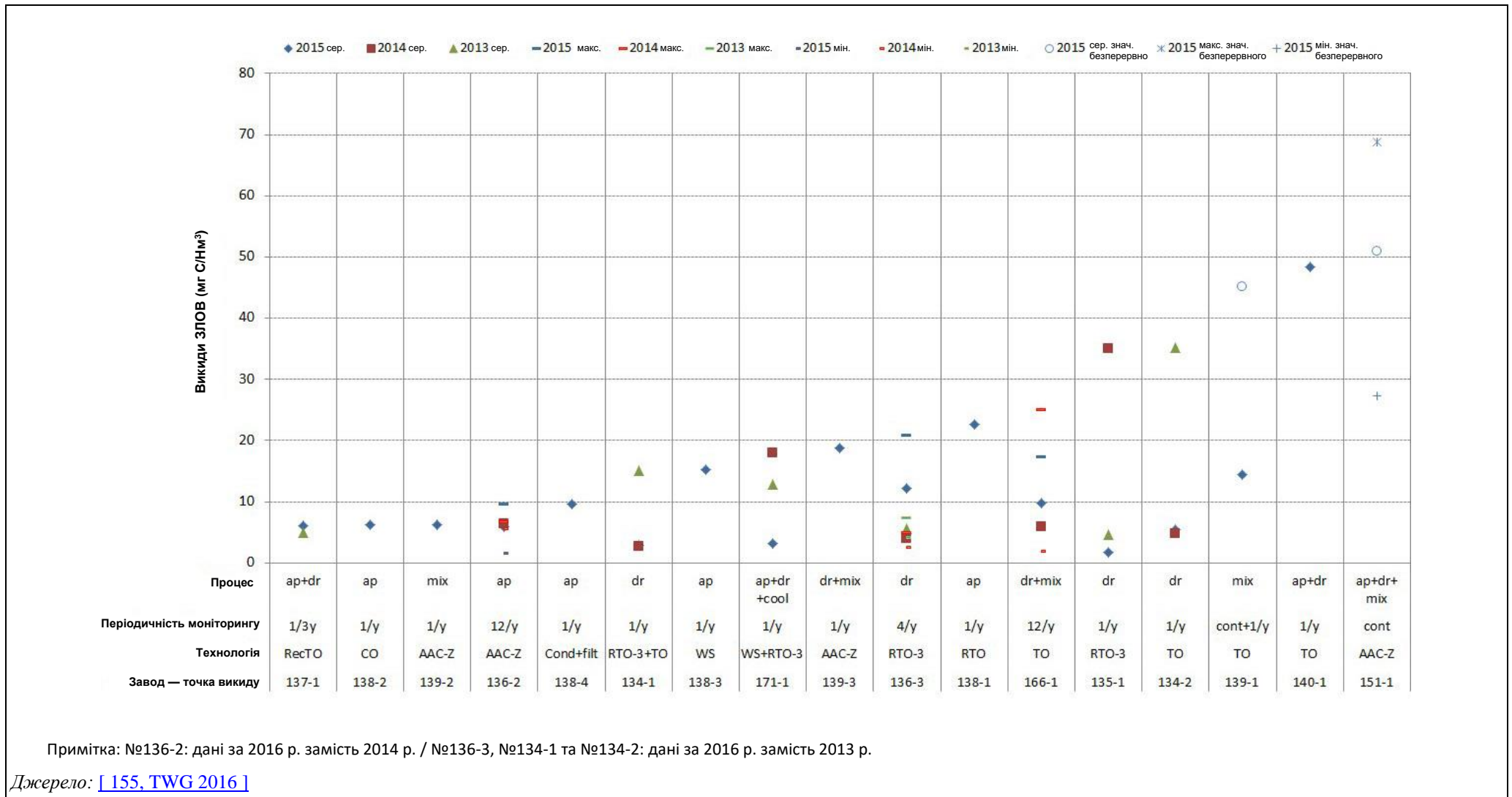
Повідомлені значення про викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах, виражені в мг С/Нм<sup>3</sup>, надані на Рисунку 8.5. Скорочення, що використовуються на цьому рисунку, пояснені в Таблиці 8.2.

Повідомлено лише два значення безперервного моніторингу викидів ЗЛОВ. Для періодичного моніторингу частота моніторингу варіюється від одного разу на місяць до одного разу на 3 роки.

Загалом більшість повідомлених максимальних значень нижче 25 мг С/Нм<sup>3</sup>.

**Таблиця 8.2:** Пояснення скорочень, що використовуються для типу процесу

| Термін | Визначення                           |
|--------|--------------------------------------|
| ap     | Нанесення                            |
| dr     | Сушіння                              |
| mix    | Витяжка в процесі та зоні змішування |
| cool   | Витяжка в зоні охолодження           |



Примітка: №136-2: дані за 2016 р. замість 2014 р. / №136-3, №134-1 та №134-2: дані за 2016 р. замість 2013 р.

Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

Рисунок 8.5: Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.

Основні статистичні параметри повідомлених даних про моніторинг викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах за звітний період 2013–2015 рр. надані в Таблиці 8.3.

**Таблиця 8.3: Статистичні параметри повідомлених даних про періодичний моніторинг викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.**

| Технологія,<br>що<br>застосовується | 2015            |                     |       |      | 2014            |                     |       |      | 2013            |                     |       |      |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------|-------|------|-----------------|---------------------|-------|------|-----------------|---------------------|-------|------|
|                                     | К-ть<br>значень | Середнє<br>значення | Макс. | Мін. | К-ть<br>значень | Середнє<br>значення | Макс. | Мін. | К-ть<br>значень | Середнє<br>значення | Макс. | Мін. |
|                                     |                 |                     |       |      |                 |                     |       |      |                 |                     |       |      |
| ТО                                  | 4               | 19,5                | 48,4  | 5,5  | 2               | 5,4                 | 6,0   | 4,8  | 1               | 35,2                | НД    | НД   |
| РекТО                               | 1               | 6,1                 | НД    | НД   | НД              | НД                  | НД    | НД   | 1               | 5,0                 | НД    | НД   |
| РТО                                 | 1               | 22,6                | НД    | НД   | НД              | НД                  | НД    | НД   | НД              | НД                  | НД    | НД   |
| РТО-3                               | 2               | 6,9                 | 12,1  | 1,7  | 2               | 19,5                | 35,1  | 4,0  | 2               | 5,2                 | 5,6   | 4,7  |
| РТО-3+ ТО                           | 1               | 2,9                 | НД    | НД   | 1               | 2,7                 | НД    | НД   | 1               | 15,1                | НД    | НД   |
| МС+РТО-3                            | 1               | 3,1                 | НД    | НД   | 1               | 17,9                | НД    | НД   | 1               | 12,9                | НД    | НД   |
| МС                                  | 1               | 15,3                | НД    | НД   | НД              | НД                  | НД    | НД   | НД              | НД                  | НД    | НД   |
| СО                                  | 1               | 6,3                 | НД    | НД   | НД              | НД                  | НД    | НД   | НД              | НД                  | НД    | НД   |
| ААВ-Ц                               | 4               | 20,5                | 51,0  | 5,9  | 1               | 6,4                 | НД    | НД   | НД              | НД                  | НД    | НД   |
| Конд+фільт                          | 1               | 9,6                 | НД    | НД   | НД              | НД                  | НД    | НД   | НД              | НД                  | НД    | НД   |

Примітка:  
НД: Немає даних.  
Джерело: [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

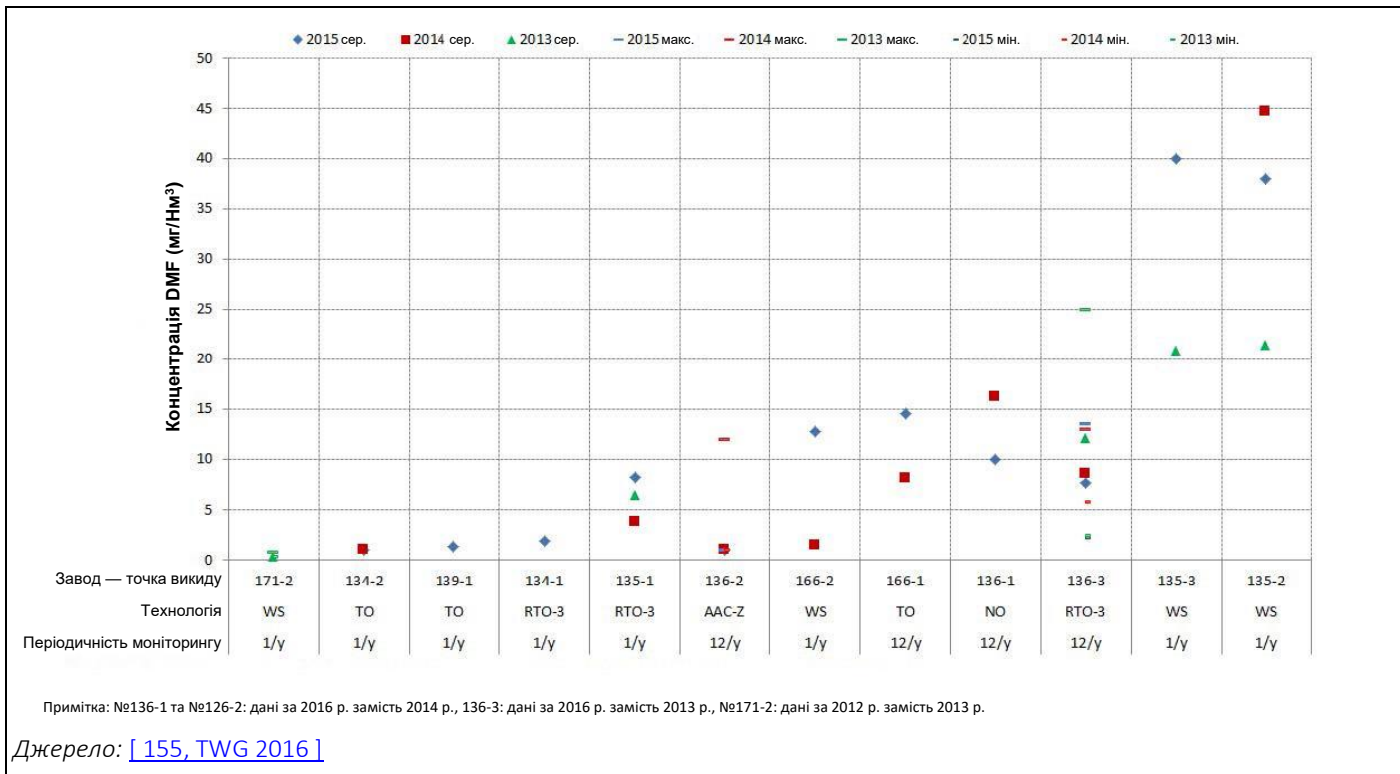
### 8.3.2.3 Викиди DMF у відпрацьованих газах

[\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#) [\[ 220, Belgium 2018 \]](#)

Повідомлені значення викидів DMF у відпрацьованих газах надані на Рисунку 8.6.

На основі аналізу наданих даних та контекстуальної інформації можна розглянути такі аспекти:

- високі значення викидів DMF вимірюються на установках у Фландрії, Бельгія, на яких із 2015 року застосовується новий стандарт моніторингу, встановлений регіональним компетентним органом (див. наступний параграф);
- у різних країнах застосовується різна інтерпретація стандарту моніторингу, а також різна періодичність моніторингу.



**Рисунок 8.6: Викиди DMF у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.**

Повідомлені значення викидів DMF та контекстуальна інформація щодо моніторингу DMF надані в Таблиці 8.4.

Таблиця 8.4: Значення викидів DMF та контекстуальна інформація щодо моніторингу DMF

| Завод – точка викиду | Пов'язаний процес   | Технологія, що застосовується | Метод моніторингу                | Періодичність моніторингу | Концентрація DMF (мг/Нм <sup>3</sup> ) – Періодичний моніторинг |       |      |      |       |      |      |       |      |
|----------------------|---|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|
|                      |   |                               |                                  |                           | 2015  |       |      | 2014 |       |      | 2013 |       |      |
|                      |   |                               |                                  |                           | Сер.  | Макс. | Мін. | Сер. | Макс. | Мін. | Сер. | Макс. | Мін. |
| 171-2                | Лінія нанесення покриття (зона нанесення, печі, зона охолодження)                   | MC                            | Внутрішній метод 065:2010 Ред. 0 | 1/р.                      | НД  | НД    | НД   | НД   | НД    | НД   | 0,4  | 0,8   | 0,4  |
| 134-2                | Лаковий блок сушильної печі   | TO                            | LUC/IV/010                       | 1/р.                      | 1   | НД    | НД   | 1    | НД    | НД   | НД   | НД    | НД   |
| 139-1                | Усі технологічні викиди (на основі розчинника)                                      | TO                            | TGN M22                          | 1/р.                      | 1,4   | 2     | 1    | НД   | НД    | НД   | НД   | НД    | НД   |
| 134-1                | Сушильні печі прямого покриття  | PTO-3                         | LUC/IV/010                       | 1/р.                      | 1,93  | НД    | НД   | НД   | НД    | НД   | НД   | НД    | НД   |
| 135-1                | Сушильні печі перебивного покриття  | PTO-3                         | IB                               | 1/р.                      | 8,18  | НД    | НД   | 3,77 | НД    | НД   | 6,46 | НД    | НД   |
| 136-2                | Витяжка із зони нанесення   | ААВ-Ц                         | LUC/IV/010                       | 12/р.                     | 1   | 1     | 1    | 1    | 12    | 1    | НД   | НД    | НД   |
| 166-2                | 2x2 печі  | MC                            | LUC/IV/010                       | 1/р.                      | 12,8  | НД    | НД   | 1,5  | НД    | НД   | НД   | НД    | НД   |
| 166-1                | 2x1 печі / повітря з виробничого приміщення та приміщення для приготування покриття | TO                            | LUC/IV/010                       | 12/р.                     | 14,6  | НД    | НД   | 8,13 | НД    | НД   | НД   | НД    | НД   |
| 136-1                | Приготування маси та змішування   | HEMAC                         | LUC/IV/010                       | 12/р.                     | 10  | НД    | НД   | 16,2 | НД    | НД   | НД   | НД    | НД   |
| 136-3                | Печі, перебивне покриття та пряме покриття  | PTO-3                         | LUC/IV/010                       | 12/р.                     | 7,63  | 13,6  | 2,28 | 8,61 | 13    | 5,73 | 12,1 | 25    | 2,5  |
| 135-3                | Мокрий скрублер 2   | MC                            | IB                               | 1/р.                      | 40  | НД    | НД   | 0    | НД    | НД   | 20,9 | НД    | НД   |
| 135-2                | Мокрий скрублер 1   | MC                            | IB                               | 1/р.                      | 38  | НД    | НД   | 44,7 | НД    | НД   | 21,4 | НД    | НД   |

Примітка:

НД: Немає даних.

ІВ: інформація (контекстуальна) відсутня.

Джерело: [155, TWG 2016]

### Фламандський метод вимірювання DMF

Фламандський метод вимірювання DMF (LUC/IV/010) ґрунтується на європейському стандарті TS 13649, але додатково уточнює ризик конденсації. У TS 13649 зазначено, що у випадку ризику конденсації (тобто «коли концентрація води або розчинника досить висока, щоби спричинити ризик конденсації») треба використовувати або розведення, або конденсатовловлювач. У випадку DMF через його високу розчинність у воді концентрація води або розчинника досить висока, щоби спричинити ризик конденсації. Додаткові дані моніторингу з установок у Бельгії показують, що для достатнього вловлювання компонента може знадобитися розведення або конденсатовловлювач. Фламандський метод вимірювання (LUC\_IV\_010) встановлює певні критерії для вмісту води; у разі перевищення цих критеріїв необхідно використовувати один із двох методів (розведення або конденсатовловлювач)<sup>31</sup>.

Інформація про результати технічного випробування, виконаного на запит Фламандського агентства екологічного інспектування, у якому використовувалися обидва методи (або на основі розведення, або на основі конденсатовловлювача), показала, що результати були спільномірними. Для методу з конденсатовловлювачем загальний викид DMF є сумою концентрацій, які присутні у відповідних часткових пробах (вловлювач carboxen і конденсатовловлювач).

<sup>31</sup> Через розчинність DMF у воді необхідно здійснювати або розведення, або видалення води шляхом конденсації в промивальці, що охолоджується, якщо не виконуються такі критерії [температура точки роси відхідного газу < температури середовища –2 °C] та [температура точки роси відхідного газу < 18 °C].

Додаткова інформація з Бельгії про недавні кампанії з моніторингу DMF (анонімні дані) вказує на те, що частка DMF, яка може бути виявлена у фазі конденсату, становить у середньому 68% від загальної концентрації DMF, тоді як для окремих вимірювань вона може досягати 99% загальної концентрації [BE коментар №85 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

#### **8.3.2.4 Викиди NO<sub>x</sub> та CO у відпрацьованих газах**

Викиди оксидів азоту (NO<sub>x</sub>) та чадного газу (CO) виникають унаслідок термічного окиснення відхідних газів. Крім того, у разі використання розчинників, що містять азот (наприклад, DMF), рівень NO<sub>x</sub> може підвищуватися через хімічне утворення NO<sub>x</sub>

Дані з восьми точок моніторингу (із семи заводів) були надані для викидів NO<sub>x</sub> та CO у відпрацьованих газах із частотою моніторингу від одного разу на місяць до одного разу на 3 роки.

Повідомлені значення періодичного моніторингу викидів NO<sub>x</sub> та CO у відпрацьованих газах надані на Рисунку 8.7 та Рисунку 8.8.

Додаткові анонімні дані (93 набори даних) для п'яти заводів із Бельгії за період 2012–2017 рр. показують максимальний рівень NO<sub>x</sub> 837 мг/Нм<sup>3</sup> та середнє значення 157 мг/Нм<sup>3</sup>. Щодо викидів CO, 30 наборів даних для п'яти заводів із Бельгії, що охоплюють період 2012–2017 рр., показують максимальний рівень CO 16 мг/Нм<sup>3</sup> та середнє значення 7 мг/Нм<sup>3</sup> [\[ 220, Belgium 2018 \]](#).

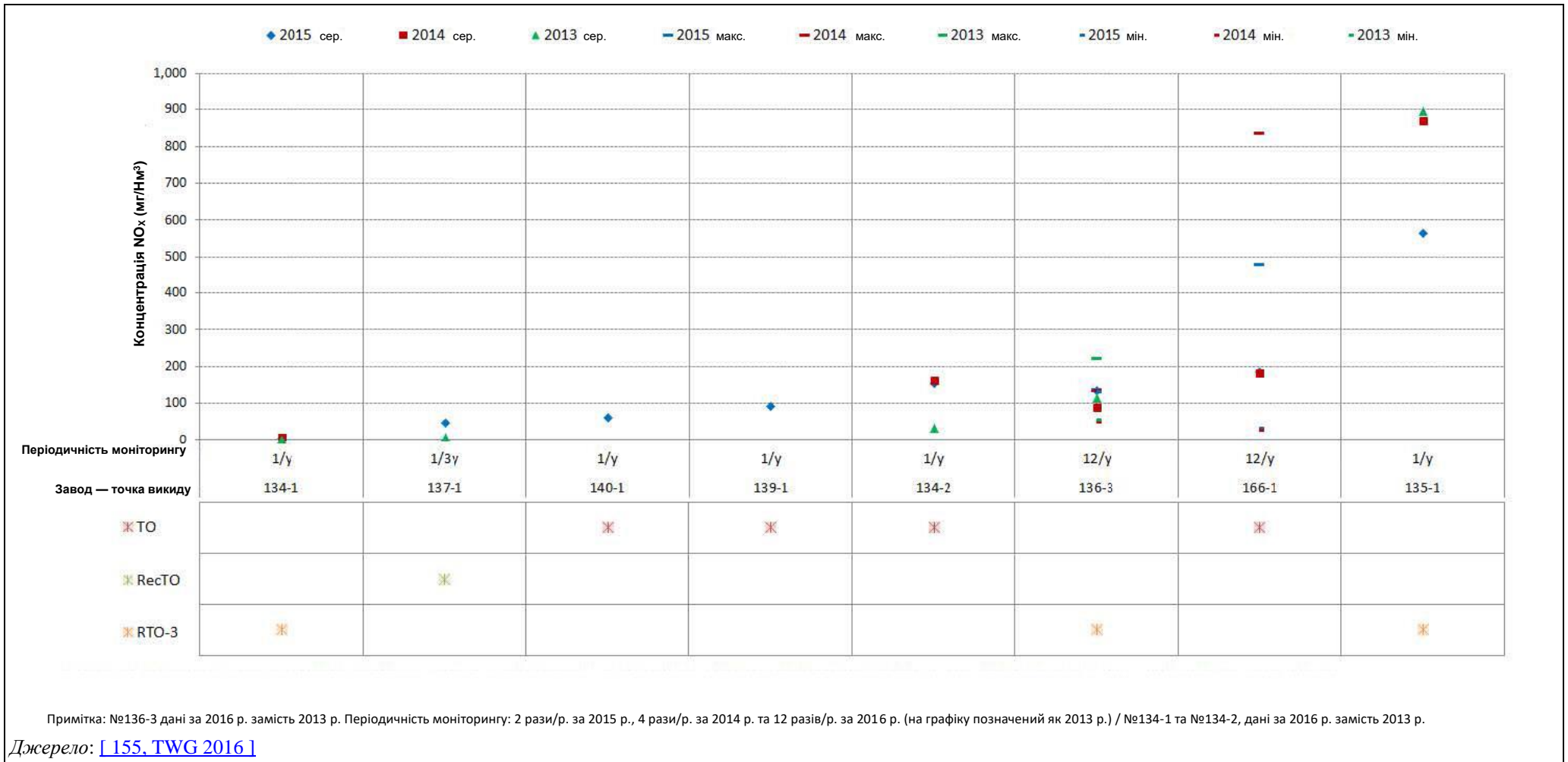
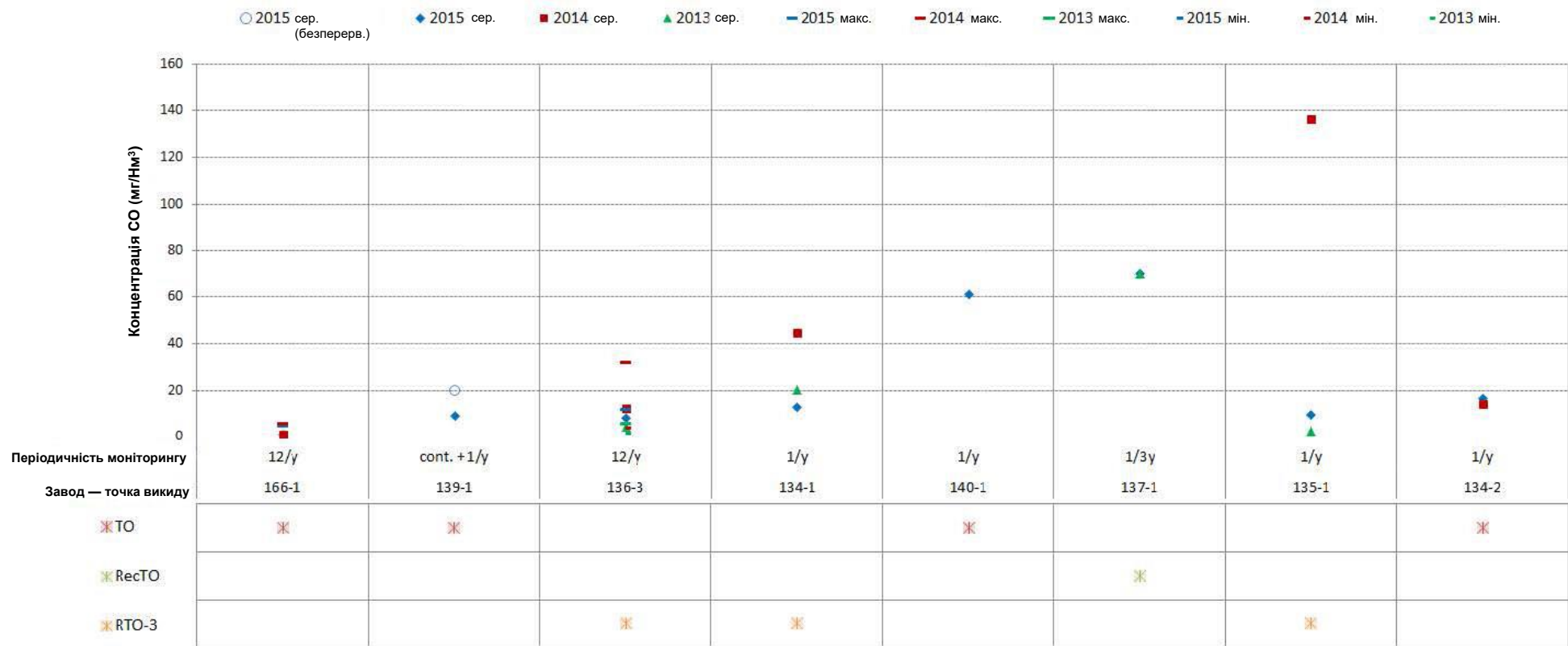


Рисунок 8.7: Викиди NOx у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. (періодичний моніторинг)



Примітка: №136-3 дані за 2016 р. замість 2013 р. Періодичність моніторингу: 2 рази/р. за 2015 р., 4 рази/р. за 2014 р. та 12 разів/р за 2016 р. (на графіку позначений як 2013 р.) / №134-1 та №134-2, дані за 2015 р. замість 2013 р. Не вказані дані для №134-2: 831 мг/Нм<sup>3</sup>

Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 8.8: Викиди CO у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр. (періодичний моніторинг)



## 8.4 ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА ТЕКСТИЛЬ, ФОЛЬГУ ТА ПАПІР

У Главі 17 описані технології, які також можуть бути застосовні в нанесенні покриття на текстиль, фольгу та папір. У Таблиці 8.5 показані загальні технології, що стосуються нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір, що описані в Главі 17. Ці технології не повторюються в цьому розділі, якщо тільки не була надана інформація, що стосується цієї галузі. Опис типу інформації, що розглядається для кожної технології, наведено в Таблиці 17.1.

У довідковому документі EGTEI щодо інших секторів нанесення покриття (див. Додаток 21.3.1) містяться деякі дані про витрати та переваги деяких технологій скорочення викидів ЛОС на європейському рівні. Проте підхід EGTEI обов'язково має обмежувати його комплексність, і наводяться лише основні технології без урахування інших факторів НДТМ, як-от вплив на різні компоненти довкілля, або технічних характеристик окремих установок.

**Таблиця 8.5: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі**

| Технологія   | Номер розділу |
|--|---------------|
| Технології екологічного менеджменту                | 17.1          |
| Зберігання та поводження із сировиною              | 17.2          |
| Моніторинг   | 17.3          |
| Використання води та утворення стічних вод         | 17.4          |
| Управління енергоспоживанням та енергоефективність | 17.5          |
| Управління сировиною (у тому числі заміщення)      | 17.6          |
| Процеси та обладнання для нанесення покриття       | 17.7          |
| Технології сушіння та/або затвердіння              | 17.8          |
| Технології очищення                                | 17.9          |
| Видалення та очищення відхідних газів              | 17.10         |
| Технології очищення відпрацьованих вод             | 17.11         |
| Технології управління відходами                    | 17.12         |
| Виділення запахів                                  | 17.13         |

### 8.4.1 Технології на основі матеріалів

#### 8.4.1.1 Зміщення речовин CMR

Загальний опис див. у Розділі 17.6.1.

##### Опис

Дрібнодисперсні поліуретанові (PU) дисперсії з високим вмістом твердих частинок (на водній основі з вмістом твердих частинок до 60%) можуть використовуватися як поліуретанові дисперсії для виробництва синтетичної шкіри.

##### Технічний опис

Під час цього процесу в дисперсію поліуретану на водній основі інтенсивно проникає повітря для утворення піни. Піни виробляються різної густини (200–800 г/л) залежно кількості захопленого повітря. Стабілізатори, згущувача, зшивальні агенти та пігменти додаються в піну за необхідності.

##### Досягнуті екологічні переваги

- Відмова від використання речовин CMR, речовини з вмістом ЛОС та розчинників загалом.
- Зниження споживання енергії та води, оскільки необхідно випаровувати меншу кількість води.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Наразі ця технологія використовується тільки для виробництва штучної шкіри. Що стосується властивостей отриманої синтетичної шкіри, суміші на водній основі були випробувані як поліуретанові дисперсії для виробництва синтетичної шкіри, але продукти не відповідали вимогам механічної та хімічної стійкості.

Випробування, виконані для виробництва інших видів текстилю, показали, що продукція відповідає відповідним специфікаціям, наприклад, хімічній стійкості до очищення та дезінфекції, термопластичності.

### **Довідкова література**

Портал підтримки заміщення: <http://www.subsport.eu/>

## **8.4.1.2 Використання покриттів на водній основі**

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.2.

### **Приклади заводів**

Завод №137 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

## **8.4.2 Видалення та очищення відхідних газів**

Доступні технології видалення відхідних газів та мінімізації неорганізованих викидів описані в Розділі 17.10.2.

Зазвичай застосовується витяжка та очищення повітря з точки нанесення покриття, печі/сушарки, приміщення для змішування та зони охолодження.

Широко застосовуються такі технології з очищення відхідних газів:

- окиснення: рекуперативне, регенеративне та каталітичне окиснення, див. Розділ 17.10.5;
- адсорбція з використанням активованого вугілля або цеолітів, див. Розділ 17.10.6.2;
- мокре скрубне очищення, див. Розділ 17.10.6.3;
- конденсація, див. Розділ 17.10.6.1.

### **Приклади заводів**

Широко застосовується. Усі заводи, що надали інформацію, повідомили про використання однієї або комбінації цих технологій (див. Розділ 8.3.2.2).

## 9 ВИРОБНИЦТВО ОБМОТКОВОГО ДРОТУ

[ 82, EGTEI 2005 ] [ 148, COM 2009 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 173, EWWG 2017 ]  
[ 212, TWG 2018 ]

### 9.1 Загальна інформація про галузь виробництва обмоткового дроту

Виробництво обмоткових дротів включає унікальний вид обробки поверхні розчинниками; переважно він передбачає нанесення шарів електричної ізоляції (емалей) на поверхню мідного дроту, хоча в деяких випадках матеріалом провідника може бути інший метал, наприклад, алюміній, алюміній, плакований міддю, або латунь. Ці ізоляційні шари наносяться для різних функціональних цілей, у тому числі для забезпечення високої та тривалої діелектричної міцності протягом усього строку експлуатації дроту. Поверхня круглого дроту також потребує ретельного покриття мастилом для забезпечення належних характеристик намотування і м'яке укладання дроту.

Варто зазначити, що вся інформація та значення викидів у всіх конкретних дільницях обмоткових дротів надані щодо мідних обмоткових дротів через їхню переважну частку на ринку. У випадку виробництва алюмінієвого дроту всі граничні значення питомих викидів та досяжні значення викидів мають бути адаптовані відповідно до меншої питомої ваги продукту з використанням коефіцієнта перерахунку відповідно до співвідношення питомої ваги міді та алюмінію.

У Таблиці 9.1 наведено дані про виробництво емальованих дротів у Європі за період з 1970 до 2010 року та відповідне використання органічних розчинників.

**Таблиця 9.1:** Дані про виробництво емальованих дротів у Європі та відповідне споживання органічних розчинників з 1970 до 2010 року.

| Рік  | Виробництво (т) | Споживання органічних розчинників (т) | Питоме споживання органічних розчинників (т/т) |
|------|-----------------|---------------------------------------|--|
| 1970 | 150 000         | 11 250                                | 0,075  |
| 1990 | 286 000         | 20 020                                | 0,070  |
| 2000 | 390 000         | 25 350                                | 0,065  |
| 2006 | 420 000         | 21 000                                | 0,050  |
| 2010 | 350 000         | 17 500                                | 0,050  |

Джерело: [ 173, EWWG 2017 ]

За даними ESIG<sup>32</sup>, загальне споживання вуглеводневих розчинників у Європі становило близько 2,3 мільйона т/рік для ЄС-27 у 2009 р. На основі даних із Таблиці 9.1 можна оцінити, що частка виробництва обмоткового дроту становить близько 0,8% від цієї цифри.

Європейська галузь виробництва обмоткового дроту має близько 20 установок та майже 3000 робітників. Типова установка, що підпадає під дію Додатка I ДПВ, має від 50 до 250 працівників, більшість з яких належать до одного сімейства.

Оскільки електричні та електронні вироби виготовляються та продаються у всьому світі, обмоткові дроти, що використовуються в цих виробках, виготовляються відповідно до міжнародних стандартів. Ізоляційні матеріали класифікуються за технічними умовами постачання в серії стандартів EN 60317. Як наслідок, дроти виготовляються відповідно до специфікацій замовника до затвердженого типу продукції, і виробник не може обирати тип покриття. Обмоткові дроти можуть бути виготовлені у багатьох сотнях розмірів, але зазвичай вони діляться на групи так.

<sup>32</sup> ESIG – Європейська група з виробництва розчинників (European Solvents Industry Group), кадастр викидів ЛОС з розчинників для ЄС (2013 р.).

Таблиця 9.2: Групи типів круглих обмоткових дротів за діаметром

| Тип дроту         | Діаметр більше (мм) | Діаметр до включно (мм) |
|-------------------|---------------------|-------------------------|
| Ультратонкі дроти | -                   | 0,040                   |
| Тонкі дроти       | 0,040               | 0,10                    |
| Середні дроти     | 0,10                | 1,0                     |
| Товсті дроти      | 1,0                 | 6,0                     |

Джерело: [ 173, EWWG 2017 ]

Крім того, існують обмоткові дроти прямокутної форми, розміри яких варіюються від малих до великих розмірів близько 80 мм<sup>2</sup>.

Крім діаметра виробленого круглого дроту та форми/перерізу плоского дроту, існують інші фактори, що впливають на дані викидів. Найважливішими із цих факторів є: марка дроту; товщина емалей; провідникові матеріали; кругла або плоска геометрія дроту; якість таких дротів як дроти, що вилуджуються, без зачистки ізоляції, самосклеювальні дроти; кількість мастила та процес його нанесення; метод нанесення емалі, як-от через волокнисті або повсті; вміст твердих частинок у різних емалях; види розчинника, що містяться в емалях; температури та геометрія печі; машинне обладнання; типи емалі; використання ґрунтовок; властивості конкретного продукту, як-от тангенс дельта; кількість змін продукту, розмір партії, тип машини для емалювання, тобто горизонтальна або вертикальна.

### 9.1.1 Характеристики продукту та кінцеве застосування

Емальований дріт корисний завдяки своїй дуже тонкій високоякісній ізоляційній плівці, яка дає змогу виробляти компактні та енергоефективні обмотувальні дроти, які можуть працювати за високих температур. Ізоляція складається з одного або декількох шарів емалі або стрічки (стрічок) або їхньої комбінації. Вибір ізоляційного матеріалу та його товщини впливає на типові електричні властивості, як-от напруга пробію, коефіцієнт втрат, стійкість до коронного розряду, показники під час часткового розряду. Термічна стійкість матеріалів дроту характеризується температурним індексом. Іншими спеціальними вимогами до систем ізоляційних покриттів для дротів є механічна міцність, хімічна стійкість та стійкість до струму перевантаження. Сучасні електроізоляційні системи вже відповідають цим вимогам у випадку із тонкими шарами (детальну інформацію див. у серії стандартів CENELEC Standard EN 60317). Зокрема, електричні властивості роблять обмоткові дроти унікальним продуктом, який не можна порівняти з іншими продуктами, що охоплюються цим документом.

Обмотковий дріт переважно використовується в магнітних дротах в обвитках та бухтах. Вони використовуються в різних галузях застосування, як-от мініатюрні бухти для медичних пристроїв, розважальні електронні товари (мікрофони, аудіо- і відеоголовки тощо), ультратонкі дроти в годинниках, а також як обвитки для електричних двигунів, реле й силових трансформаторів. В електрообладнанні обмоткові дроти працюють під напругою та проводять струм. Електрична ізоляція безпосередньо впливає на функціональність, а також на безпечність обладнання. Електричні властивості ізоляційного матеріалу та систем нанесення є суттєвим пунктом, який треба враховувати в обговоренні НДТМ.

За останні кілька років було зроблено багато спроб впровадити альтернативні ізоляційні матеріали та системи нанесення, щоб скоротити використання розчинників. Багато з них виявилися невдалими через недостатні ізоляційні властивості, хоча є деякі напівуспішні нішеві продукти, наприклад, з використанням емалей без вмісту крезолу та нанесення покриття екструзійним методом. Проте, вони ще не вважаються загальноприйнятою практикою.

## 9.2 Прикладні процеси та технології у виробництві обмоткового дроту

[ 82, EGTEI 2005 ] [ 148, COM 2009 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 173, EWWG 2017 ]

Це невелика галузь, і в Європі всього близько чотирьох виробників машин для виготовлення обмоткових дротів. Отже, одна й та сама технологія буде використовуватися майже на всіх установках. Процес виробництва емальованих дротів, як правило, лінійний: після виробництва неізолюваного мідного дроту волочінням або прокатуванням здійснюється термічне очищення або відпалювання неізолюваного дроту, в обох процесах не використовуються розчинники. Нанесення емалі, сушіння та затвердіння смоли, а потім нанесення мастила є наступними етапами. Використання розчинника відбувається тільки в емалюванні та, залежно від конкретного процесу, під час нанесення мастила; сушіння та затвердіння також призводять до викидів розчинників.

### 9.2.1 Типовий процес виробництва емальованих дротів

Типовий процес виробництва емальованих дротів продемонстрований на Рисунок 9.1.

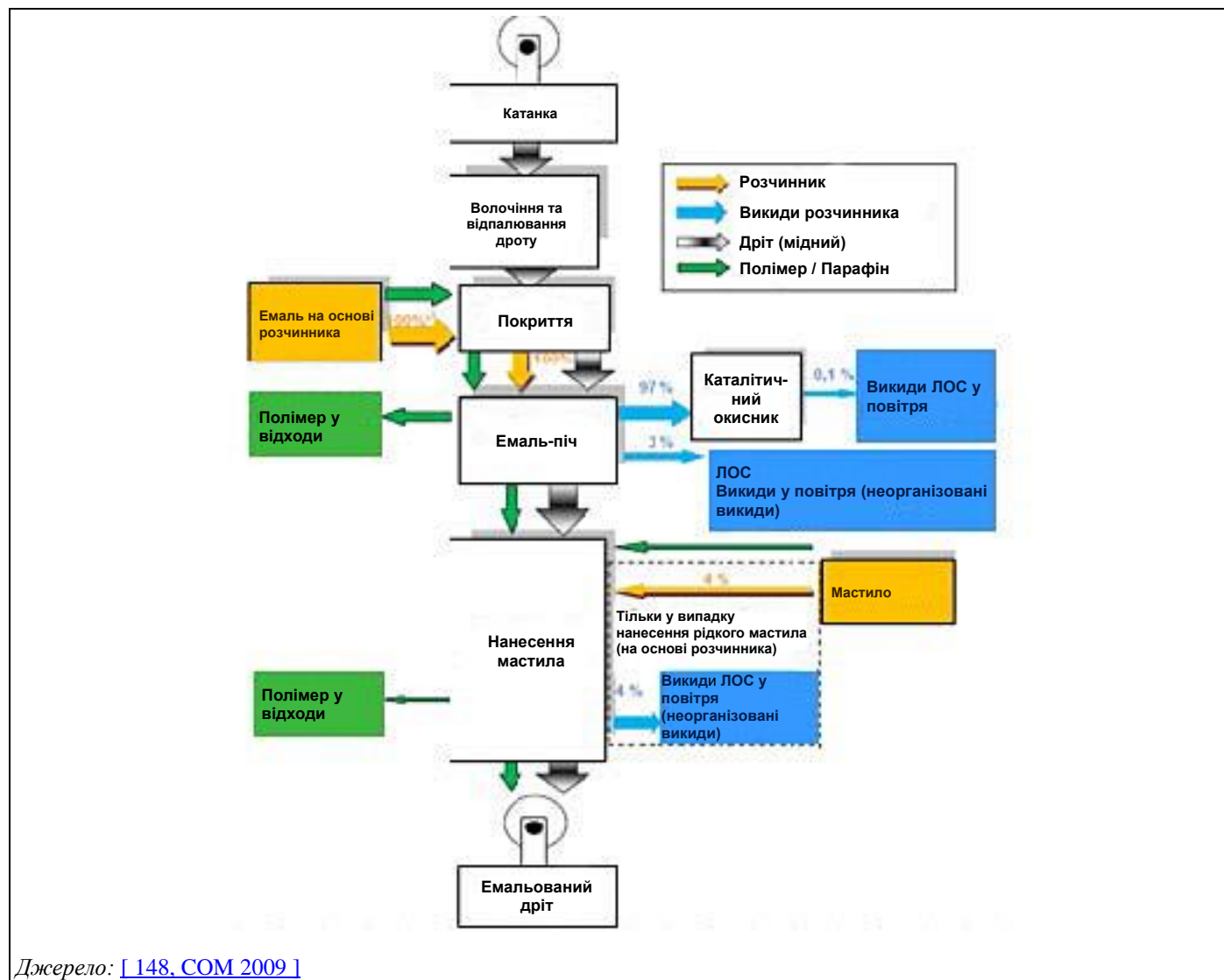


Рисунок 9.1: Типовий виробничий процес та схема виробництва обмоткового дроту

### **Прокатування та волочіння**

Це деформаційні процеси. Прокатування є безперервним або ступеневим процесом формування в умовах стиснення. Матеріал можна прокатувати за температури навколишнього середовища або за підвищених температур. Дроти для емальованих та інших ізолюваних обмоткових дротів переважно виготовляють методом волочіння. Дріт протягується через волоки, які зменшують її його та збільшують довжину. Для досягнення бажаного розміру тонкого дроту потрібно кілька етапів волочіння. У процесі волочіння до тягненого матеріалу застосовується зусилля розтягування та напруга тиску.

### **Відпалювання**

За процесом волочіння дроту відбувається відпалювання, під час якого дріт проходить через нагріті труби (що містять інертну атмосферу для запобігання окисненню), що призводить до рекристалізації та розм'якшення дроту.

### **Емалювання**

Наступним етапом процесу є нанесення емалі, за яким відбувається сушіння та затвердіння емалевої плівки. Покриття зазвичай наносять на дріт, що рухається, такими способами:

- Безперервне пропускання дроту через ванну з емаллю (з концентрацією розчинника 50–80%, залежно від продукту) та дозування кількості за допомогою волоку точного розміру для видалення надлишків емалі. Кожен шар, що наноситься зазвичай має товщину 1–10 мкм, залежно від діаметра дроту, що дає розчинникам змогу випаровуватися в міру проходження дроту через емаль-піч. Зазвичай на поверхню обмоткового дроту наноситься від 5 до 20 шарів. Волоки очищаються розчинником перед повторним використанням.
- Дозоване подання покриття та застосування повсті: дріт протягується через фетровий обтискач, просочений покриттям на основі розчинника. Ця технологія зазвичай використовується для ультратонких і тонких обмоткових дротів через м'яке нанесення. Після цього повсть має бути утилізована як відходи.

### **Сушіння та затвердіння**

Потім дріт із покриттям проходить в камеру для емалювання, яка складається з нагрівальної камери (горизонтальної або вертикальної), де розчинник випаровується перед переміщенням у зону з вищою температурою (400–700 °С), де відбувається затвердіння плівки. Потім дріт може повернутися циклу нанесення покриття для нанесення додаткового шару покриття. У цьому безперервному процесі нанесення покриття можна нанести до 30 шарів емалі, поки не буде досягнуто необхідної товщини шару.

Печі з рециркуляцією повітряного потоку використовуються для сучасних процесів нанесення покриття на дріт. Рециркуляційний повітряний потік може рухатися в одному напрямку з рухом дроту або рухатися проти нього. Перевага рециркуляції повітряного потоку полягає в тому, що можна зменшити вентилявані обсяги. Процес випаровування розчинника призводить до випаровування розчинника, а суміш повітря й розчинника зазвичай обробляється в каталітичному окиснику, який забезпечує стримування залишкових концентрацій розчинника нижче допустимих границь викидів. Технологічне тепло від термічного окисника може бути використане в процесі сушіння для нагрівання повітряного потоку, що циркулює (контур).

У машинах із газовим нагрівом насичене розчинником повітря подається безпосередньо в газовий паливник, де конструкція паливника забезпечує ретельне змішування вторинного повітря, та відбувається окиснення. Щоб концентрація розчинника не перевищувала нижньої концентраційної границі вибуховості, важливо подавати надлишок повітря.

У разі використання електричного нагрівання насичене розчинником повітря проходить через нагрівальні елементи, досягаючи температури понад 500 °С. Зазвичай цього достатньо для підтримання каталітичного окиснення. Ефективність окиснення достатня для того, щоб завжди забезпечувати дотримання граничних значень викидів ЛОС. Після властивого процесу термічного або каталітичного окиснення розчинників потік повітря рециркулюється для забезпечення повного або часткового нагрівання камери для емалювання. Швидкості потоку вихлопних газів можуть бути нижчими, ніж в інших галузях промисловості, для забезпечення максимального балансу енергоефективності від використання рециркуляційного повітря. Важливо, щоб будь-яке окиснення відбувалося там, де здійснюється рециркуляція повітряного потоку. Окиснення в димовій трубі буде утворювати тільки гарячіше відпрацьоване повітря.

Сучасні печі, що використовуються для дуже тонких емальованих дротів, працюють із теплопередачею за допомогою випромінювання або комбінації випромінювання й повітряного потоку, що циркулює/конвекції.

Камера для емалювання зазвичай підтримується під тиском нижче атмосферного (негативним), щоб забезпечити уловлювання будь-яких неорганізованих викидів із системи подання емалі та запобігти потраплянню будь-яких продуктів розкладання або продуктів згорання в повітря в робочій зоні.

### Нанесення мастила

Залежно від вимог до кінцевого продукту, емальований круглий дріт може бути оброблений мастилом перед намотуванням на котушку. Деякі мастила містять різні леткі органічні розчинники.

Шар мастила необхідний для операції обмотки котушки. Замало або забагато мастила робить обмотковий дріт липким і перешкоджає щільному намотуванню. Плівка мастила майже мономолекулярна: близько 30–60 мг/м<sup>2</sup> мастила наноситься на середні або товсті круглі дроти та 5–10 мг/м<sup>2</sup> мастила наноситься на ультратонкі та тонкі круглі дроти діаметром менше 0,10 мм.

Мастило на основі розчинника не можна сушити в емаль-печі, тому що за таких високих температур віск згорить. Тому сушіння відбувається за кімнатної температури в незакритій зоні (необхідна відстань сушіння ~ 10 м). Видалення та подальше очищення цих великих обсягів повітря з низькою концентрацією ЛОС (50–100 ppm) та низькою температурою можуть бути дуже неефективними та енерговитратними. На розчинник із мастила припадає близько 60% неорганізованих викидів від процесу загалом. У випадку прямокутних дротів обробка мастилом не відбувається [ 148, COM 2009 ].

Зазвичай застосовується парафін із вмістом органічного розчинника від 98% до 99,9%. Мастила у вигляді концентрованих емульсій із вмістом розчинника від 50 до 95%, емульсії на водній основі або навіть термоклей без вмісту розчинників також використовуються, хоча й не так успішно. Що стосується використання альтернатив, що не містять розчинників, необхідно дотримуватися вимог замовника до якості, що стосуються товщини та рівномірності плівки мастила. Мастило зазвичай визначається замовником. Загалом можна стверджувати, що високі вимоги до якості та тонкі дроти менше підходять для мастил, що не містять розчинників. Коли це можливо, клієнтів варто заохочувати до використання таких продуктів, як самозмащувальні емалі або твердий віск.

Альтернативою нанесення розчинника може бути нанесення розплавленого мастила, що не містить розчинників, на поверхню дроту за допомогою повсті, змоченого мастилом, або шляхом нанесення на готовий емальований дріт мастильної нитки, що плавиться внаслідок залишкового тепла дроту. В останній технології мастило наноситься шляхом обмотування нитки у дві або три петлі навколо емального дроту та переміщення її в тому ж напрямку, що і дріт, але з меншою швидкістю. Обидва методи поки не підходять для нанесення мастил на ультратонкий і тонкий дріт діаметром менше ніж 0,1 мм.

## 9.3 Поточні рівні споживання та викидів від виробництва обмоткового дроту

[ 155, TWG 2016 ]

Дані щодо виробництва обмоткового дроту були отримані в процесі збору даних, і їхній аналіз надано в подальших розділах.

### 9.3.1 Споживання

[ 4, Germany 2002 ] [ 19, Austria 2003 ] [ 40, EWWG 2004 ] [ 155, TWG 2016 ]

Діапазон діаметрів дроту, що виробляється, (від 0,01 до 6,0 мм) призводить до великих відмінностей між обсягом виробництва (тонни дроту) і площею покриття продукту ( $m^2$ ). Як наслідок, технології та лаки, що застосовуються для тонкого дроту, відрізняються від технологій та лаку для дроту більшого діаметра.

Повідомлені дані про споживання сировини показують, що середнє споживання розчинника становить від 70 кг до 80 кг на тонну міді. Відзначається, що між заводами можуть бути суттєві відмінності через різні типи дроту, що виробляється.

Установка для виробництва обмоткового дроту складається з декількох машин. Зазвичай, машини наявного заводу відповідають різним технічним категоріям, що може впливати на загальні викиди від установки. Важливими параметрами в цьому контексті є:

- технологія, що застосовується на кожній окремій машині;
- діаметр дроту, що виробляється;
- якість продукції.

Зазвичай тонкий дріт пов'язаний із вищими значеннями питомих викидів ЛОС (розраховується як г ЛОС на кг продукту) в порівнянні з товстим дротом. Це пов'язано зі співвідношенням ваги продукту та поверхні продукту та досяжною часткою ЛОС у лаках та мастилах. Як приклад: дріт діаметром 0,02 мм призводить до викидів ЛОС у чотири рази вище, ніж викиди, що утворюються від дроту діаметром 0,1 мм. Аналіз вимірювань на установках для тонкого й ультратонкого дроту показує непропорційно високі викиди ЛОС як від застосування мастил, так і від процесу емальювання для конкретних технологій нанесення з дуже високим вмістом розчинника [ 4, Germany 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 40, EWWG 2004 ].

Етапи процесу застосування розчинників передбачають нанесення покриття, у тому числі сушіння/затвердіння покриття, та нанесення мастила.

#### 9.3.1.1 Покриття

Типовими розчинниками для емалей (покриттів) є n-метилпіролідон (NMP), нафта та інші ароматичні сполуки, наприклад, крезолі (крезилова кислота) з ксилолом у якості розчинника. Усі ці розчинники мають дуже низьку швидкість випаровування. Ізомери крезолу, наприклад, мають швидкість випаровування, яка у 40–100 разів нижча, ніж у бутилацетату. Крезол та n-метилпіролідон є дуже сильними розчинниками та зазвичай використовуються для розчинення високомолекулярних полімерів, необхідних для отримання покриттів, стійких до високих температур. Як альтернативу крезолу можна використовувати пропіленкарбонат, що має меншу потенціальну токсичність [ 148, COM 2009 ]. Застосування крезолу може призвести до неприємного запаху, тому для обмеження виділення запаху необхідна відповідна витяжна система та належна організація виробництва (див. Розділ 17.2).



У Таблиці 9.3 продемонстровано різні застосовувані системи нанесення покриття та середній вміст розчинника в них, залежно від типу обмоткового дроту, що виробляється. Системи покриття, відзначені зірочкою (\*), містять n-метилпіролідон (NMP) у якості легкої органічної сполуки. NMP (номер CAS: 872-50-4) класифікується відповідно до узгодженої класифікації та процесу маркування як речовина, яка може завдати шкоди ненародженій дитині, спричиняти серйозне подразнення очей, спричиняти подразнення шкіри та може спричиняти подразнення дихальних шляхів.

Крім того, класифікація, встановлена компаніями ЕСНА у реєстраційних документах REACH, вказує на те, що ця речовина може завдати шкоди фертильності або ненародженій дитині. Повідомлені дані про споживання NMP надані в Таблиці 9.4.

Протягом багатьох років із постачальниками емалевих систем, що потребують використання NMP, ведуться дискусії про заміну NMP на розчинник, що не містить азоту. Це намагалися зробити різними способами, але досі результати не були технічно відповідними вимогам. Відповідно до заяв виробників емалей, для згаданих систем ізоляції використання NMP неможливо уникнути зараз та в найближчому майбутньому. Ринок електромагнітних компонентів, у яких використовуються емальовані дроти, має бути поінформований про вимоги щодо технічних характеристик та безпеки, продукцію, для якої ізоляція має відповідати вимогам високих теплових, механічних та електричних характеристик, зазначених у класі нагрівотривкості.

**Таблиця 9.3: Основні виробники з обмоткового дроту та застосовувані системи покриття**

| Продукт  | Система ізоляційного покриття  | Частка загального виробництва (%) | Середній вміст розчинника (%) |
|--|--|-----------------------------------|-------------------------------|
| Круглі дроти, що вилуджуються, без зачистки ізоляції   | Поліуретан   | 13                                | 65–80                         |
| Термостійкі круглі дроти   | Епоксидна, поліефірна, поліамідна системи, поліамідна з додатковими поліамідімідними шарами (*)  | 70                                | 55–75                         |
| Самосклеювальні круглі дроти   | Ті самі, що зазначені вище (перший та другий рядки цієї таблиці) з додатковими зв'язувальними шарами аліфатичного або ароматичного поліаміду (*) | 11                                | 55–75                         |
| Дроти прямокутного перерізу  | Залежно від класу нагрівотривкості: полівінілацеталь, поліефірімід, поліамідімід із додатковим зв'язувальним шаром (*)                           |                                   | 60–80                         |
| <b>Усього</b>  |  | <b>100</b>                        | <b>55–75</b>                  |
| Системи покриття можуть частково містити NMP (n-метилпіролідон) у ролі ЛОС.<br>Джерело: [ 4, Germany 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] |  |                                   |                               |

Вміст твердих частинок у покриттях дротів зазвичай коливається від 20 до 45%; решту 55–80% складають органічні розчинники. Для ультратонких дротів (діаметром у діапазоні 10 мікронів) потрібен високий вміст розчинника до 75%, тоді як зі збільшенням діаметра дроту для нанесення покриття потрібно менше розчинника, тобто близько 55%. Вибір розчинника для покриття залежить від типу покриття.

Наразі розроблено декілька можливих альтернативних технологій нанесення покриттів:

- нанесення покриття в гарячому стані;
- покриття із середнім та високим вмістом твердих частинок;
- покриття без вмісту крезолу;
- покриття на водній основі;
- нанесення покриття методом електроосадження;
- двокомпонентні покриття;

- порошкові поліефірні покриття;
- покриття, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання;
- нанесення покриттів із термопластичних матеріалів екструзійним методом.

Проте з багатьох причин, як-от недостатність якості виконання, а також економічні, технологічні аспекти або аспекти безпеки, більшість цих альтернатив ще не випередили класичні методи нанесення покриття на обмоткові дроти.

**Таблиця 9.4: Повідомлені рівні споживання NMP**

| Завод | Вхідна кількість NMP у 2015 р. (кг)               | Вхідна кількість NMP у 2014 р. (кг)               | Вхідна кількість NMP у 2013 р. (кг) | Примітки  |
|-------|---|---|-------------------------------------|---|
| №032  | 26 070–39 120                                     | 20 920–31 380                                     | 27 360–41 040                       | Вміст NMP в емалі вказаний у паспорті безпеки у вигляді діапазону                                       |
| №033  | Невелике збільшення в порівнянні з даними 2013 р. | Невелике збільшення в порівнянні з даними 2013 р. | 301 ± 46                            | Точні дані невідомі, індивідуальний рецепт  |
| №034  | 320 000–500 000                                   | 320 000–500 000                                   | 340 000–520 000                     | Вміст NMP в емалі вказаний у паспорті безпеки у вигляді діапазону                                       |
| №035  | 232 000   | 255 000   | 227 000                             | Оцінка ґрунтується на споживанні емалей та розчинників на основі діапазону, наданого в паспорті безпеки |
| №142  | 3 990   | -   | -                                   | -   |
| №160  | 73 000–127 000                                    | 79 000–129 000                                    | 78 000–136 000                      | -   |

Джерело: [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### 9.3.1.2 Мастила

Деякі мастила містять різні леткі органічні розчинники; проте зазвичай застосовується парафін (віск) із вмістом органічного розчинника 98–99,9%. Альтернативи, як-от концентровані емульсійні мастила з вмістом розчинника від 50 до 95%, емульсії на водній основі або термоклей без вмісту розчинників також використовуються, хоча й не так успішно.

Для мастил уайт-спірит є широко використовуваним розчинником. Дані про споживання мастила відсутні.

### 9.3.1.3 Енергія

[\[ 155, TWG 2016 \]](#)

Споживання енергії на установці для виробництва обмоткового дроту переважно становить електроенергія. Електроенергія використовується для нагрівання печей для затвердіння та роботи електродвигунів та вентиляторів.

Для виробництва обмоткового дроту дані були надані у вигляді попередньо визначених діапазонів (тобто < 5 кВт-год/кг дроту з покриттям, 5–10 кВт-год/кг дроту з покриттям і > 10 кВт-год/кг дроту з покриттям). За винятком лише однієї установки, що виробляє надтонкий/тонкий дріт, усі установки повідомили про значення питомого споживання енергії менше ніж 5 кВт-год на кг дроту. Швейцарська установка, що виробляє ультратонкий і тонкий дріт, повідомила про значення питомого споживання енергії, що перевищує 10 кВт-год на кг дроту.

Основні зусилля з енергозбереження зосереджені на процесі емалювання та на тому, як можна використовувати надмірну енергію. Основними технологіями зниження споживання енергії, про які повідомляється, є:

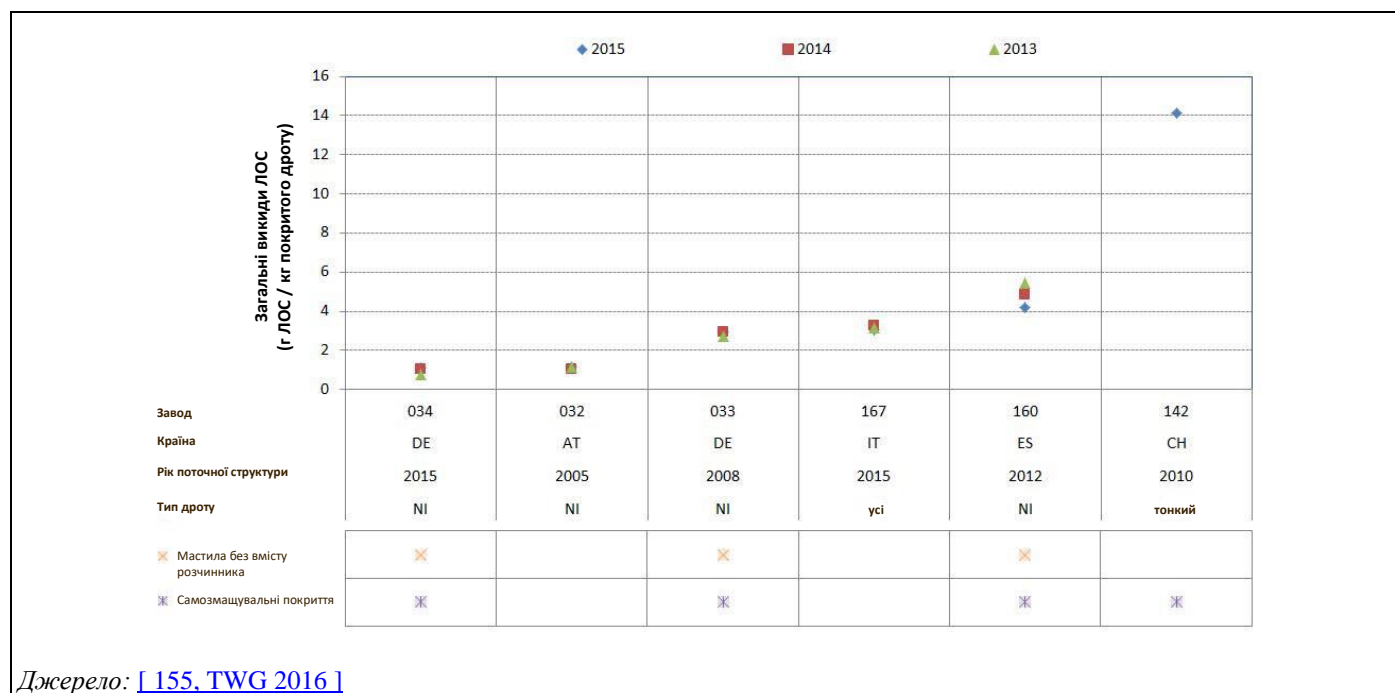
- теплообмінник витяжного повітря в системах вентиляції (вентилятор процесу емалювання);
- регенерація енергії від процесів сушіння в печі та охолодження;
- електродвигуни із регульованою швидкістю.

## 9.3.2 Викиди

### 9.3.2.1 Загальні викиди ЛОС

[ 155, TWG 2016 ]

ЛОС є основною забруднювальною речовиною, що викидається під час виробництва обмоткового дроту. На Рисунку 9.2 показані повідомлені значення загальних викидів ЛОС, виражені в г ЛОС на кг покритого дроту.



Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

**Рисунок 9.2:** Загальні викиди ЛОС, виражені у г ЛОС на кг покритого дроту за період 2013–2015 рр.

Варто зазначити, що Завод №142 у Швейцарії виробляє ультратонкий та тонкий дроти (діаметром від менше ніж 0,1 мм до 0,01 мм і навіть менше), й очікується, що значення питомих викидів будуть вищими, ніж на підприємствах із виробництва середнього та товстого дротів.

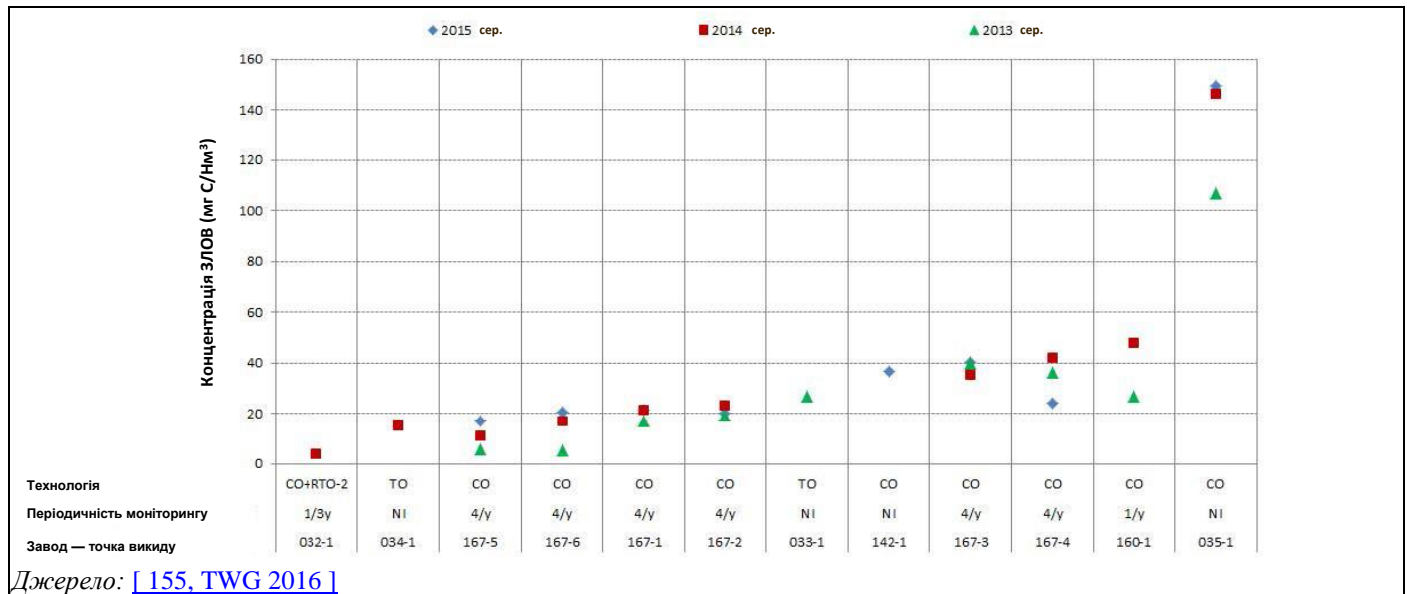
Усі повідомлені значення від заводів, що виробляють товсті дроти або принаймні суміші тонкого (діаметром менше ніж 0,1 мм) і нетонкого дротів (діаметром більше ніж 0,1 мм), нижче граничних значень ДПВ, що становлять 5 г/кг виробленого дроту. Дані з заводів із сумішшю продуктів, до якої належать товстий, середній і тонкий дроти, показують, що можна досягти значення питомих викидів близько 3 г/кг.

Додаткові дані про викиди з двох заводів, надані представниками галузі, вказують на загальні рівні викидів у діапазоні 4,50–4,70 г ЛОС/кг дроту з покриттям для заводу в Греції (дані за період 2015–2017 рр.) та рівень 3,63 г ЛОС/кг дроту з покриттям (дані за 2017 р.) для заводу в Іспанії [ 225, EWWG 2018 ].

### 9.3.2.2 Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах

[ 155, TWG 2016 ]

Повідомлені значення про викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах, виражені в мг С/Нм<sup>3</sup>, надані на Рисунку 9.3



Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

Рисунок 9.3: Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.

Усі надані дані, за одним винятком, нижче 40 мг С/Нм<sup>3</sup>. Найкращі показники спостерігаються на Заводі №032, де застосовується регенеративне термічне окиснення на додаток до інтегрованого в процес каталітичного окиснення ЛОС із печі для затвердіння. Також зазначається, що ці дані належать до періодичності відбору проб один раз на 3 роки.

### 9.3.2.3 Викиди NMP у відпрацьованих газах

[ 155, TWG 2016 ]

Дані про викиди n-метилпіролідону (NMP) були повідомлені лише щодо одного заводу (Завод № 034) із середнім значенням за 2014 р. 0,79 мг/Нм<sup>3</sup>. Зазначається, що NMP класифікується як речовина CMR (H360D) і згідно з ДПВ (Стаття 58) має бути замінений, де це можливо, менш шкідливими речовинами в найкоротші терміни. Крім того, і відповідно до частини 4 Додатка VII до ДПВ, для установок, на яких обсяг потоку суми сполук, зазначених у Статті 58, більший або дорівнює 10 г/год, граничне значення викидів має становити 2 мг/Нм<sup>3</sup>.

### 9.3.2.4 Викиди NO<sub>x</sub> та CO у відпрацьованих газах

[ 90, EWWG 2006 ] [ 111, EWWG 2005 ] [ 155, TWG 2016 ]

Обмежені дані (для чотирьох точок викидів) було подано в зборі даних щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників для періодичного моніторингу викидів NO<sub>x</sub> у відпрацьованих газах, значення яких варіюються від 17 мг/Нм<sup>3</sup> до 470 мг/Нм<sup>3</sup> [ 155, TWG 2016 ].

Було зроблено багато спроб досягти низького рівня CO та NO<sub>x</sub>; проте ефективна робота машини для емалювання та знищення ЛОС є пріоритетними.

Для зниження викидів NO<sub>x</sub> див. Розділ 17.10.8.

NO<sub>x</sub> утворюється в результаті окиснення ЛОС у відхідних газах та викликає конфлікт між зменшенням викидів ЛОС утворенням NO<sub>x</sub>. Одним із джерел викидів NO<sub>x</sub> є безпосередній результат окиснення розчинників, що містять азот, які використовуються у виробництві деяких емалевих систем. Концентрація NO<sub>x</sub> пропорційна знищенню ЛОС для продукції, що містить розчинники, які містять азот. Тільки частина азоту, що міститься в NMP, перетворюється на оксиди азоту зі співвідношенням 90% NO та 10% NO<sub>2</sub>. Іншим основним джерелом NO<sub>x</sub> є окиснення атмосферного азоту під час спалювання ЛОС у печі. У разі використання емалей, що містять азот, значення викидів NO<sub>x</sub> можуть перевищувати 150 мг/Нм<sup>3</sup> залежно від конкретних умов повітряного потоку в машині для емалювання та кількості машин, що використовують розчинники з вмістом азоту. В інших випадках з іншими повітряними потоками та нижчим використанням NMP у технологічних машинах можуть утворюватися нижчі рівні NO<sub>x</sub>. Це спільна проблема для всіх установок у Європі. Емалі на основі розчинників без вмісту азоту, як-от полівінілацеталь, призводять до отримання дроту низького класу нагрівоотривкості та не відповідають специфікаціям споживачів, яким відповідають поліамідмідні продукти. Викиди NO<sub>x</sub> після каталітичного окиснення наразі не піддаються обробці.

**Таблиця 9.5: Обмоткові дроти: інші приклади викидів NO<sub>x</sub>**

| Установка(-и)   | Група 34 емаль-печей  | Група 165 емаль-печей   | Установка 1 емалювання  | Установка 2  |
|---|---|---|---|--|
| Стислий опис  | Вихлопні гази збираються в трьох трубах, що ведуть до однієї димової труби (газовідвід)<br><br>Спеціальні місцеві умови: промислова зона, поряд з електростанцією | Відпрацьовані гази вловлюються витяжними ковпаками над окремими джерелами в чотири труби (газовідводи) висотою 35–50 м.<br><br>Для уникнення виділення запаху (конфлікт прилеглими районами через запах) велика кількість повітря з виробничого цеху видаляється разом із газом із печі.<br><br>Джерела розосереджені на площі близько 10 000 м <sup>2</sup> .<br><br>Особливі місцеві умови: змішана промислово-житлова зона (кліматичний курорт). | 80% всіх технологічних ліній використовували NMP протягом періоду вимірювання.<br><br>Розведення вихлопних газів у витяжному ковпаку: 10% із печі, 90% із цеху.<br><br>Оцінка: 2/3 NO <sub>x</sub> спричиняється азотом, що міститься у вхідному потоці розчинника (NMP), 1/3 – унаслідок термічного процесу. | Вимірювання біля вентилятора на даху (вентиляція виробничого цеху та повітря від охолодження емаль-печі).<br><br>Викиди NO <sub>x</sub> , викликані невеликим неконтрольованим технологічним джерелом.<br><br>Кількість вентиляторів: понад 100, розміщених у виробничій зоні площею 10 000 м <sup>2</sup> . |
| Макс. швидкість об'ємного потоку (Нм <sup>3</sup> /год) | 3 700, 7 000, 34 500  | 53 600–98 000 в кожній димовій трубі, середнє значення: 68 480  | 60–810  | -  |
| Температура (°C)  | ~ 80, температура газу на вході в димову трубу  | 70–110, температура газу на вході в димову трубу  | 250–550, температура нерозведеного вихлопного газу в джерелі  | 30–45, температура повітря   |
| Концентрація (мг NO <sub>x</sub> /Нм <sup>3</sup> )     | 19, 60, 34  | Середнє значення: 51,3  | 550–1 500, Середнє значення: 615  | Середнє значення: 12   |
| Масовий потік NO <sub>x</sub> (кг NO <sub>x</sub> /год) | -   | Всього: 14,07   | Середнє значення: 0,0835 з одного джерела   | Усього: 4, середнє значення з окремих джерел: < 0,040  |
| Джерело: <a href="#">[90, EWWG 2006]</a>                |   |   |   |  |

Загальна кількість  $\text{NO}_x$ , що викидається в галузі, оцінюється в межах від 1 кт до 27 кт на рік (на основі даних EUROSTAT за 2000 р.).

#### **Чадний газ (CO)**

Дуже мало даних (для чотирьох точок викидів) було подано для періодичного моніторингу викидів CO у відпрацьованих газах, значення яких варіюються від 40 мг/Нм<sup>3</sup> до 990 мг/Нм<sup>3</sup> [[155, TWG 2016](#)].

CO утворюється в результаті часткового згорання компонентів емалі під час каталітичного окиснення в машині для емалювання. Чадний газ є наслідком руйнації розчинника, а не ефективності пальника. Концентрація чадного газу залежить від часу перебування в пальнику, а не від неправильного налаштування пальника. У разі підвищення ефективності спалювання викиди CO можна знизити, але з відповідним збільшенням викидів  $\text{CO}_2$  та  $\text{NO}_x$ .

Машина для емалювання контролюється не за викидами CO, а за зовсім іншими умовами, а саме:

- Забезпечення правильної температури всередині машини для емалювання для досягнення оптимальних властивостей емалевої плівки. Підвищення температури пальника вимагало б повітря для розбавлення для зниження загальної температури в камері для емалювання. Це б вимагало більшої кількості енергії та не вважається найкращим екологічним варіантом.
- Використання надлишку повітря для запобігання перевищенню нижньої концентраційної границі вибуховості й, отже, запобігання вибухам усередині машини. Тому зменшення потоку повітря для подовження часу перебування не є виходом.

Були зроблені спроби обмежити викиди чадного газу через використання вторинних каталізаторів; проте дотримання границь викидів залишатиметься проблемою через відносно короткий строк служби каталізаторів та відповідні витрати.

#### **9.3.2.5 Викиди пилу у відпрацьованих газах**

Оскільки плівки, нанесені на дріт, дуже тонкі (близько 10 мкм), будь-який пил, що присутній у процесі емалювання, спричинить дуже серйозні проблеми якості поверхні. Оскільки будь-які викиди в повітря є лише частиною рециркуляційного повітря, викиди пилу не очікуються.

#### **9.3.2.6 Викиди у воду**

Вода, що використовується на заводі з виробництва обмоткового дроту, зазвичай використовується у замкнутих циклах. Викиди у воду в процесі емалювання відсутні; проте, загальне споживання води має підтримуватися максимально низьким, і це зазвичай досягається шляхом:

- мінімізації потоку через охолоджувальні ванни та рециркуляції води через фільтри та деіонізатори, коли це можливо;
- використання кондуктометрів для оптимізації очищення та збереження води у градирнях;
- продовження строку експлуатації емульсійних мастил на водній основі для волочіння дроту через використання фільтрування, центрифугування, де це можливо, та забезпечення ефективного управління використання мастила для запобігання передчасній втраті якості через застій та бактеріальне розкладання.

### 9.3.2.7 Утворення відходів

[ 78, TWG 2005 ] [ 155, TWG 2016 ]

Основними джерелами відходів є процес волочіння та етап емалювання у виробництві обмоткового дроту.

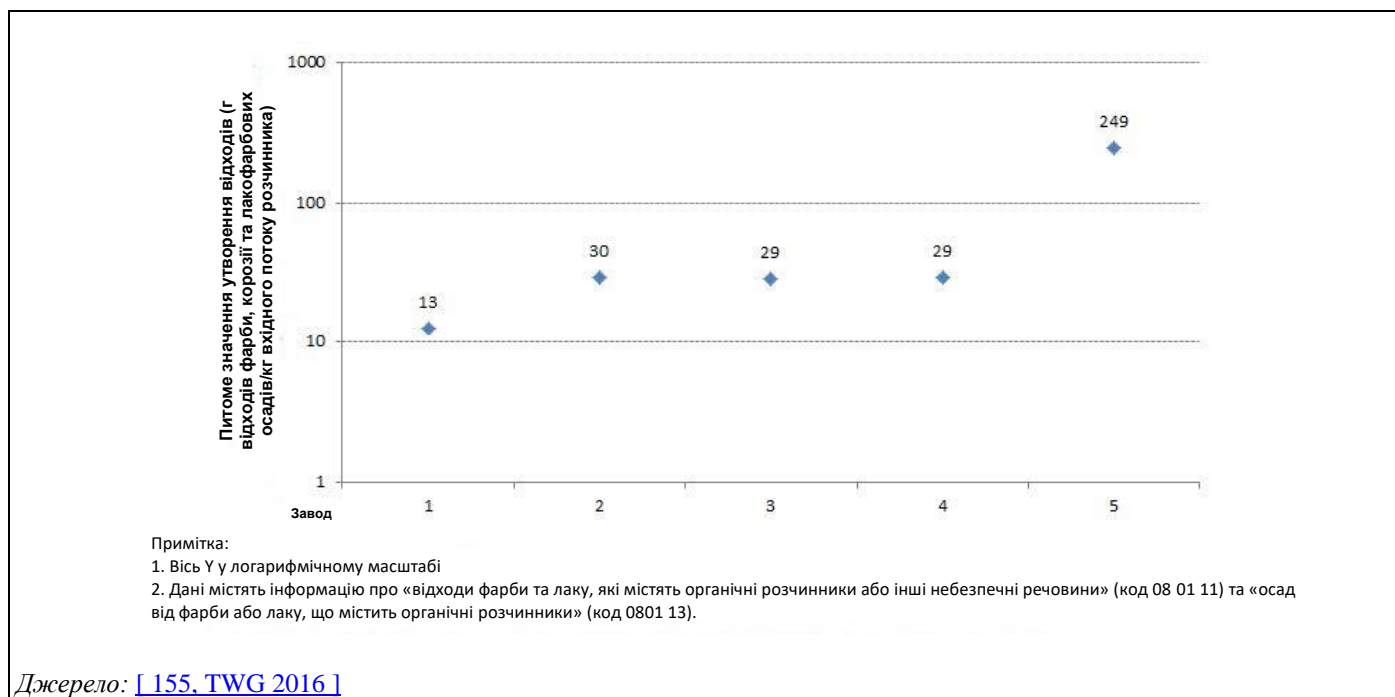
#### Волочіння

- Емульсія для волочіння використовується в системі із замкнутим циклом; вона безперервно очищається за допомогою паперового фільтра або гідроциклонного сепаратора. Для зменшення кількості відходів обробку емульсії (відновлення) здійснюють демінералізованою водою; вода випаровується під час процесу, а кількість відходів мінімізується.
- Фільтри циклу емульсії для волочіння містять певну кількість частинок міді, що утворюються в процесі волочіння. Вони переробляються за межами об'єкта для відновлення вмісту міді. Повідомлені значення утворення відходів фільтрів та паперу вказують на кількість відходів близько 5–8 т на рік [ 155, TWG 2016 ].

#### Емалювання

- Нанесення лаку. Для зниження втрат лаку його наносять у лакових ваннах, під час очищення волока з використанням лакового циклу й за допомогою дозованого нанесення повстю.
- Переробка неізолюваних або емальованих дротів. Весь виробничий брухт (неізолювані та емальовані дроти) переробляється.
- Використані розчинники, залишки емалі та очищувальні серветки, що містять розчинник, збираються й утилізуються (зазвичай шляхом спалювання).

Повідомлені цифри утворення відходів фарби/покриття та лаку (код 08 01 11 Європейського каталогу відходів) та осадів від фарби/покриття та лаку (код 08 01 13) від емалювання варіюються від 13 г до 30 г відходів фарби/лаку й осаду фарби/лаку на кг вхідного потоку розчинника, за одним винятком (див. Рисунок 9.4) [ 155, TWG 2016 ].



**Рисунок 9.4:** Питомі значення утворення відходів (г відходів фарби /лаку та осаду фарби/лаку на кг вхідного потоку розчинника) – Середні значення за період 2013–2015 рр.

## 9.4 ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОБМОТКОВОГО ДРОТУ

### 9.4.1 Загальні технології у виробництві обмоткового дроту

[ 78, TWG 2005 ]

У Главі 17 описані технології, які також можуть бути застосовні у виробництві обмоткового дроту. У Таблиці 9.6 показані загальні технології, що стосуються виробництва обмоткового дроту. Ці технології не повторюються в цьому розділі, якщо тільки не була надана інформація, що стосується цієї галузі. Опис типу інформації, що розглядається для кожної технології, наведено в Таблиці 17.1, а застосовність описується нижче.

Довідковий документ EGTEI щодо нанесення покриття на обмоткові дроти (див. Додаток 21.3.1) містить деякі дані про витрати та переваги на європейському рівні деяких технологій скорочення викидів ЛОС. Проте підхід EGTEI обов'язково має обмежувати його комплексність, і наводяться лише основні технології без урахування інших факторів НДТМ, як-от вплив на різні компоненти довкілля, або технічних характеристик окремих установок та продуктів [ 78, TWG 2005 ] [ 82, EGTEI 2005 ]

Таблиця 9.6: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі

| Технологія   | Номер розділу |
|--|---------------|
| Технології екологічного менеджменту                | 17.1          |
| Зберігання та поводження із сировиною              | 17.2          |
| Моніторинг   | 17.3          |
| Використання води та утворення стічних вод         | 17.4          |
| Управління енергоспоживанням та енергоефективність | 17.5          |
| Управління сировиною (у тому числі заміщення)      | 17.6          |
| Процеси та обладнання для нанесення покриття       | 17.7          |
| Технології сушіння та/або затвердіння              | 17.8          |
| Технології очищення                                | 17.9          |
| Видалення та очищення відхідних газів              | 17.10         |
| Технології очищення відпрацьованих вод             | 17.11         |
| Технології управління відходами                    | 17.12         |
| Виділення запахів                                  | 17.13         |

Технології, описані в підрозділах до Розділу 17.2.4, не застосовуються у виробництві обмоткового дроту. Емалювальна речовина постачається у кінцевому вигляді виробником відповідно до визначеного вмісту розчинника та полімеру; на установці виробництва обмоткового дроту не здійснюються операції перемішування, а в процесі виготовлення емальованих дротів не здійснюється розведення або додавання розчинників.

Розділ 17.7: Через спеціалізований та комплексний характер технологічного обладнання для покриття обмоткового дроту (описаного в Розділах 9.1, 9.2 та 9.4) загальні технології, що охоплюють лише окремі аспекти, не є технічно застосовними до інтегрованих машин для обмоткового дроту. У нанесенні покриття на обмоткові дроти може застосовуватися технологія, подібна до заливання (див. Розділ 0).

Розділ 17.7.2: Характеристики ізоляційного шару фіксуються в міжнародних стандартах та визначаються замовниками. Усі заміщення, описані в Розділі 9.3.1.1 та в підрозділах до Розділу 9.4.2, були виконані в тісній співпраці із замовниками; більшість із них не відповідала вимогам, викладеним в окремих підрозділах.



Очищення відхідних газів, що найчастіше використовується в лінійному процесі на установках виробництва обмоткового дроту (інтегроване в процес каталітичне окиснення, див. Розділ 17.10.5.6), детально описане в Розділі 9.4.3.1. Надана інформація показує, що додаткові етапи очищення (наприклад, регенеративне термічне окиснення, див. Розділ 17.10.5.4) можуть застосовуватися на виході з інтегрованого очищення каталітичним окисненням.

Технології, які необхідно враховувати у визначенні НДТМ у галузь виробництва обмоткового дроту, і технології заміщення наведено в подальших підрозділах.

## 9.4.2 Технології на основі матеріалів

У цих розділах описуються можливі альтернативи звичайним емалевим покриттям та мастилам. Див. також Розділ 17.7.2.

### 9.4.2.1 Емалеві покриття з високим вмістом твердих частинок

#### Опис

Використання емалевого покриття з вмістом твердих частинок до 45%. У випадку тонких дротів (діаметром меншим або що дорівнює 0,1 мм) вміст твердих частинок становить до 30%.

#### Технічний опис

Протягом останніх 20 років вміст твердих частинок загалом збільшився з 30% до приблизно 45% (що призвело до зниження вмісту розчинника із 70% до 55%), а для дроту діаметром менше ніж 0,10 мм – до 30% вмісту твердих частинок. Вони вважаються покриттями «з високим вмістом твердих частинок» у галузі виробництва обмоткових дротів.

Зараз усі заводи в ЄС наносять покриття з вмістом твердих частинок не менше 30% для обмоткових дротів діаметром менше ніж 0,2 мм.

#### Досягнуті екологічні переваги

Відносно значне скорочення викидів розчинників.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Значно підвищений вміст твердих частинок призводить до отримання ізоляційних плівок нижчої якості. Також складніше досягти потрібної товщини кожного шару ізоляції. Досвід показує пряму залежність між вмістом твердих частинок і кількістю утворюваного брухту. Отже, необхідно навмисно знижувати вміст твердих частинок через кількості втрати матеріалу.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Дуже високий вміст твердих частинок потребує додаткових великих витрат енергії на виробничий процес і, отже, більших витрат енергії на нагрівання. Крім того, утворюється більше відходів.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується до нових та наявних заводів. Застосовність може бути обмежена через вимоги до якості або специфікації продукту.

#### Економічні аспекти

Рентабельність обмежена. Витрати на розчинник в емалях знижуються, але менше енергії регенерується через скорочення викидів розчинників у відхідних газах.

#### Стимул до впровадження

Зменшення витрат на розчинник (див. також Економічні аспекти вище).

### Приклади заводів

На всіх заводах із виробництва дроту діаметром менше ніж 0,2 мм застосовуються системи покриттів із вмістом твердих частинок +/- 30–45%.

Заводи №032, №033, №034, №035 та №160 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### Довідкова література

[\[ 28, EWWG 2004 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)  
[\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## 9.4.2.2 Мастила без вмісту розчинника

### Опис

Мастила, що не містять розчинників, наносяться так:

- дріт протягується через повсть, змочену мастилом; або
- нитка, просочена мастилом, рухається разом із дротом, і твердий парафін плавиться внаслідок залишкового тепла дроту та теплоти тертя

### Технічний опис

Мастила, що не містять розчинників, можна наносити за допомогою мастильних ниток або повсті. На деяких заводах використовуються дві альтернативні системи: розплавлене мастило наноситься на поверхню дроту за допомогою повсті, змоченої мастилом, або шляхом подання на готовий емальований дріт мастила, яке плавиться внаслідок залишкового тепла дроту. В останній технології мастило наноситься шляхом обмотування нитки у дві або три петлі навколо емального дроту й переміщення її в тому ж напрямку, але з меншою швидкістю.

### Досягнуті екологічні переваги

Уникнення викидів розчинника від обробки мастилом. Для нетонкого дроту нитка може знизити викиди ЛОС до 3–4 г/кг продукту.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Мастило є не засобом захисту обмоткового дроту, а усталеним засобом досягнення необхідних та схвалених замовником конкретних характеристик дроту. Системи нанесення мають забезпечувати однорідне нанесення невеликої кількості необхідного мастила на поверхню дроту. Системи нанесення мастильних матеріалів, що не містять розчинників, не можна застосовувати до дроту діаметром менше ніж 0,15 мм, оскільки тертя, що виникає між дротом і мастилом, є більшим за нормальне, що призводить до більшої кількості обривів дроту. Як наслідок, у виробництві дроту діаметром менше ніж 0,15 мм утворюється більше брухту.

Вимоги замовника до якості, що стосуються товщини та рівномірності плівки мастила, мають бути враховані під час роботи з альтернативами, які не містять розчинників. Мастило зазвичай визначається замовником. Загалом можна стверджувати, що високі вимоги до якості та тонкі дроти менше підходять для мастил, що не містять розчинників.

Також існує необхідність у нагляді та технічному обслуговуванні системи нанесення, а також існує небезпека несправності. У порівнянні з традиційною системою ці альтернативи не є ефективними або достатньо простими, щоб бути надійними.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Відходи утворюються від використаних ниток, і наразі немає можливості для переробки.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується до нових та наявних заводів. На більшості заводів є кілька ліній (хоча деякі заводи мають до 20% ліній) з аплікаторами мастила, що не містить розчинників. Проте, його застосовність може бути обмежена через вимоги до якості або специфікації продукту. Ця технологія застосовується лише до обмеженого діапазону діаметрів дроту, тобто, 0,15–1,5 мм (тобто не застосовується для тонкого дроту).

### Економічні аспекти

Економічна перевага полягає в тому, що розчинники виключаються. Альтернативні системи з використанням просоченої нитки розробляються вже кілька років. Ці системи вимагають великих інвестиційних витрат для кожної лінії та мають експлуатаційні витрати, спільномірні з витратами на розчинник. Обрив нитки призведе до великої кількості відходів.

### Стимул до впровадження

- Вимоги клієнтів щодо використання альтернативи.
- Міркування охорони праці та техніки безпеки.

### Приклади заводів

Заводи №033, №034, №035 та №160 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### Довідкова література

[\[ 4, Germany 2002 \]](#) [\[ 28, EWWG 2004 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)  
[\[ 155, TWG 2016 \]](#)

## 9.4.2.3 Самозмащувальні покриття

### Опис

Етап обробки мастилом, що містить розчинник, можна уникнути шляхом використання системи покриття, яка також містить мастило (спеціальний віск).

### Досягнуті екологічні переваги

Викиди розчинника на окремому етапі покриття мастилом виключені.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Сучасний досвід показує, що це самозмащувальне покриття вимагає додаткового нанесення іншого мастила для запобігання тертю під час операцій намотування.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовність цієї технології може бути обмежена через вимоги до якості або специфікації продукту. Для тонкого дроту досяжний коефіцієнт тертя гірший, ніж для систем на основі розчинників. Ця альтернатива не застосовується для виробництва плоского дроту.

### Економічні аспекти

Вплив, ймовірно, буде нульовим, оскільки вартість емалі вища, але виключається вартість мастила на основі розчинника.

### Приклади заводів

Заводи №033, №034, №035, №142 та №160 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### Довідкова література

[\[ 4, Germany 2002 \]](#) [\[ 28, EWWG 2004 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### 9.4.3 Очищення відхідних газів

#### 9.4.3.1 Інтегроване в процес каталітичне окиснення ЛОС

##### Опис

Суміш повітря та розчинника, що утворюється в результаті випаровування розчинника під час процесу затвердіння емалі, що повторюється, обробляється в каталітичному окиснику, інтегрованому в сушарку/піч для затвердіння. Відпрацьоване тепло від каталітичного окисника використовується в процесі сушіння для нагрівання повітряного потоку, що циркулює, та/або як технологічне тепло для інших цілей на заводі.

##### Технічний опис

Цей процес сушіння та затвердіння відбувається всередині камери для емалювання, яка складається з нагрівальної камери (горизонтальної або вертикальної), де розчинник випаровується перед переміщенням у зону з вищою температурою (400–700 °C), де відбувається затвердіння плівки.

Печі з рециркуляцією повітряного потоку використовуються для сучасних процесів нанесення покриття на дріт. Рециркуляційний повітряний потік може рухатися в одному напрямку з рухом дроту або рухатися проти нього.

##### Досягнуті екологічні переваги

Об'єднання сушіння та затвердіння з видаленням відхідних газів та окисненням забезпечує:

- зменшення викидів ЛОС; та
- оптимальну регенерацію енергії з відпрацьованого розчинника.

##### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Відсутні конкретні вимірювання співвідношення між надходженням енергії від зовнішнього нагрівання (газ або електроенергія) і від насиченого розчинниками повітря. Оцінки заводів показують, що 40% загальної кількості використовуваного тепла/енергії походить із каталітичного окиснення випаровуваних розчинників.

У машинах із газовим нагрівом насичене розчинником повітря подається безпосередньо в газовий пальник, де конструкція пальника забезпечує належне змішування з вторинним (рециркуляційним) повітрям, та відбувається окиснення. Щоб концентрація розчинника не перевищувала нижньої концентраційної границі вибуховості (НКГВ), важливо подавати надлишок повітря.

У разі використання електричного нагрівання насичене розчинником повітря проходить через нагрівальні елементи, досягаючи температури понад 500 °C. Зазвичай цього достатньо для підтримання каталітичного окиснення. У всіх випадках у машинах з електричним нагріванням використовуються каталізатори з дорогоцінних металів. Після термічного або каталітичного окиснення розчинників потік повітря рециркулюється для забезпечення повного або часткового нагрівання камери для емалювання. Швидкості потоку вихлопних газів можуть бути нижчими, ніж в інших галузях промисловості, для забезпечення максимального балансу енергоефективності від використання рециркуляційного повітря. Важливо, щоб будь-яке окиснення відбувалося там, де здійснюється рециркуляція повітряного потоку. Окиснення в димовій трубі буде утворювати тільки гарячіше відпрацьоване повітря.

Сучасні печі, що використовуються для дуже тонких емальованих дротів, працюють із теплопередачею за допомогою випромінювання або комбінації випромінювання й повітряного потоку, що циркулює/конвекції.

Камера для емалювання зазвичай підтримується під тиском нижче атмосферного (негативним), щоб забезпечити уловлювання будь-яких неорганізованих викидів із системи подання емалі та запобігти потраплянню будь-яких продуктів розкладання або продуктів згорання в повітря в робочій зоні.

##### Вплив на різні компоненти довкілля

Підтримання високих показників знищення ЛОС є істотним для забезпечення відповідності законодавству про викиди ЛОС, а також для захисту готового дроту від залишків розчинника. Ця основна мета може суперечити меті підтримання низьких рівнів викидів CO та NO<sub>x</sub>.

Використання емалей, що містять азот, і високі температури каталізаторів можуть призвести до неоптимізованих рівнів викидів CO та NO<sub>x</sub>.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна технологія на заводах із виробництва обмоткового дроту.

Сучасні печі, що використовуються для дуже тонких емальованих дротів, працюють із випромінюванням або комбінацією випромінювання й повітряного потоку, що циркулює.

**Економічні аспекти**

Приблизна оцінка витрат на закупівлю повної лінії дає діапазон від 120 000 до 250 000 євро, а в середньому може становити 200 000 євро за лінію (дані за 2017 рік). Цей великий розкид є результатом значних відмінностей машин за розміром та компонованням. Будь-яке конкретне планування лінії для конкретних розмірів дроту буде далекою від цього середнього значення.

**Стимул до впровадження**

- Місцеве законодавство з охорони довкілля.
- Запобігання виникненню запахів.
- Зменшення робочого простору та скорочення тривалості завдяки об'єднанню процесів.
- Зниження витрат на видалення та очищення газу через застосування інтегрованого процесу знищення ЛОС у поєднанні з регенерацією енергії.

**Приклади заводів**

Впроваджено на всіх заводах із виробництва обмоткового дроту, що брали участь у зборі даних.

**Довідкова література**

[\[ 173, EWWG 2017 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

---

---

## 10 НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ ТА ДРУК НА МЕТАЛЕВІЙ УПАКОВЦІ

### 10.1 Загальна інформація про нанесення покриття та друк на металевій упаковці

[ 159, MPE 2017 ]

Галузь споживчої жорсткої металеві упаковки в Європі охоплює понад 760 компаній, у яких працює понад 177 000 осіб. Загалом 90% компаній-членів – це малі та середні підприємства. Разом вони щорічно виробляють близько 98 мільярдів одиниць продукції для напоїв, харчових продуктів, товарів для здоров'я та краси, побутових та промислових товарів<sup>33</sup>.

Галузь виробництва металеві упаковки перетворює сировину на металеві контейнери та компоненти, що постачаються пакувальнику/фасувальнику, який, своєю чергою, постачає їх роздрібним продавцям.

Металева упаковка виготовляється зі сталі та алюмінію й зазвичай називається банками, елементами та бочками, що використовуються для обробки харчових продуктів та напоїв, захисту та зберігання продуктів, а також для полегшення транспортування. Така упаковка використовується для широкого спектра різних продуктів, наприклад:

- харчові продукти та напої;
- молочні продукти;
- фарба;
- косметика;
- фармацевтичні препарати;
- хімічні речовини;
- мінеральні оливи.

Металева упаковка має безліч різних технологій виробництва, але їх можна узагальнити, насамперед за тим, чи контейнер спочатку формується, а потім виконується процес нанесення покриття та друку на готову форму, або покриття та друк виконуються на плоских листах перед збиранням у готовий виріб.

Процес на готовій формі зазвичай називається покриттям та друком по колу, і він охоплює промислові бочки, банки для пива та напоїв, а також деякі аерозольні балони. Нанесення покриття та друк на плоских листах — це більш старий процес, який охоплює ширший спектр продуктів. Це більш гнучка система, і виробнича установка може використовувати поєднання різних технологій, хоча деякі з них також можуть вимагати також деякого захисного ремонту. Вони показані в Таблиці 10.1, де перелічені всі основні технології та продукти.

Після виготовлення контейнер транспортується до виробника продукту, де контейнер наповнюється, а потім елемент відповідного типу (торець банки, кришка або крончата кришка) механічно з'єднується з контейнером, у результаті чого утворюється наповнена упаковка.

<sup>33</sup> Дані взяті з вебсайту MPE (www.metalpackagingeurope.org) у квітні 2019 р.

Таблиця 10.1: Огляд виробничих процесів, що використовуються для нанесення покриття та друку на металевій упаковці

| Процес виробництва упаковки                  |  | Основа, що використовується                             | Способи обробки розчинником |   |                                    |                    |                  |            | Типові продукти (неповний список) |  |   |
|--|--|---|-----------------------------|---|------------------------------------|--------------------|------------------|------------|-----------------------------------|--|---|
|  |  |   | Розпилення                  | Валкове нанесення (рулони, листи та зовнішня частина банки) | Нанесення шляхом прямого занурення | Розпилення порошку | Електроосадження | Пастування |                                   | Друк                                     |   |
| Покриття та друк по колу                     | Збірні банки з двох деталей зі стоншеними стінками | Сталь   | X                           | X   | X                                  |                    |                  |            | X                                 | Харчові продукти, корм для тварин, напої |   |
|  |  | Алюміній  | X                           | X   |                                    |                    |                  |            | X                                 | Напої                                    |   |
|  | Ударне видавлювання                                | Алюміній  | X                           | X   |                                    |                    |                  |            | X                                 | Аерозолі                                 |   |
|  | Промислові бочки                                   | Сталь   | X                           | X   |                                    |                    |                  |            | X                                 | Промисловий                              |   |
| Нанесення покриття та друк на плоских листах | Контейнер із трьох деталей                         | Харчові продукти: бакалійні товари та загальні продукти | Сталь                       | X   | X                                  |                    | X                |            |                                   | X  | Харчові продукти, корм для тварин, аерозолі, промислова, загальне призначення,  |
|  |  | Аерозолі  | Сталь                       | X   | X                                  |                    | X                |            |                                   | X  | Аерозолі та деякі харчові продукти  |
|  |  | Промисловий   | Сталь                       | X   | X                                  |                    | X                |            |                                   | X  | Промисловий, загальне призначення   |
|  | Тягнені банки                                      | Збірні тягнені банки з двох деталей                     | Сталь                       | X   | X                                  |                    |                  |            |                                   | X  | Харчові продукти  |
|  |  |   | Алюміній                    |   | X                                  |                    |                  |            |                                   | X  | Харчові продукти  |
|  | Компоненти   | Торці банок   | Сталь                       | X   | X                                  |                    |                  | X          | X                                 | X  | Харчові продукти, корм для тварин, аерозолі, напої, промислова лінійка, лінійка загального призначення, торці та кришки |
|  |  |   | Кришки                      | Сталь   |                                    | X                  |                  |            |                                   | X  | X   |
|  |  | Крончаті кришки   | Алюміній                    |   | X                                  |                    |                  |            | X                                 | X  | Напої   |
|  | Крончаті кришки                                    | Сталь   |                             | X   |                                    |                    |                  | X          | X                                 | Напої                                    |   |

Джерело: [159, МРЕ 2017]



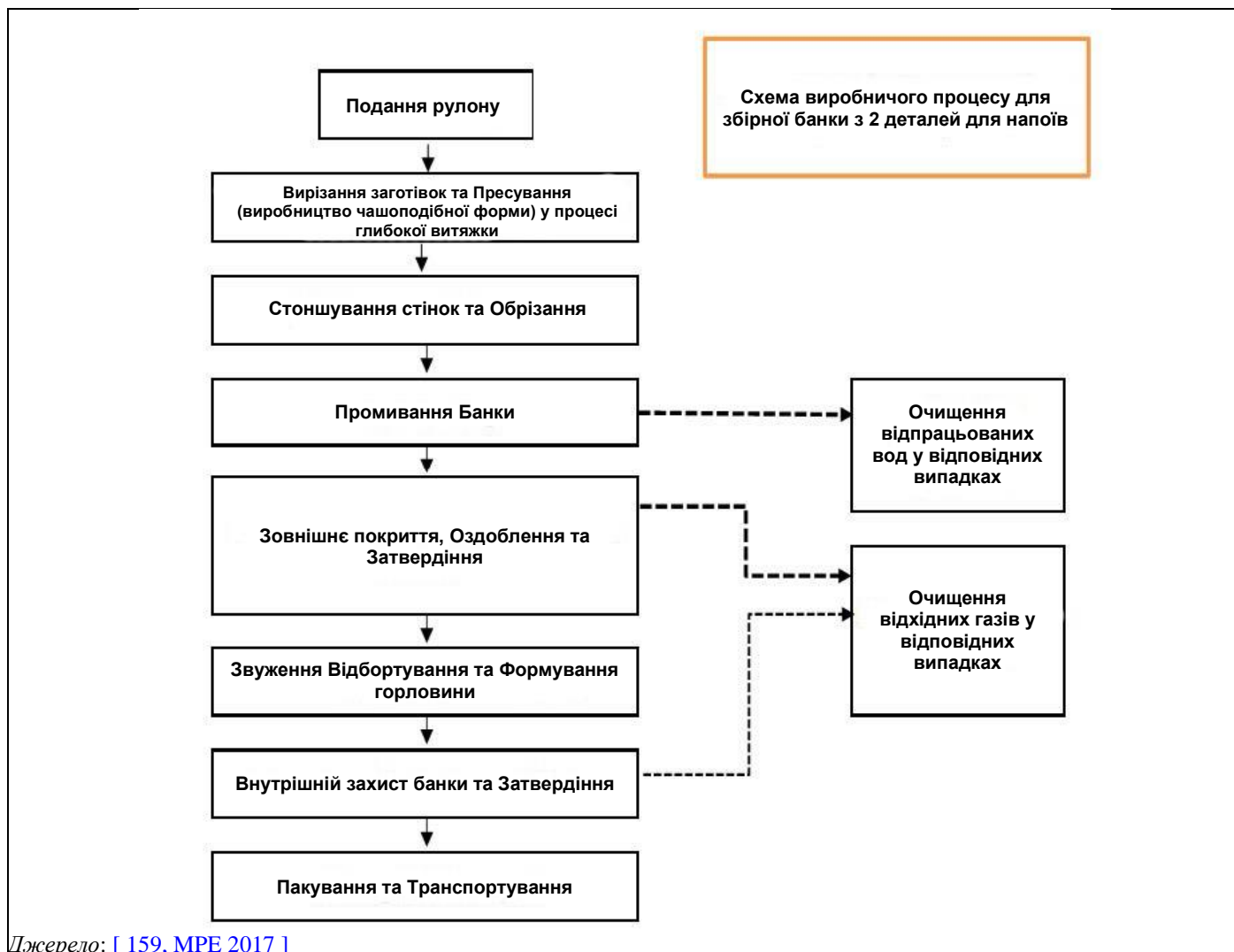
## 10.2 Прикладні процеси та технології в нанесенні покриття та друку на металевій упаковці

[ 159, МРЕ 2017 ]

У наступних розділах наведено виробничі процеси для основних типів продукції.

### 10.2.1 Виробництво збірної банки з двох деталей (тягнені зі стоншеними стінками – DWI (draw and wall ironing))

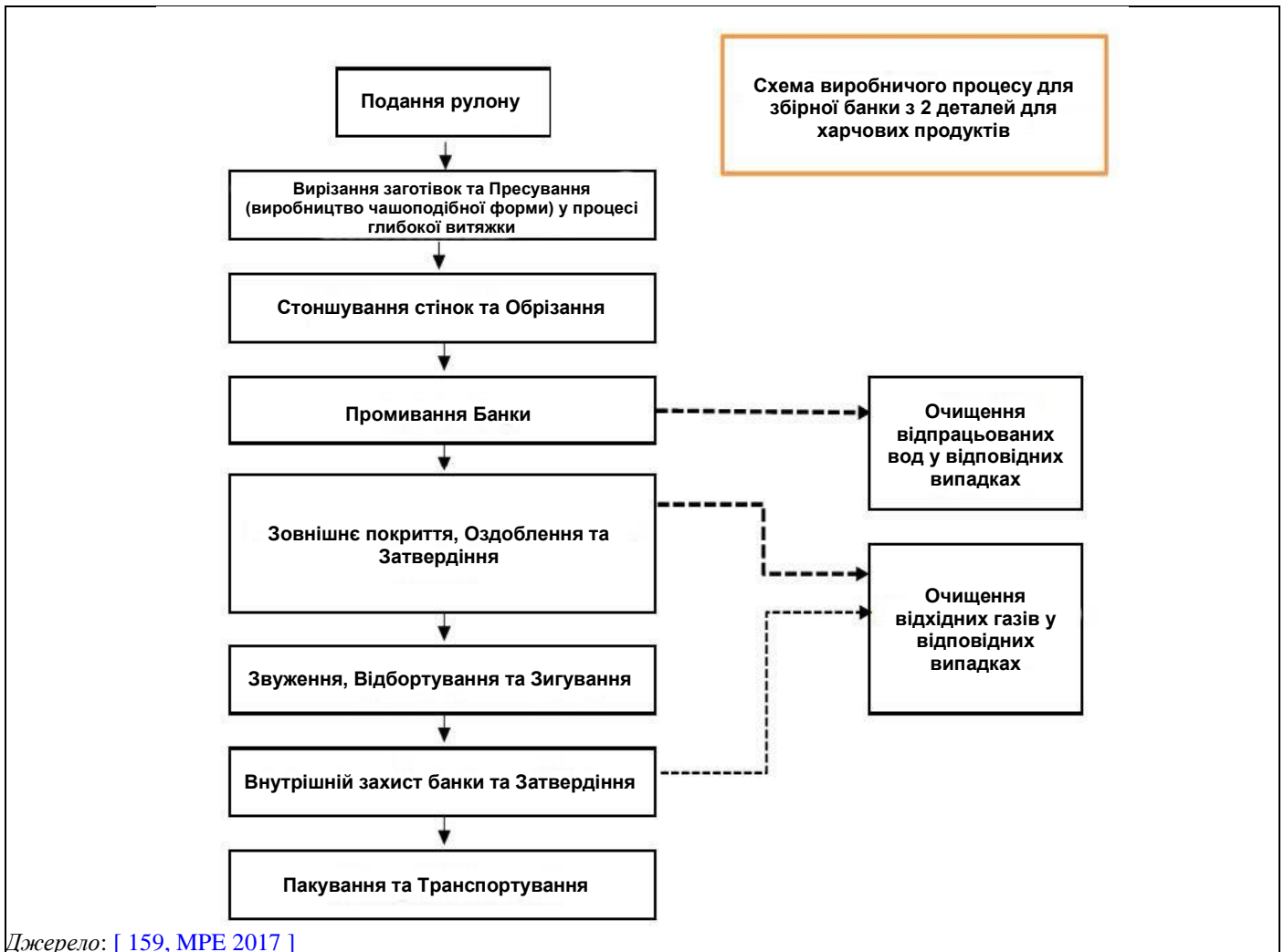
На Рисунок 10.1 показано схему процесу виробництва банок для напоїв.



Джерело: [ 159, МРЕ 2017 ]

Рисунок 10.1: Процес виробництва банок для напоїв

На Рисунок 10.2 показано схему процесу виробництва консервних банок.



**Рисунок 10.2: Процес виробництва консервних банок**

Подальший загальний опис охоплює виробництво банок для напоїв, на зовнішню сторону яких зазвичай нанесене друковане зображення, та банок для харчових продуктів, на які зазвичай наноситься прозоре безбарвне зовнішнє оздоблювальне покриття, а не друковане зображення. Весь процес, у тому числі транспортування між етапами процесу, повністю автоматизований.

Алюміній або жерсть для упаковки постачаються в безперервних рулонах стрічки й автоматично подається через механічний витяжний прес, де заготовки штампуються та глибоко витягуються в чашоподібні форми.

Чашоподібні форми надходять у корпусоформувальні машини (довгоходові горизонтальні преси), де стінки чашоподібних форм розтягуються шляхом стоншування стінок і формується профіль дна. Одразу після стоншування надлишок металу довжини стінки банки обрізається для отримання банки фіксованої висоти. Брухт, що виникає в результаті операції вирізання заготовок та обрізання, відновлюється та переробляється.

В операціях формування металу використовується синтетичний охолоджувач на водній основі з додаванням мастила й невеликою кількістю біоциду, обидва потім видаляються в машині для промивання банок. Існує також можливість змішування гідравлічної оливи, що стікає з пресів, з охолоджувачем. Охолоджувач перебуває в замкнутій системі, де він фільтрується, обробляється і використовується повторно.

Банки, що виходять з обрізного верстата, потім транспортуються в машину для промивання банок, де видаляються надлишки мастила. Цей процес миття банок відрізняється для алюмінієвих та сталевих основ.

Сталеві банки спочатку очищають водою в процесі проходження кількох розпилювальних станцій, розташованих у зворотному каскаді, потім промивають демінералізованою водою і, нарешті, сушать у печі, що працює на природному газі.

Алюмінієві банки дотримуються зазначеної вище послідовності з додатковим етапом попередньої обробки кислотними або лужними водними розчинами перед промиванням демінералізованою водою. Перед остаточним сушінням алюмінієвих банок у печі можна нанести для підсилення піддатливості.

Банки для харчових продуктів, які зазвичай не оздоблюються, вимагають нанесення прозорого зовнішнього захисного покриття на перевернуту банку за допомогою установки для нанесення покриття поливанням або системи поливного покриття між останнім етапом промивання банок і перед сушильною піччю. Потім банки з покриттям проходять період осушення, перш ніж їх помістять у піч для сушіння та затвердіння зовнішнього покриття.

Система нанесення зовнішнього покриття поливанням/поливного покриття є рециркуляційною системою з процесом, призначеним для збору якомога більшої кількості надлишку покриття.

Відпрацьовані води від промивання банок, установки демінералізації та поливного покриття піддаються очищенню перед скиданням. Відбувається природне винесення води через мокрі банки, що надходять у піч.

Що стосується алюмінію, то стічні води після промивання банок обробляються перед скиданням, а оброблена очищена вода може бути використана повторно для заміни свіжої підживлювальної води.

Відпрацьоване гаряче повітря від очищення та сушіння банок викидається безпосередньо в атмосферу через витяжну трубу.

Після очищення банки автоматично передаються на оздоблювання зовнішньої поверхні. Зазвичай першим етапом є нанесення базового покриття (але не завжди), за яким відбувається другий етап оздоблювання. Пристрій для нанесення базового покриття наносить або кольоровий, або прозорий шар лаку за допомогою валка в офсетному процесі на банку, що обертається. Потім банки проходять через термічну конвективну піч.

Після затвердіння базового покриття банки передаються в оздоблювальний пристрій (друкарську машину), де наноситься оздоблення за допомогою друкарських фарб методом сухого офсетного друку. Якщо потрібний верхній шар лаку, він наноситься на останньому етапі (процес wet-on-wet) за допомогою валка в офсетному процесі на оздоблювальному пристрої.

На нижній зовнішній обід алюмінієвих банок покриття зазвичай наноситься на за допомогою іншого набору валків-аплікаторів. Ця операція виконується до того, як банка надходить у піч оздоблювального пристрою, і лак для ободів твердіє разом із друкарськими фарбами та додатковим верхнім шаром лаку в печі.

Після завершення нанесення покриття та друку на зовнішній поверхні банка зазвичай піддається звууженню, відбортунню та певним операціям з формування, щоб надати банці остаточного вигляду. Банки спочатку транспортуються у звуужувальний пристрій/окрайкозгинальну машину, що зменшує діаметр горловини банок, щоб вони відповідали торцям. Операція формування горловини підтримується стисненим повітрям та використовується невелика кількість синтетичних мастил.

Сталеві банки зазвичай покривають шляхом розпилення на зовнішню поверхню дна перед розпиленням покриття на внутрішню поверхню для захисту від іржі. Це покриття дна висихає за кімнатної температури. Потім внутрішня частина банки покривається методом безповітряного розпилення з використанням матеріалів на водній основі. Набір сопел розпилює лак у банку, що обертається, забезпечуючи необхідний розподіл ваги плівки. Потім банки проходять через термічну піч, де і внутрішній лак, і розпилене на дно покриття піддають остаточному затвердінню.

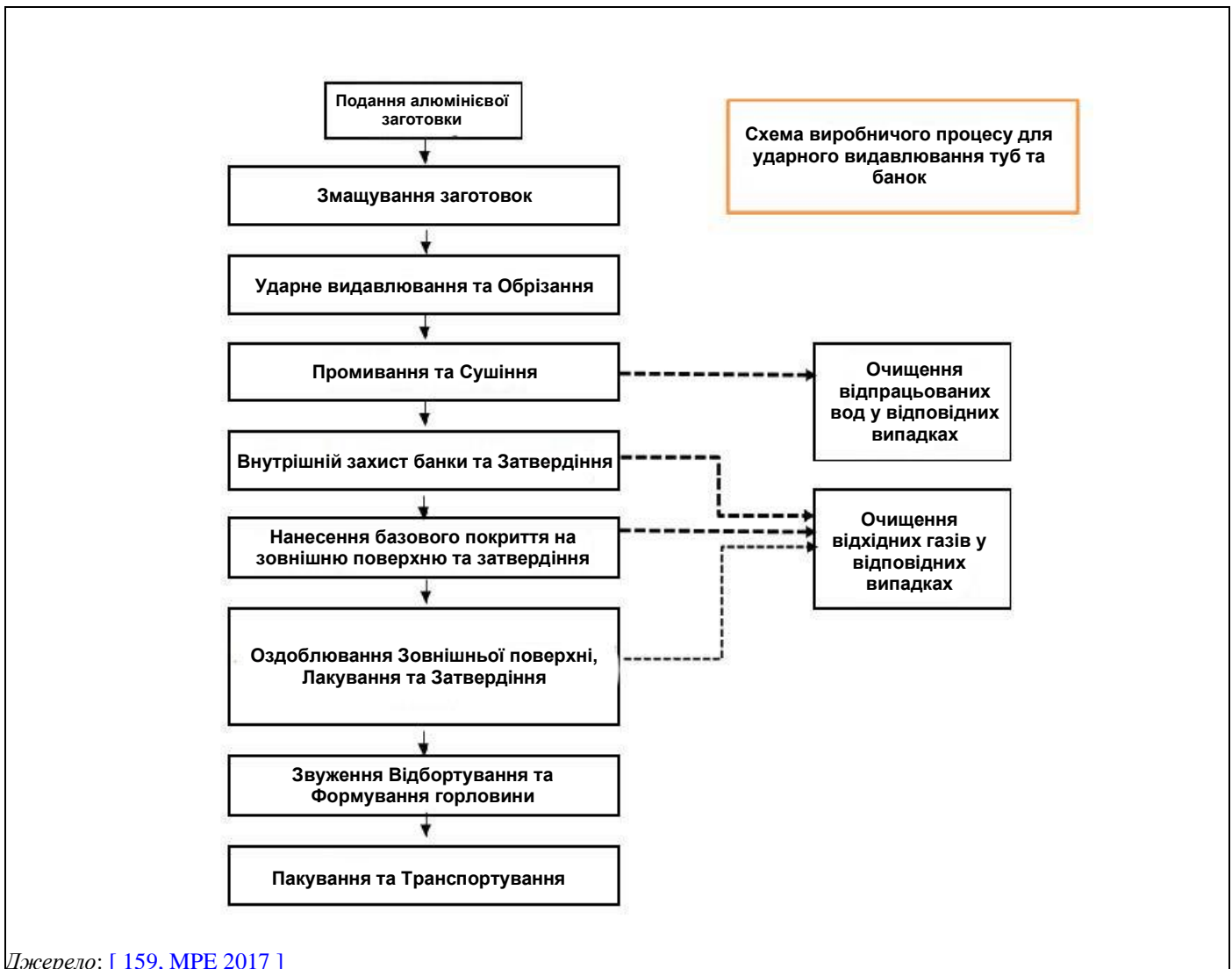
Після кожної операції затвердіння банки відразу поміщають у піч з газовим нагрівом за типової температури сушіння 180–200 °С. Викиди процесу затвердіння збираються та видаляються вентиляторами в атмосферу або в обладнання для боротьби з викидами.

Для банок для харчових продуктів існує додаткова операція формування, а саме зигування, що складається із двох частин. Передбачено валик для котіння, що дає банці змогу котитися в процесі промислового виробництва харчових продуктів, і один валик, розташований поряд з основою банки, для сприяння стійкості до тиску в процесі промислового приготування харчових продуктів.

Зрештою, перед укладанням на піддони всі банки мають пройти випробування лампою-тестером та камеру для перевірки. Будь-який потенційно пошкоджений продукт відбраковується.

### 10.2.2 Ударне видавлювання алюмінію для аерозолів та гнучких туб

Процес виробництва екструдованих алюмінієвих туб показано на Рисунку 10.3.



Джерело: [ 159, МРЕ 2017 ]

**Рисунок 10.3: Процес виробництва екструдованих алюмінієвих туб**

За концепцією цей процес дуже схожий на виготовлення збірних банок із двох деталей. Різниця переважно полягає в процесі формування металу витяжкою і стоншуванням стінок (DWI), коли вихідний алюмінієвий рулон «тоншає» для формування контейнера; у цьому процесі алюмінієва заготовка видавлюється в готовий контейнер із постійною товщиною стінок.

Алюмінієві заготовки, які на 99,5% складаються з чистого алюмінію, змащуються мастилом, а потім за допомогою серії операцій ударного видавлювання перетворюються на трубу з одним відкритим кінцем. Відкритий кінець обрізається для отримання необхідної висоти циліндра, а утворені обрізки збираються для

переробки. Подальші окремі операції з формування металу можуть надати закритому кінцю куполоподібну форму, увігнуту всередину, для стійкості до тиску (аерозоль), перфоровати його для подальшого додавання пластикового гвинтового різьблення та ковпачка або додатково сформувати його у гвинтове різьблення (останні два – для гнучких туб).

Сформована банка потім очищається в машині для промивання безперервної дії для видалення залишків мастила. До хімічних речовин, що використовуються в процесі очищення та травлення, належать аніонні каустичні мийні засоби. Забруднені стічні води можна частково або повністю скидати в каналізацію та/або повторно використовувати для живлення системи лужного скрубера, описаної нижче, як засіб зниження викидів диму.

Потім внутрішня частина банки покривається методом безповітряного розпилення з використанням лакових матеріалів на основі розчинника або водній основі. Набір сопел розпилює лак у банку, що обертається, забезпечуючи необхідний розподіл ваги плівки. Потім банки проходять через термічну піч, де і внутрішній лак твердіє.

Циліндри потім передаються в пристрій для нанесення базового покриття, де дозований шар прозорого або пігментованого базового покриття наноситься валиком із використанням або нанесення рифленим валиком, або звичайної системи дозувальних валиків з обертовим циліндром. Типові базові покриття виготовляються на основі розчинників, але можуть також використовуватися покриття на водній основі. Повітря зі станції нанесення покриття витягується вентилятором і, як правило, відводиться в повітря через високі димові труби. З пристроєм для нанесення базового покриття покриті банки автоматично подаються в піч для сушіння/затвердіння, з якої відпрацьоване повітря збирається і випускається безпосередньо через високі димові труби або спрямовується в обладнання для боротьби з викидами.

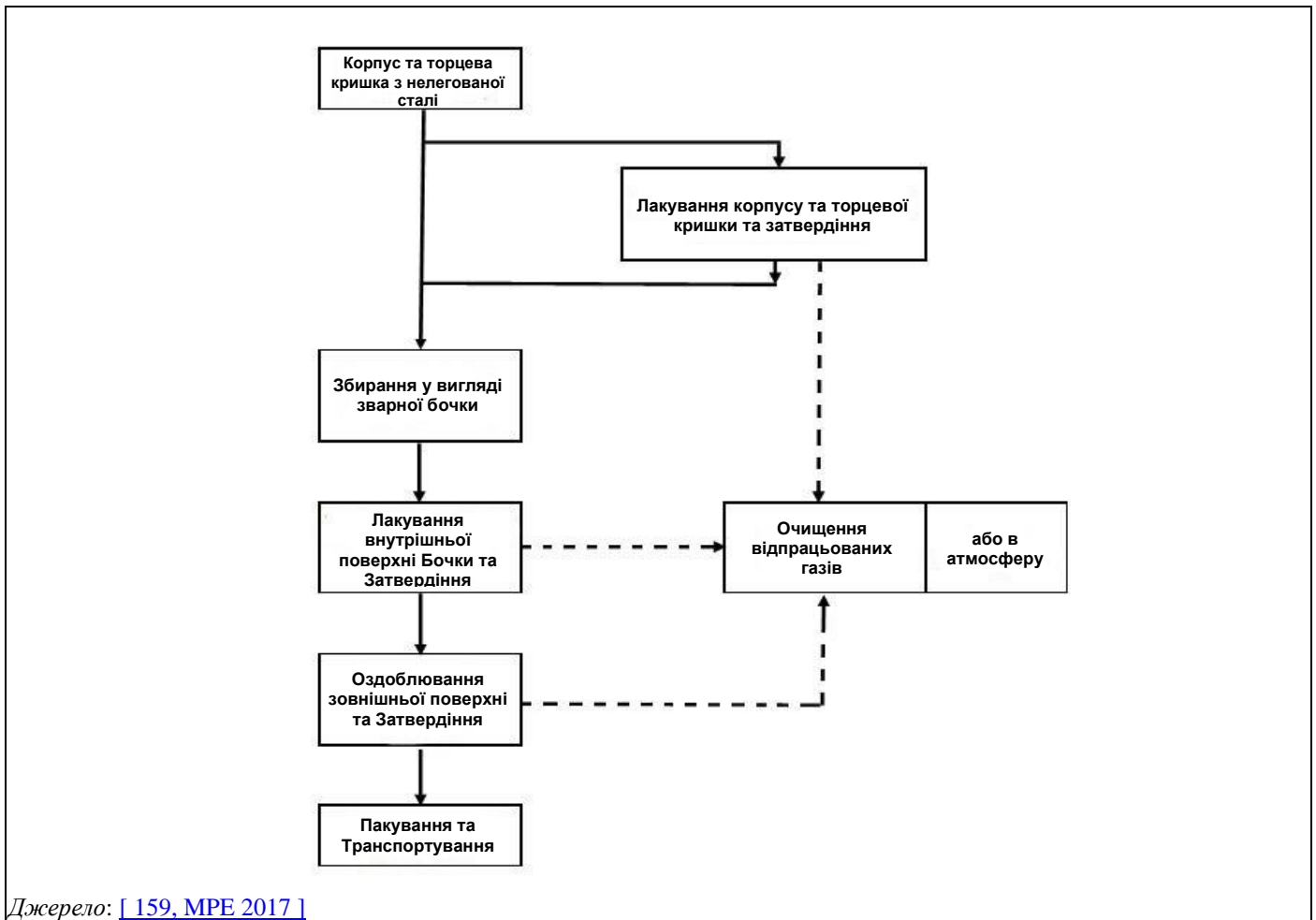
Затверділе базове покриття забезпечує основу для наступного друкованого зображення, яке наноситься багатоколірним оздоблювальним пристроєм методом сухого офсетного друку. Захисний верхній шар лаку наноситься і є завершальною операцією перед автоматичним переміщенням циліндра в піч для сушіння та затвердіння. На нижній зовнішній обід контейнерів покриття зазвичай наноситься на за допомогою іншого набору валків-аплікаторів. Ця операція виконується в печі оздоблювального пристрою. Передбачено систему видалення диму з оздоблювального пристрою, який відводиться в повітря, пройшовши через лужний скрубер, й окремого видалення вихлопних газів печі безпосередньо в повітря або в обладнання для боротьби з викидами.

Для аерозольних балонів циліндр піддається подальшому реформуванню з контрольованим нанесенням мінерального мастила для утворення «горловини» й загинання відкритого кінця, щоб він відповідав клапанному пристрою, який буде встановлений після наповнення. Надання форми також може бути виконане до остаточної операції з формування горловини та загинання для деяких аерозольних продуктів.

Далі аерозольний балон перевіряється на наявність витоків за допомогою лампи-тестера, а потім спрямовується на станцію пакування.

### 10.2.3 Промислові бочки

Сталеві бочки виготовляються переважно для промислового використання. Принцип виробництва бочок аналогічний процесу виробництва збірних банок із трьох деталей (див. Розділ 10.2.5) Він показаний на Рисунку 10.4



Джерело: [159, МРЕ 2017]

**Рисунок 10.4: Процес виробництва бочок**

Чи буде на внутрішню поверхню бочки нанесене покриття, залежить від товарів, які будуть у неї упаковані. Отже, внутрішнє покриття не обмежується використанням бочок у харчовій галузі, але також застосовується для хімічних речовин, які не мають вступати в контакт зі сталлю.

Корпус бочки зварюється з листа нелегованої сталі, а верхня та нижня стінки виготовляються окремо на лініях різання та формування. За необхідності внутрішні поверхні цих сформованих корпусів та торців бочок окремо покриваються лаком та піддаються затвердінню. На фальцювальному верстаті відбувається збирання бочки. На цьому етапі наноситься суміш для швів, якщо вона не була нанесена на верхню й нижню частини на окремому етапі процесу.

Після фальцювання зовнішня поверхня бочки покривається фарбою для зовнішніх поверхонь бочок, і покриття твердіє (одночасно зі сумішшю для швів). На завершальному етапі бочки можуть бути додатково оздоблені трафаретним друком або за допомогою інших технологій друку. Друкарські фарби, що використовуються в цьому процесі, зазвичай є фарбами на основі розчинників, але також використовуються технології затвердіння за допомогою УФ-випромінювання.

Покриття внутрішньої поверхні бочки зазвичай наносять за допомогою дисків, що обертаються (для корпусу) або методом гарячого безповітряного розпилення. Більшість внутрішніх покриттів є покриттями на основі розчинника через необхідну хімічну

стійкість між сталлю і вмістом і містять 45–60% органічних розчинників. Фарби для зовнішніх поверхонь бочок зазвичай наносяться методом гарячого безповітряного розпилення. Це переважно фарби на основі розчинника й містять близько 45–50% органічних розчинників. В окремих випадках використовують фарби на водній основі для зовнішніх поверхонь бочок, що містять менше ніж 10% органічних розчинників. Технологічні викиди ЛОС перед скиданням обробляються методами усунення забруднення довілля.

## 10.2.4 Нанесення покриття та друк на плоских листах

Операції нанесення покриття та друку на плоских листах можна розділити на чотири етапи (не всі з цих операцій застосовні в кожному випадку):

- нанесення покриття на внутрішню поверхню;
- нанесення зовнішнього базового покриття або ґрунтового покриття, проте звичайний друк може бути виконаний безпосередньо на жерсті;
- друк;
- нанесення лаку та верхнього шару покриття.

Затвердіння покриттів і фарб на основі розчинників зазвичай відбувається в термічних печах зі швидкістю до 6000 листів на годину за температури від 150 °С до 210 °С. Значення швидкості та температури залежать від розмірів листа, товщини та характеристик покриття.

Нанесення покриттів та друк на плоских листах — це перша окрема та визначена операція, необхідна для виконання подальших операцій із виготовлення збірних банок із трьох деталей та тягнутих банок, торців або ковпачків та кришок. Вона показана на Рисунку 10.5.

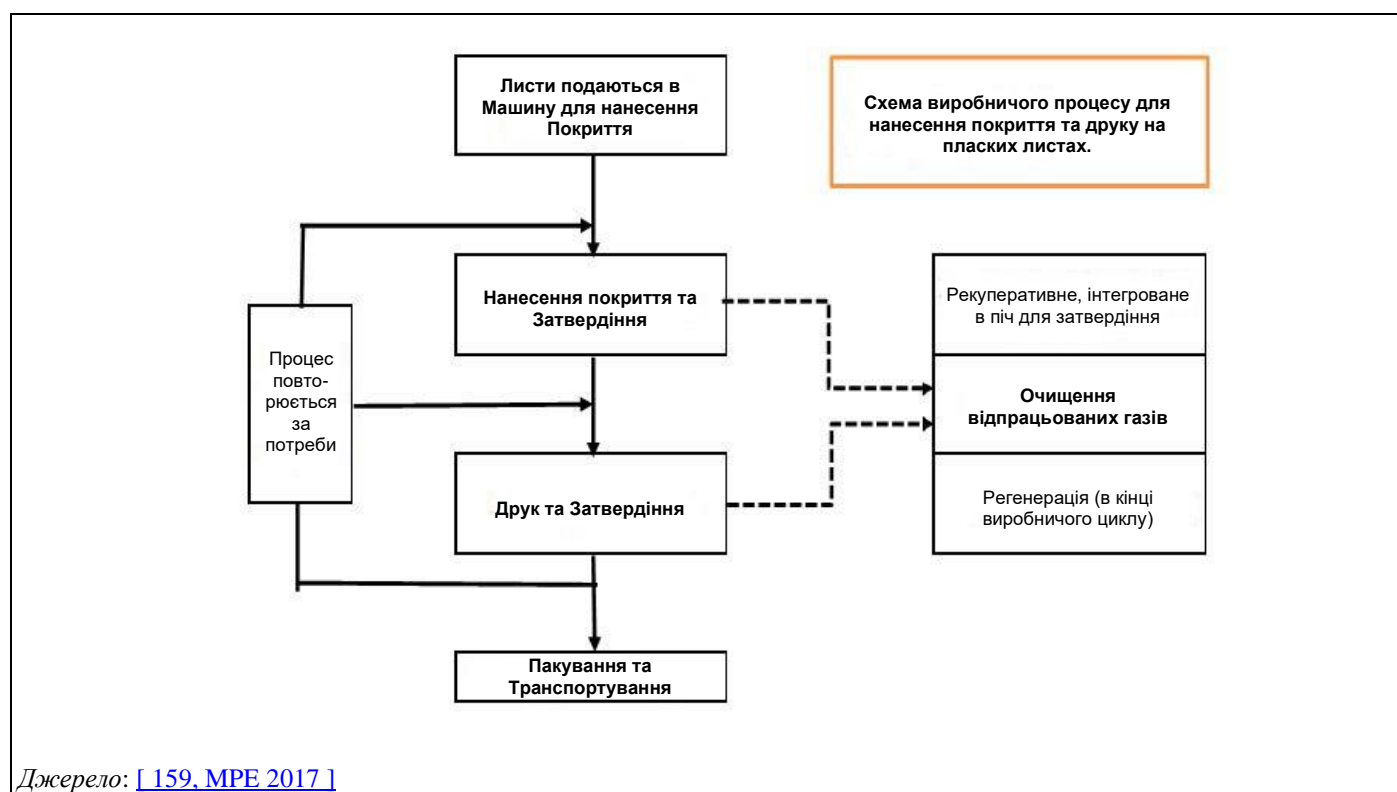


Рисунок 10.5: Процес виробництва для плоского металевого листа

Матеріалами основи, що використовуються в процесі друку та нанесення покриття на плоскі листи, переважно є жерсть, сталь з електролітичним хромуванням (ECCS (electrolytic chromium-coated steel)) і холоднокатана сталь або алюміній. Матеріал надходить або на платформах у вигляді попередньо нарізаних листів, або в рулонах, які необхідно спочатку переробити на місці на нарізані листи.

Металеві листи можуть проходити через лінії друку та нанесення покриття кілька разів, оскільки іноді потрібно багато проходжень для нанесення покриттів та оздоблювальних покриттів, а також затвердіння. Використовуються різні послідовності нанесення покриттів, залежно від продукту, що упаковується.

Матеріал покриття переноситься на валик-аплікатор із синтетичним покриттям, а потім переноситься на лист методом притискного контакту. Вага плівки контролюється за допомогою різних технологій, що оптимізують потік нанесення покриття на валик-аплікатор. Будь-яке потенційне перенесення покриття на нижній циліндр видаляється під час роботи машини за допомогою скребка для запобігання забруднення нижньої сторони листа.

На лініях друку друкарська фарба подається через низку роликів, що регулюють потік, щоб забезпечити правильний коефіцієнт нанесення на полотно для досягнення бажаної глибини кольору. Зазвичай застосовуються такі технології друку, як офсетний друк зі зволоженням, сухий офсетний друк і, у деяких випадках, літографський друк без зволоження.

Періодичне очищення валиків-аплікаторів для нанесення покриття та друку потрібне для видалення накопичених компонентів покриття та друкарської фарби. Під час переналагодження виконується ретельніше очищення машин для нанесення покриття та друку з використанням різних органічних розчинників, у тому числі відновлених розчинників, як вручну, так і автоматично. Відпрацьований органічний розчинник часто дистилується й повторно змішується на об'єкті або за його межами.

Потім лист із покриттям або друкованим зображенням передається в піч термічного затвердіння, де він нагрівається до необхідної температури затвердіння. ЛОС з органічного розчинника, використовуваного в застосовуваних матеріалах, вловлюються з печі та витяжних ковпаків машин у повітропроводах і видаляються вентиляторами в атмосферу або спрямовуються в обладнання для боротьби з викидами.

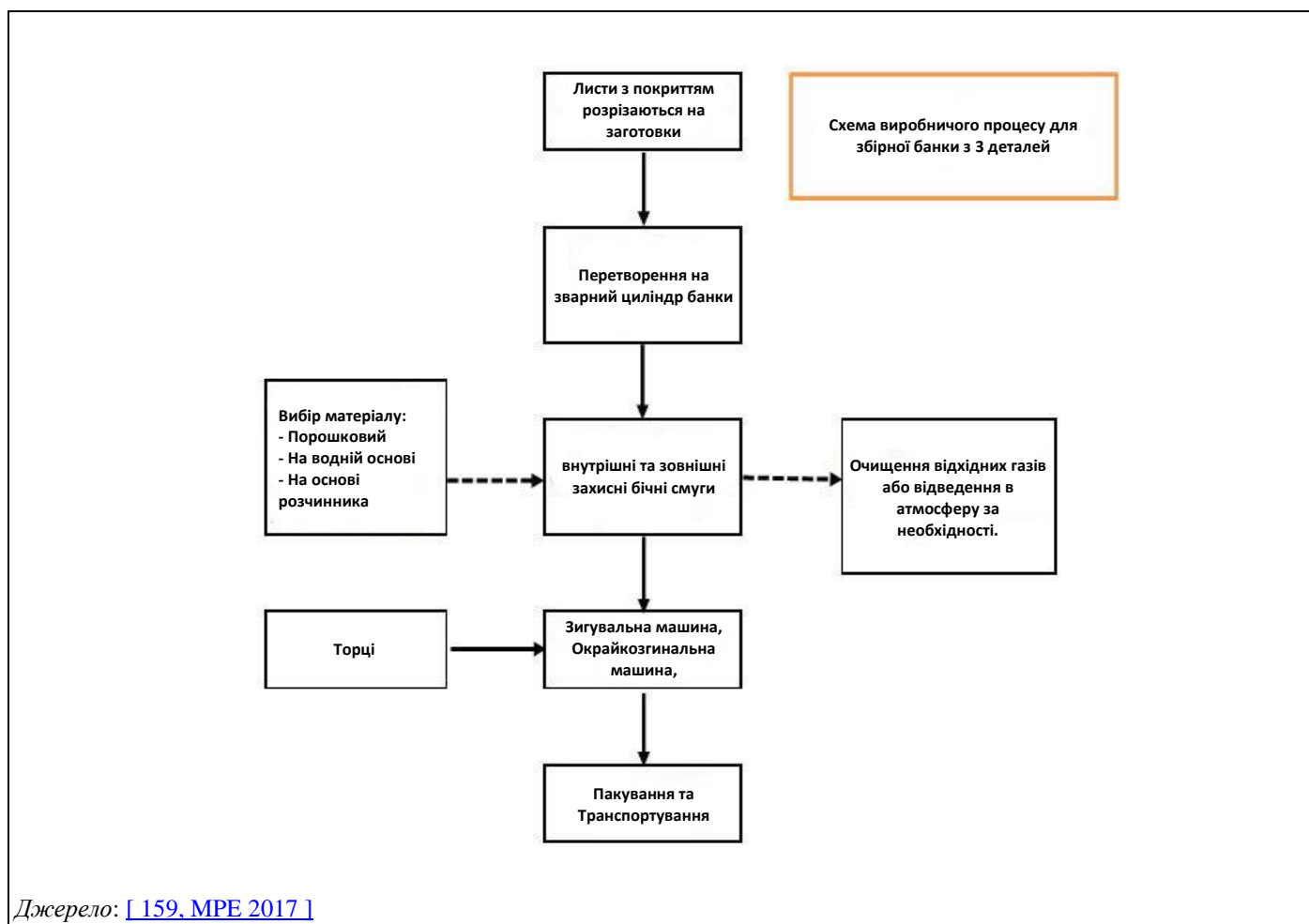
Після цього затверділий лист охолоджують навколишнім повітрям. Це зменшує злипання матеріалів, а стопи листів знову збираються на платформі для подальшого передавання на наступний етап процесу.

Коли використовуються друкарські фарби та покриття, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання, використовуються УФ-лампи. Це не призводить до викиду ЛОС, але створює низьку концентрацію озону (ppm), що викидається в атмосферу.



### 10.2.5 Виробництво збірної банки з трьох деталей

Збірні банки з двох деталей можуть мати різну конструкцію шва; проте зварні є найпоширенішими в різних секторах продукції. Процес виробництва зварних банок із трьох деталей показано на Рисунку 10.6.



**Рисунок 10.6: Процес виробництва збірних банок із трьох деталей**

Виробництво збірних банок із трьох деталей може охоплювати різні продукти, як-от банки для харчових продуктів, банки для фарби, промислові прямокутні банки та аерозольні балони. Жерстяні листи, які попередньо були покриті та/або оздоблені, як описано в Розділі 10.2.4, розрізаються на окремі заготовки корпусу. Ці заготовки корпусу зазвичай автоматично, а іноді й вручну подаються у зварювальну машину, яка згортає заготовку корпусу в трубу, а потім зварює її по всій довжині, щоб отримати зварний циліндр із прямими стінками. Під час розрізання зайва жерсть обрізається й потім переробляється. Альтернативним способом з'єднання бічного шва є механічне загинання. У деяких випадках круглі циліндри можуть бути перетворені на інші форми, наприклад, прямокутні промислові банки.

Відразу після зварювання та ще у зварювальній машині на внутрішню та зовнішню поверхню зварного шва може бути нанесене захисне покриття, залежно від специфікацій для збірної банки із трьох деталей, що виготовляється. Це захисне покриття називається бічною смугою й може бути на основі розчинника, на водній основі або порошковим покриттям, залежно від кінцевого використання контейнера. Лаки для бічних смуг наносяться за допомогою валиків або безповітряних фарборозпилювачів на внутрішню поверхню та за допомогою фарборозпилювачів, пензлів та валиків на зовнішню поверхню. Будь-які надлишки розпилення збираються та відводяться в повітря. У випадку використання порошкових покриттів вони наносяться електростатичним способом, а будь-які надлишки розпилення збираються та переробляються.

Після зварювання/нанесення бічної смуги циліндри проходять через піч для затвердіння бічної смуги. Типами печей зазвичай є або печі з гарячим повітрям, або індукційні, які локально нагрівають зварювальну зону циліндра. Викиди з печі для бічної стрічки в більшості випадків виходять безпосередньо в повітря через витяжні труби, а іноді відводяться в систему очищення відхідних газів.

Після затвердіння бічної смуги, відповідно до специфікацій для деяких збірних банок із трьох деталей (зазвичай банок для харчових продуктів), вони автоматично подаються в зігувальну машину для утворення зміцнювальних валиків на стінці корпусу циліндра. Цей процес є суто механічним і не вимагає додаткових технологічних матеріалів. Залежно від специфікацій до банки, після зігування або затвердіння бічних смуг, зварні циліндри автоматично подаються або в машини для звуження та/або машини для відбортування, щоб обидва кінці циліндра отримали форму, що буде відповідати торцевій деталі.

Потім виготовлений корпус автоматично передається на машину для фальцювання кінців, де попередньо виготовлений торцевий компонент подається і з'єднується з одним кінцем виготовленого циліндра. Операції звуження, відбортування та фальцювання також є суто механічними й не вимагають будь-яких додаткових технологічних матеріалів.

Для деяких специфікацій, наприклад, для харчових банок, банка з трьох деталей постачається користувачу тільки з одним приєднаним торцем, і в цьому випадку за приєднанням торця відбувається транспортування. Проте інші банки з трьох деталей, як-от банки для фарби, прямокутні банки та аерозольні балони, проходять через другий фальцювальний верстат, і другий торцевий компонент приєднується перед транспортуванням.

### 10.2.6 Тягнені збірні банки з двох деталей зі сталі та алюмінію

Процес виробництва банок із двох деталей показано на Рисунок 10.7.



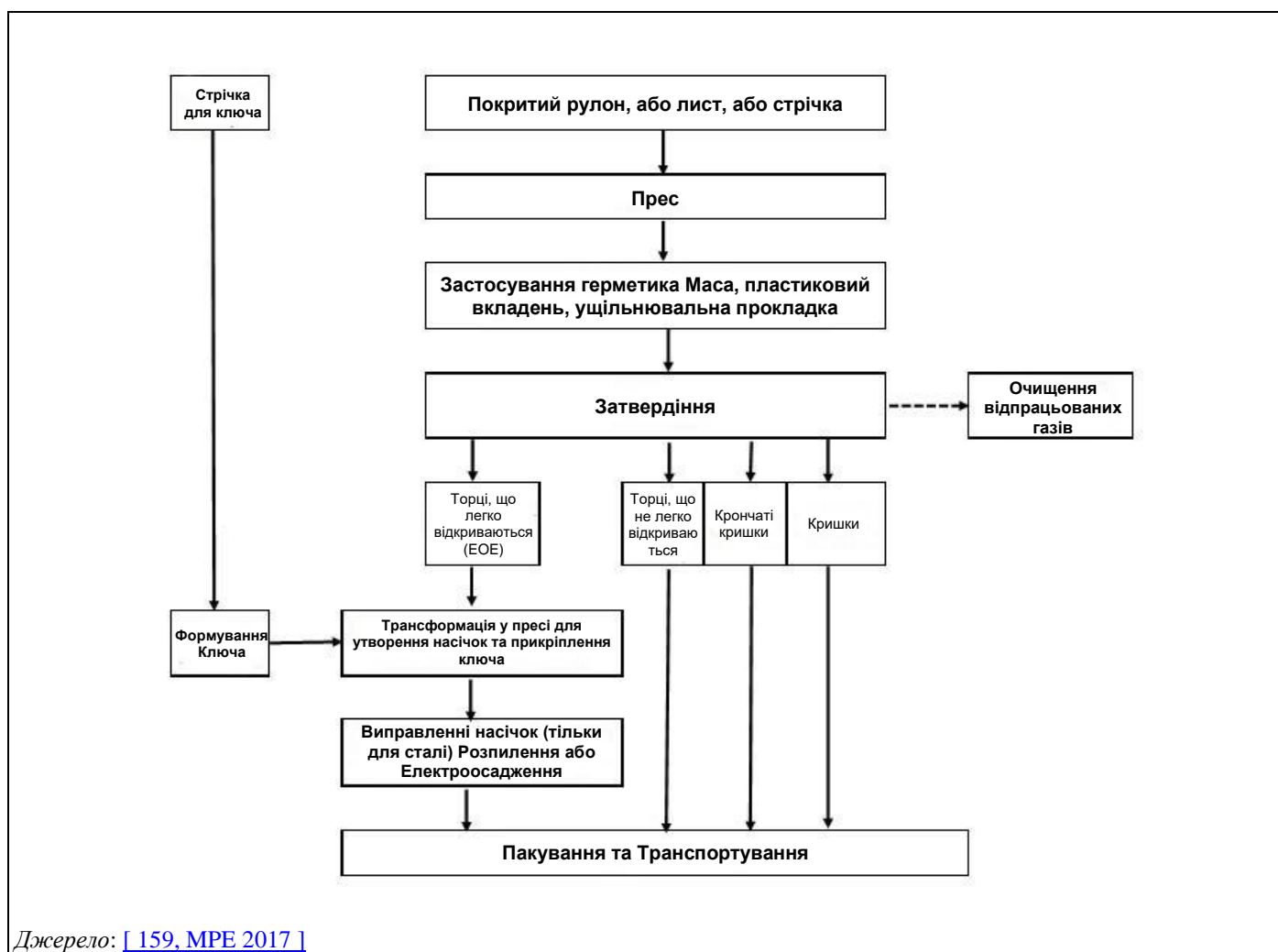
**Рисунок 10.7: Послідовність виробництва тягнених збірних банок із двох деталей**

Тягнені банки, що складаються з двох деталей, виготовляються з рулонів, листів або стрічок із попередньо нанесеним покриттям, як описано в Розділі 10.2.4. Вони можуть бути прямокутної або циліндричної форми, але мають обмеження щодо висоти контейнера. Вони зазвичай використовують із рибними продуктами.

У виробничому циклі ЛОС не використовуються, крім процесу нанесення на плоский лист.

## 10.2.7 Виробництво торців, крончатих та звичайних кришок

Процес виробництва торців, крончатих та звичайних кришок показаний на Рисунку 10.8.



**Рисунок 10.8: Процес виробництва торців, крончатих та звичайних кришок**

Виробництво здійснюється або з простих листів, або попередньо покритих/оздоблених листів або рулонів з алюмінію, або з жерсті або сталі з електролітичним хромуванням (ECCS). Метал може бути попередньо оброблений мастилом перед виготовленням. Метал подається на штампувальний прес, де формується первинна кругла заготовка диска. Потім ця заготовка зазнає багаторазового реформування залежно від того, компонентом якого типу вона стане: торці, що легко відкриваються (ЕОЕ (easy-open ends)); «санітарні» або торці, що не легко відкриваються (NEOE (non-easy-open ends)); крончаті кришки або кришки для пляшок або кришки для банок. Ці компоненти зазвичай круглі, але можуть бути прямокутні ЕОЕ, а також промислові компоненти. Також існують конуси та куполи, що виробляються для аерозольних балонів із трьох деталей, інші промислові компоненти, такі як важільні кришки для фарби та інші спеціальні механізми закриття, як-от прямокутні компоненти для розливання рідких продуктів.

Для завершення профілювання виконується кілька операцій формування. Готова оболонка елемента потім надходить у машину для нанесення пасти, де наноситься герметик (іноді іменований масою для пастування) або ущільнювальна прокладка (іноді іменована композицією). У герметикують можуть міститися органічні розчинники.

Для торців, що легко відкриваються, після того, як на оболонку нанесена суміш, вона надходить у перетворювальний прес, де створюється контур отвору; виготовляється ключ, і виконується остаточне збирання для завершення торця. Для виготовлених із жерсті торців, що легко відкриваються, торцеву насічку буде виправлено за допомогою розпиленого лаку або матеріалу для електроосадження і відповідної печі для затвердіння. Деякі герметики та прокладки вимагають проходження через піч для примусового сушіння або затвердіння. Після закінчення торці, крончаті кришки або кришки упаковуються та укладаються на піддони для відправлення клієнтам.

### 10.3 Поточні рівні споживання та викидів від нанесення покриття та друку на металевій упаковці

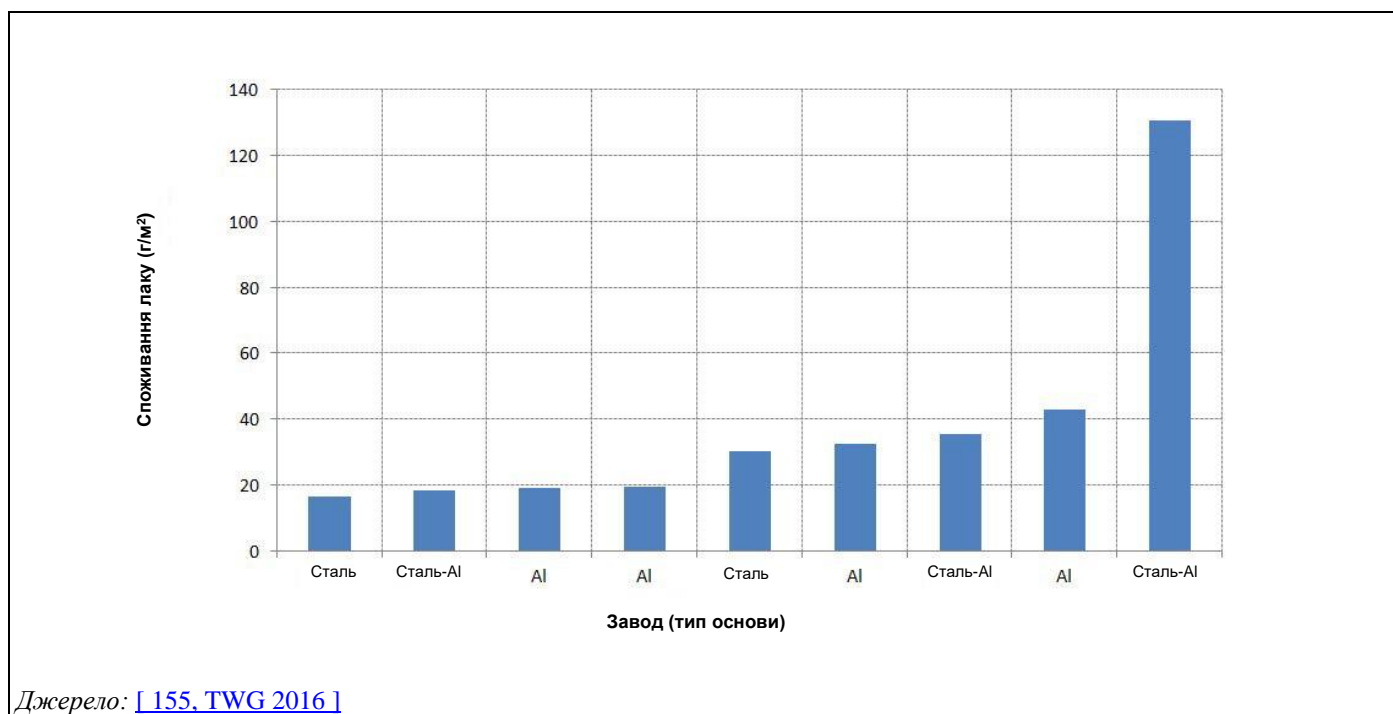
Загалом було подано дані щодо 17 заводів. Металева упаковка – це сектор, де застосування схеми скорочення вмісту розчинника для демонстрації відповідності положенням ДПВ є загальноживаною практикою. Наприклад, у поточному зборі даних, на більш ніж половині заводів, що беруть участь, застосовують схему скорочення. Схема скорочення (СС) є альтернативною методикою для демонстрації відповідності положенням ДПВ, яка вимагає, щоб загалом було досягнуто еквівалентне скорочення викидів ЛОС на основі використання сировини з низьким вмістом органічних розчинників. Дані для всіх заводів, незалежно від того, чи застосовують вони СС, надані та описані в подальших розділах [\[155, TWG 2016\]](#).

#### 10.3.1 Споживання

[\[155, TWG 2016\]](#)

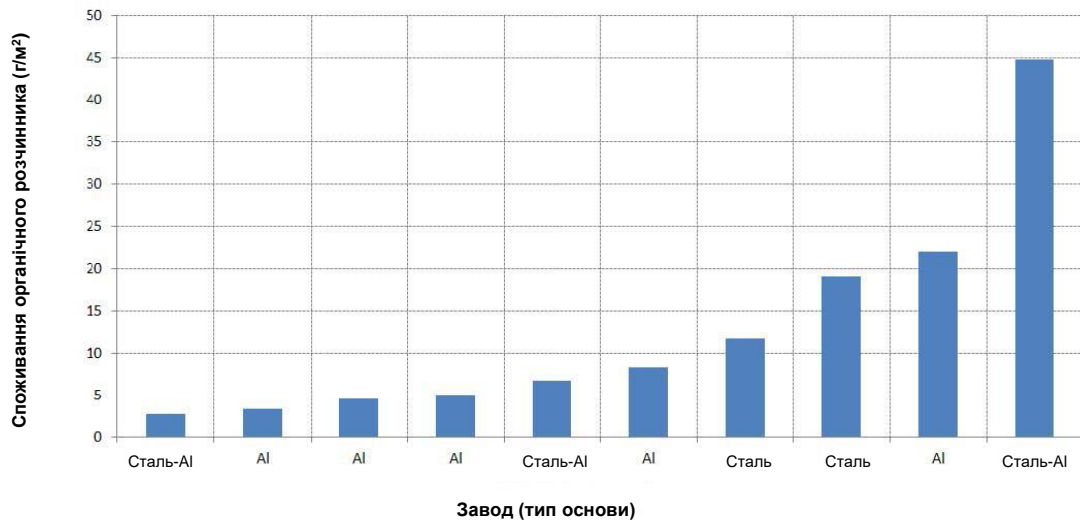
##### 10.3.1.1 Матеріали

Подані дані про баланс маси показують середнє споживання лаку, що коливається від 16 г до 131 г лаку на м<sup>2</sup> продукту. Повідомлені значення надані на Рисунку 10.9.



**Рисунок 10.9: Споживання лаку установками для металевої упаковки (г споживання лаку на м<sup>2</sup> продукту) – Середні значення за період 2013–2015 рр.**

Середнє споживання розчинника варіюється від 2,7 до 45 г розчинника на м<sup>2</sup> продукту. Повідомлені дані про споживання органічних розчинників надані на Рисунку 10.10.



Джерело: [155, TWG 2016]

**Рисунок 10.10: Споживання органічних розчинників установками для металевої упаковки (г вхідного потоку розчинника на м2 продукту) – Середні значення за період 2013–2015 рр.**

Інші дані про споживання лаків та органічних розчинників для різних продуктів та напівфабрикатів наведено в Таблиці 10.2 та Таблиці 10.3.

**Таблиця 10.2: Дані споживання лаку та органічних розчинників із заводів із виробництва збірних банок із двох деталей та торців банок**

| Референтний завод  | Завод 1             | Завод 2  | Завод 3  | Завод 4             | Завод 5  | Завод 6  |
|--|---------------------|----------|----------|---------------------|----------|----------|
| Основа   | Сталь –<br>Алюміній | Алюміній | Алюміній | Сталь –<br>Алюміній | Алюміній | Алюміній |
| Споживання лаку (г/м <sup>2</sup> ),<br>середнє значення з період<br>2013–2015 рр.       | 18                  | 19       | 20       | 35                  | НД       | 32       |
| Споживання розчинника<br>(г/м <sup>2</sup> ), середнє значення з<br>період 2013–2015 рр. | 2,7                 | 3,4      | 8,3      | 6,8                 | 4,5      | 5,0      |

Джерело: [155, TWG 2016]

**Таблиця 10.3: Дані споживання лаку та органічних розчинників із заводів із нанесення покриття та друку на плоскому листі**

| Референтний завод   | Завод 1 | Завод 2 |
|---|---------|---------|
| Основа  | Сталь   | Сталь   |
| Споживання лаку (г/м <sup>2</sup> ), середнє<br>значення з період 2013–2015 рр.           | 16      | 30      |
| Споживання розчинника (г/м <sup>2</sup> ),<br>середнє значення з період 2013–<br>2015 рр. | 11,7    | 19,0    |

Джерело: [155, TWG 2016]

### 10.3.1.2 Вода

[ 155, TWG 2016 ]

Повідомлені значення питомого споживання води для виробництва збірних DWI банок із двох деталей для напоїв варіюються від 90 до 110 л на 1000 банок.

Основні повідомлені технології мінімізації споживання води пов'язані з:

- контролем використання води;
- зворотним каскадним промиванням;
- використанням іонного обміну;
- мембранним фільтруванням.

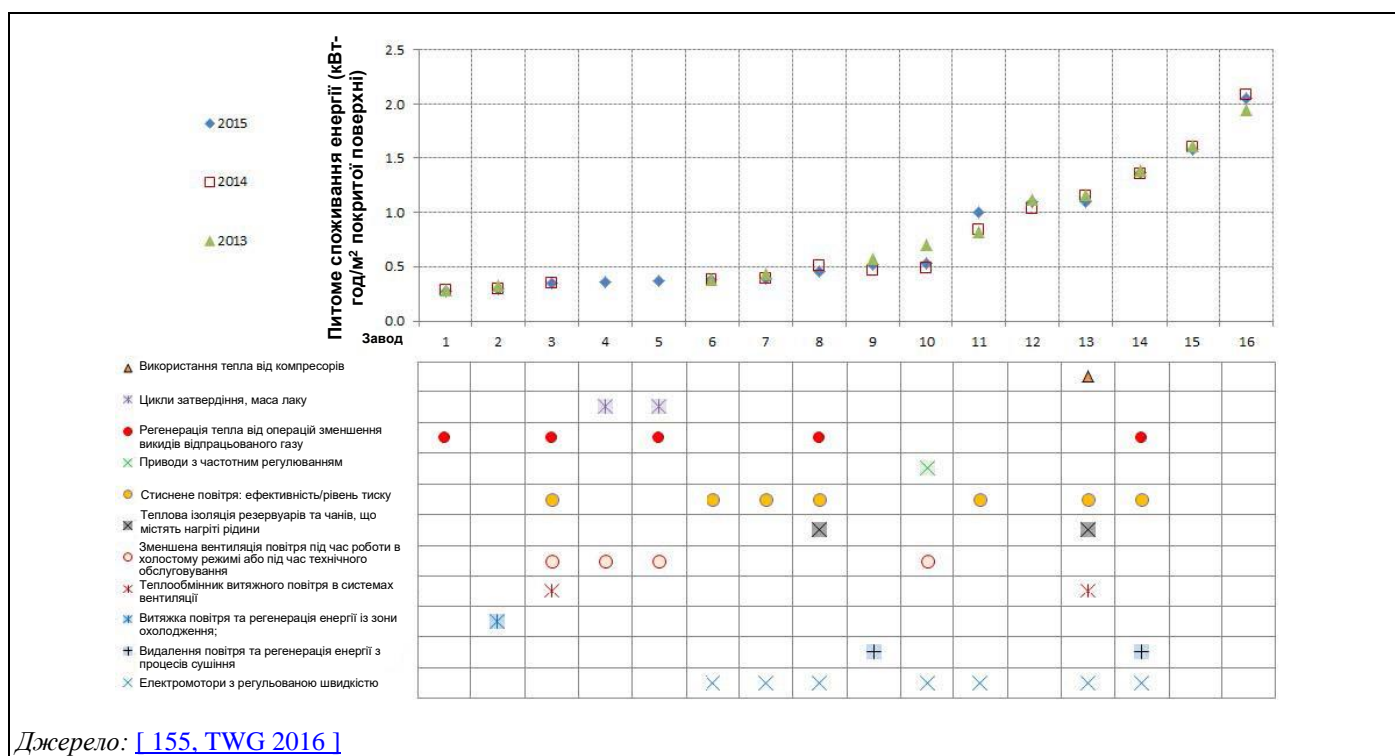
### 10.3.1.3 Енергія

[ 155, TWG 2016 ]

Природний газ та електроенергія є основними видами споживаної енергії для установок із виробництва металевої упаковки. Значна частина загального споживання енергії припадає на видалення та очищення відхідних газів.

Було підраховано, що від 30% до 50% загального споживання електроенергії припадає на видалення та очищення газу, тоді як більша частина споживаного газу (до 80%) використовується для термічного очищення відхідних газів.

Повідомлені значення питомого споживання енергії надані на Рисунку 10.11.



Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

Рисунок 10.11: Питоме споживання енергії, виражене у кВт-год на м<sup>2</sup> покритої поверхні за період 2013–2015 рр.

Усі заводи повідомили значення питомого споживання енергії нижче 2 кВт-год/м<sup>2</sup>. Істотних відмінностей у питомому споживанні енергії залежно від виду продукції не виявлено.

Основними повідомленими технологіями енергозбереження є:

- видалення повітря та регенерація енергії з процесів сушіння; повідомлене значення показує щорічну економію близько 110 000 євро;
- теплообмінник витяжного повітря в системах вентиляції;
- видалення повітря та регенерація енергії з процесів сушіння;
- витяжка повітря та регенерація енергії із зони охолодження;
- стиснене повітря: ефективність/рівень тиску: використання нижчого рівня тиску та заміна пневматичних систем електричними системами керування;
- зменшена вентиляція повітря під час роботи в холостому режимі або під час технічного обслуговування;
- теплова ізоляція резервуарів та чанів, що містять нагріті рідини;
- регенерація тепла від очищення відхідних газів;
- централізоване очищення відхідних газів за допомогою частотно-регульованих приводів;
- економія тепла окисника в періоди простою;
- оптимізація циклів затвердіння та маси лаку.

### 10.3.2 Викиди

[ 155, TWG 2016 ]

Скорочення, що використовуються для надання даних про викиди для установок для металевої упаковки, надані в Таблиці 10.4

Таблиця 10.4: Скорочення, що використовуються в цій главі

| Скорочення        | Значення   |
|-------------------|--|
| 2-p d c           | Тягнені збірні банки з двох деталей  |
| 2-p w-i c         | Збірні банки з двох деталей зі стоншеними стінками   |
| 3-p аерозольні б. | Аерозольні балони з трьох деталей  |
| 3-p f c           | Збірні контактні банки з трьох деталей для харчових продуктів  |
| 3-p ind. c        | Промислові контейнери з трьох деталей  |
| vs                | Лаковані листи   |
| CC                | На установці реалізується схема скорочення вмісту розчинника відповідно до положень частини 5 Додатка VII до ДПВ |

#### 10.3.2.1 Загальні викиди ЛОС

На Рисунку 10.12 наданий огляд повідомлених даних про загальні викиди ЛОС, виражених у г ЛОС на м<sup>2</sup> покритої/друкованої поверхні для установок, що виробляють різні типи продукції (переважно, тягнені збірні банки з двох деталей, збірні банки з двох деталей зі стоншеними стінками, торці зі сторони кришки та кришки).

Варто зазначити, що на значній частині установок у цьому секторі застосовується схема скорочення вмісту розчинника (CC) відповідно до положень частини 5 Додатка VII до ДПВ.



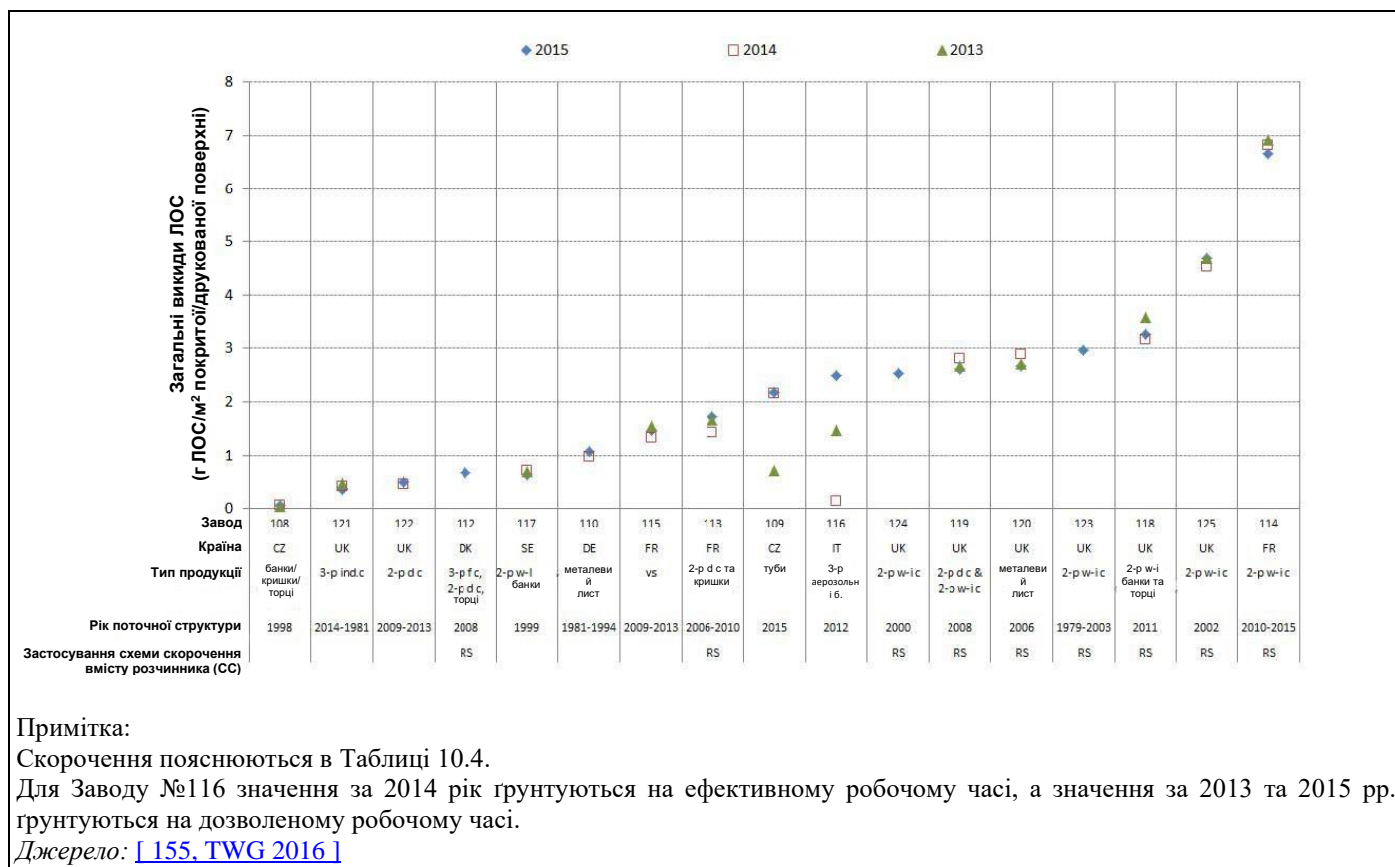


Рисунок 10.12: Загальні викиди ЛОС, виражені в г ЛОС на м<sup>2</sup> покритої/друкованої поверхні за період 2013–2015 рр.

Деякі основні статистичні дані про загальні викиди ЛОС надані в Таблиці 10.5.

Таблиця 10.5: Статистичні параметри загальних викидів ЛОС, виражених у г ЛОС на м<sup>2</sup> покритої/друкованої поверхні за період 2013–2015 рр.

| Параметр         | 2015 | 2014 | 2013 | Середнє значення (2013–2015 рр.) |
|------------------|------|------|------|----------------------------------|
| Середнє значення | 2,15 | 2,00 | 2,27 | 2,07                             |
| Медіана          | 2,18 | 1,38 | 1,61 | 1,61                             |
| 25-й перцентиль  | 0,68 | 0,52 | 0,72 | 0,68                             |
| 75-й перцентиль  | 2,68 | 2,88 | 2,93 | 2,76                             |

Джерело: [155, TWG 2016]

Додаткові анонімні дані (без будь-якої додаткової контекстуальної інформації), повідомлені відповідним сектором промисловості, про загальні викиди ЛОС відповідно до типу продукту та застосованого методу усунення забруднення довілля надані в Таблиці 10.6.

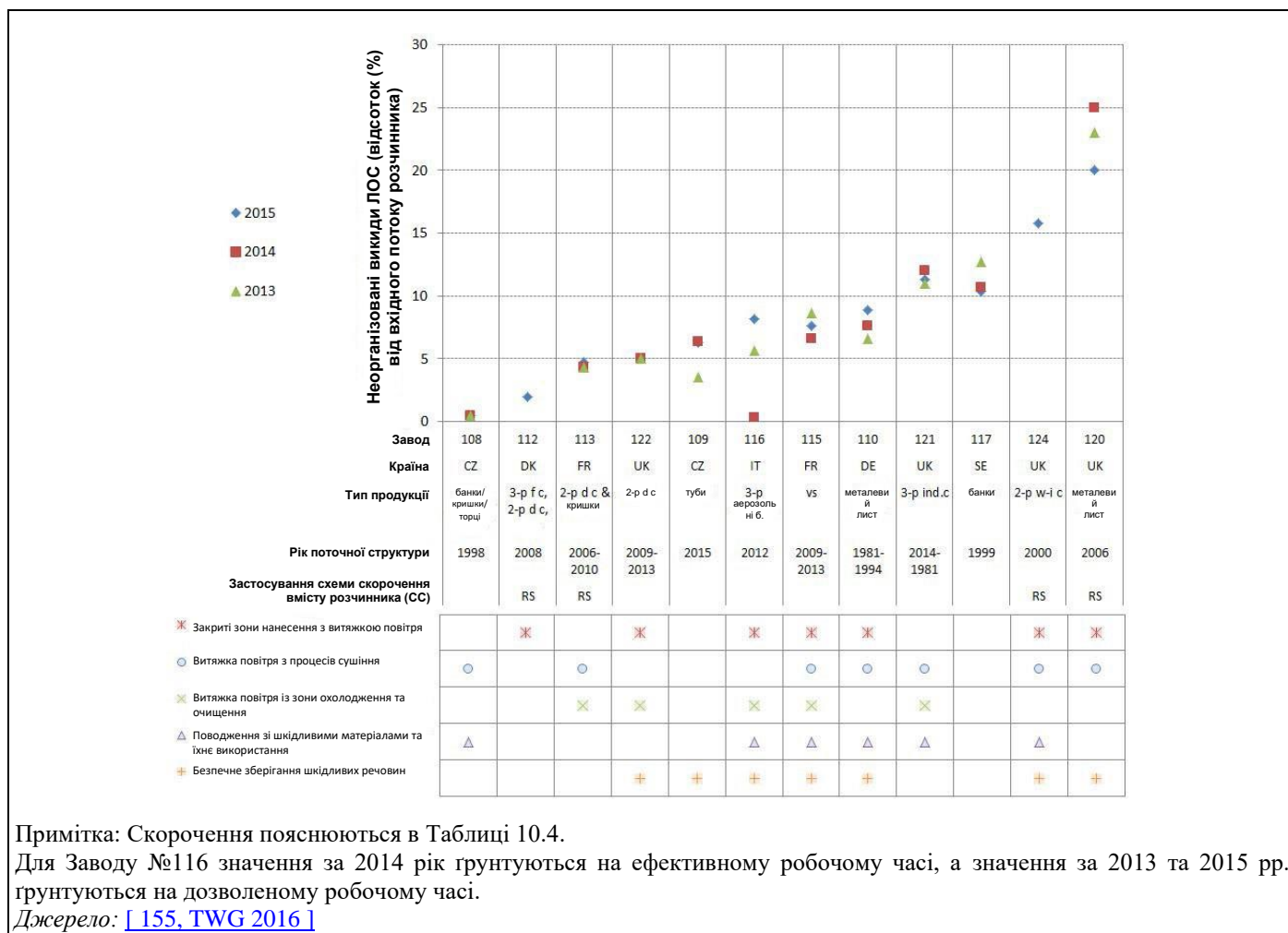
Таблиця 10.6: Загальні значення викидів ЛОС (г ЛОС на м<sup>2</sup> покритої площі), що повідомляються галузю промисловості

| Питомий викид (г ЛОС/покрита площа у м <sup>2</sup> ) | Основа         | Виробництво  | Боротьба з викидами ЛОС                                |
|---|----------------|--|--|
| < 1   | Сталь/Алюміній | <ul style="list-style-type: none"> <li>DWI</li> <li>Нанесення покриття та друк на плоских листах</li> </ul>  | Повна обробка вловлених ЛОС                            |
| 1–3   | Сталь          | <ul style="list-style-type: none"> <li>DWI</li> <li>Виробництво, що передбачає більш ніж одну технологію (покриття та друк на плоскому листі, виробництво збірних банок із трьох частин, виробництво торців, DWI)</li> </ul> | Часткова обробка вловлених ЛОС                         |
| 2–4   | Алюміній       | <ul style="list-style-type: none"> <li>DWI</li> <li>Суцільнолітні вироби</li> </ul>  | Відсутні заходи боротьби з викидами (схема скорочення) |
| 5–10*   | Сталь          | <ul style="list-style-type: none"> <li>DWI</li> <li>Нанесення покриття та друк на плоских листах</li> </ul>  | Відсутні заходи боротьби з викидами (схема скорочення) |

\* Питомі викиди можуть бути вищими в секторах, де потрібні особливі вимоги до складу лаку.  
Джерело: [172, МРЕ 2017]

### 10.3.2.2 Неорганізовані викиди ЛОС

Відхідні гази від друкарських машин, установок для нанесення покриттів і сушильних установок зазвичай видаляються й обробляються в системах регенеративного термічного окиснення. Крім того, застосування технологій, пов'язаних зі зберіганням розчинників та поводженням із ними, а також із запобіганням незапланованих викидів, у більшості випадків призводить до того, що неорганізовані викиди складають менше ніж 12% від вхідного потоку розчинника (див. Рисунок 10.13).



**Рисунок 10.13: Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр.**

Основними повідомленими технологіями обмеження неорганізованих викидів ЛОС є:

- безпечне зберігання розчинників та заходи з попередження незапланованих викидів;
- поведження зі шкідливими матеріалами та їхнє використання;
- видалення повітря з процесів сушіння;
- витяжка повітря із зони охолодження та очищення;
- закриті зони нанесення з витяжкою повітря.

### 10.3.2.3 Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах

Зазвичай досягаються значення викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах нижче  $20 \text{ мг/Нм}^3$ , залежно від джерела викидів (процесу), застосовного методу усунення забруднення довкілля й концентрації (відхідних газів) на вході. Повідомлені рівні викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах, виражені в  $\text{мг С/Нм}^3$ , надані на Рисунку 10.14

Здебільшого повідомлені дані стосуються періодичності моніторингу один раз на рік, кількох випадків моніторингу кожні 6 місяців та одного випадку із періодичністю моніторингу один раз кожні 5 років. Основні статистичні параметри повідомлених даних надані в Таблиці 10.7.

Таблиця 10.7: Статистичні параметри повідомлених даних про викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013-2015 рр.

| Технологія, що застосовується | 2015         |                      |       |      | 2014         |                      |       |      | 2013         |                      |       |      |
|-------------------------------|--------------|----------------------|-------|------|--------------|----------------------|-------|------|--------------|----------------------|-------|------|
|                               | К-ть значень | Середнє значення     | Макс. | Мін. | К-ть значень | Середнє значення     | Макс. | Мін. | К-ть значень | Середнє значення     | Макс. | Мін. |
|                               |              | мг С/Нм <sup>3</sup> |       |      |              | мг С/Нм <sup>3</sup> |       |      |              | мг С/Нм <sup>3</sup> |       |      |
| ТО                            | 22           | 6,1                  | 37,0  | 0,1  | 15           | 10,6                 | 48,0  | 4,5  | 12           | 22,4                 | 180,0 | 1,5  |
| РекТО                         | 2            | 6,4                  | 11,1  | 1,6  | 2            | 2,8                  | 3,5   | 2,1  | НД           | НД                   | НД    | НД   |
| РТО-2                         | 3            | 3,7                  | 6,0   | 0,6  | 1            | 6,0                  | НД    | НД   | 1            | 7,5                  | НД    | НД   |
| ААВ-Ц                         | 2            | 28,6                 | 54,5  | 2,6  | НД           | НД                   | НД    | НД   | НД           | НД                   | НД    | НД   |
| СПФ                           | 1            | 39,0                 | НД    | НД   | 9            | 65,2                 | 522,0 | 2,8  | 1            | 222,0                | НД    | НД   |
| БОВГ                          | 1            | 21,5                 | НД    | НД   | 1            | 21,5                 | НД    | НД   | 1            | 28,0                 | НД    | НД   |
| ІВ                            | НД           | НД                   | НД    | НД   | НД           | НД                   | НД    | НД   | 1            | 466,0                | НД    | НД   |

Примітка:

НД: немає даних. ІВ: Інформація відсутня.

Джерело: [\[155, TWG 2016\]](#)

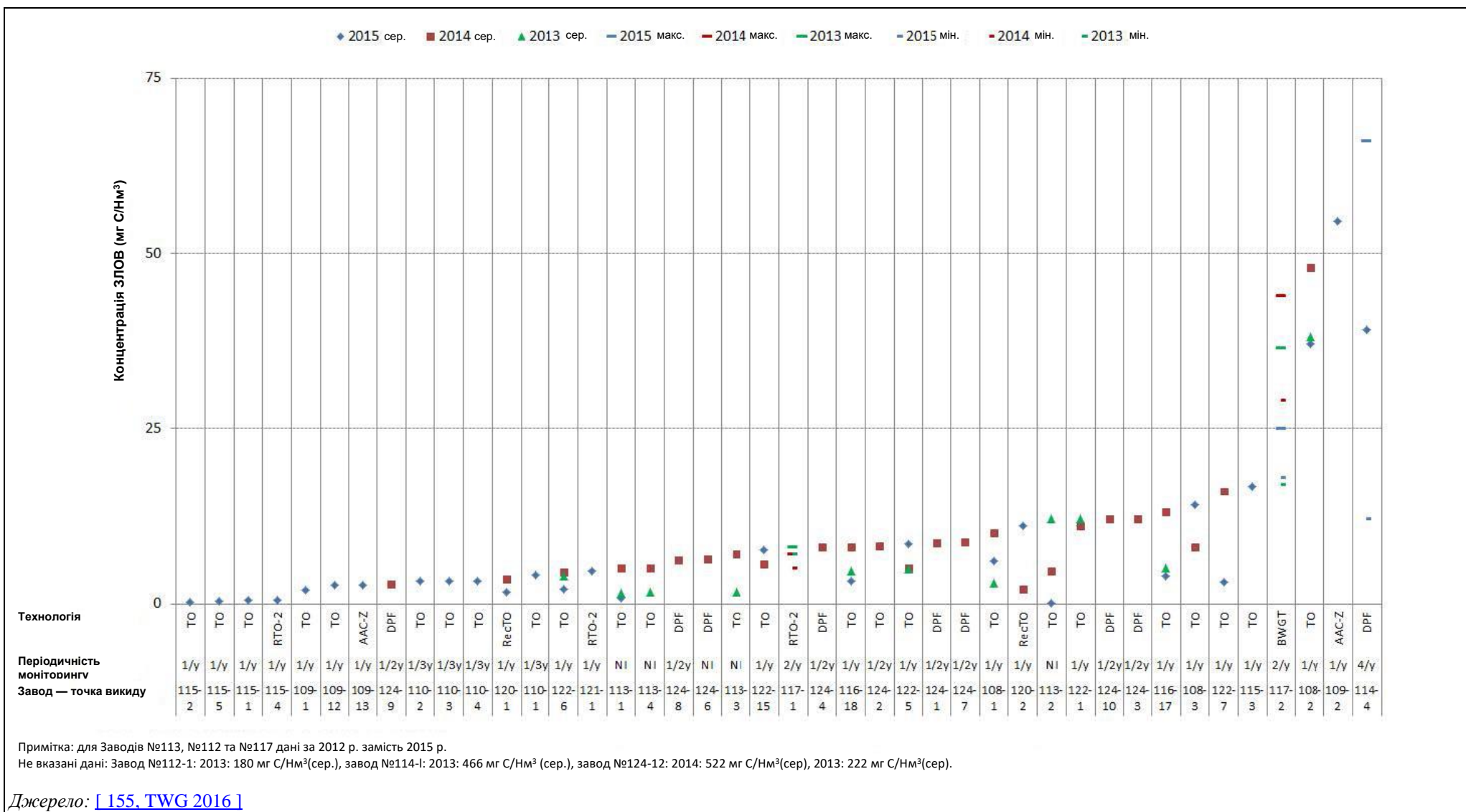


Рисунок 10.14: Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.

### 10.3.2.4 Викиди пилу у відпрацьованих газах

Повідомлені значення викидів пилу у відпрацьованих газах надані на Рисунку 10.15. Повідомлені дані стосуються різних точок викидів лише одного заводу зі зареєстрованою періодичністю моніторингу один раз на 2 роки.

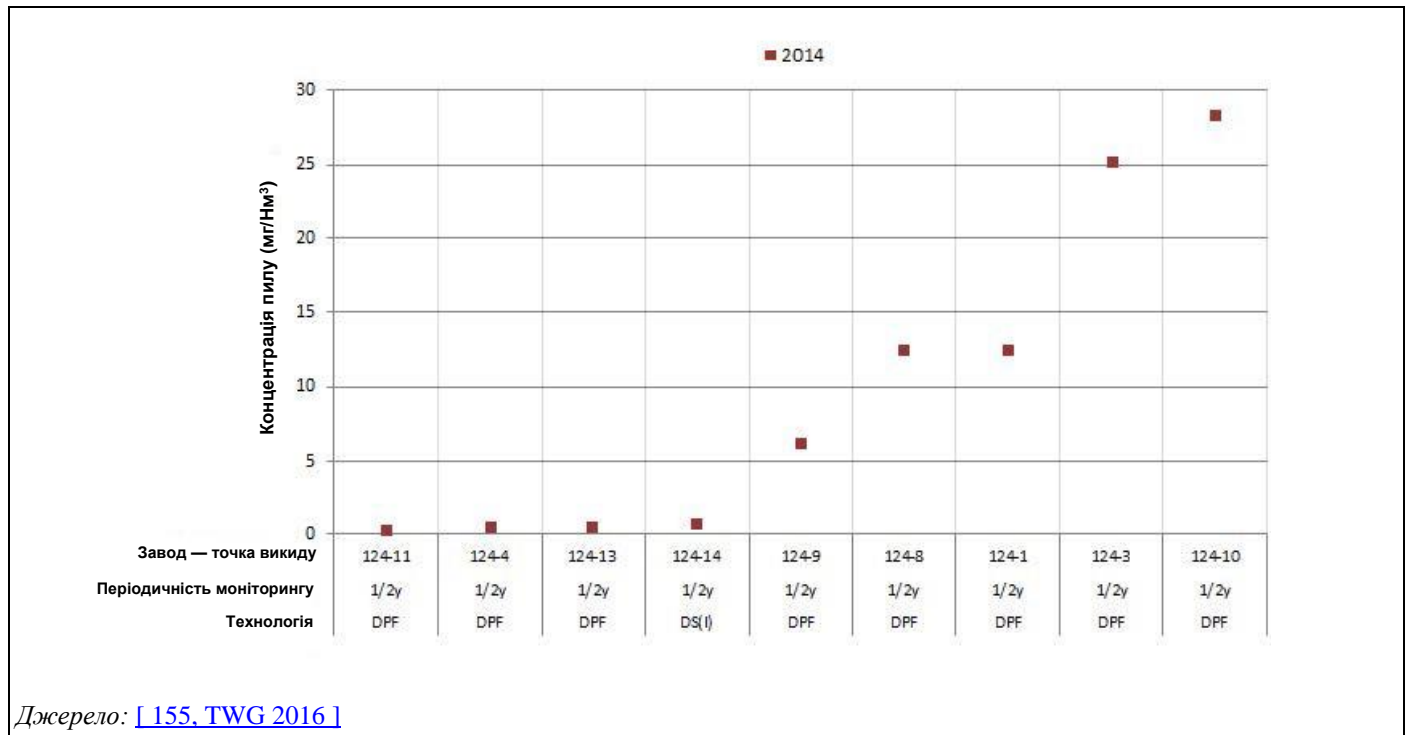
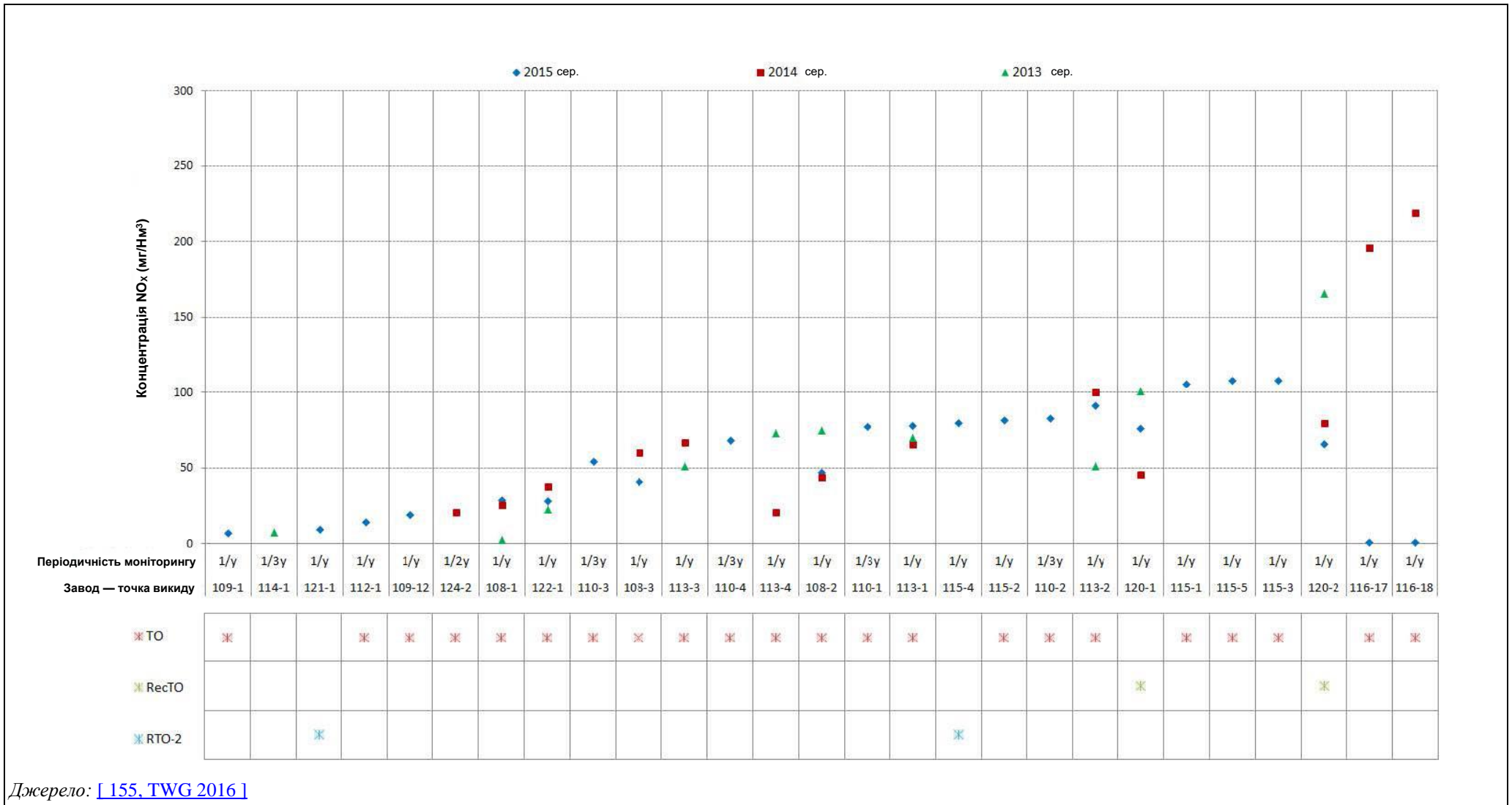


Рисунок 10.15: Викиди пилу у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) – Середні значення за період 2013–2015 рр.

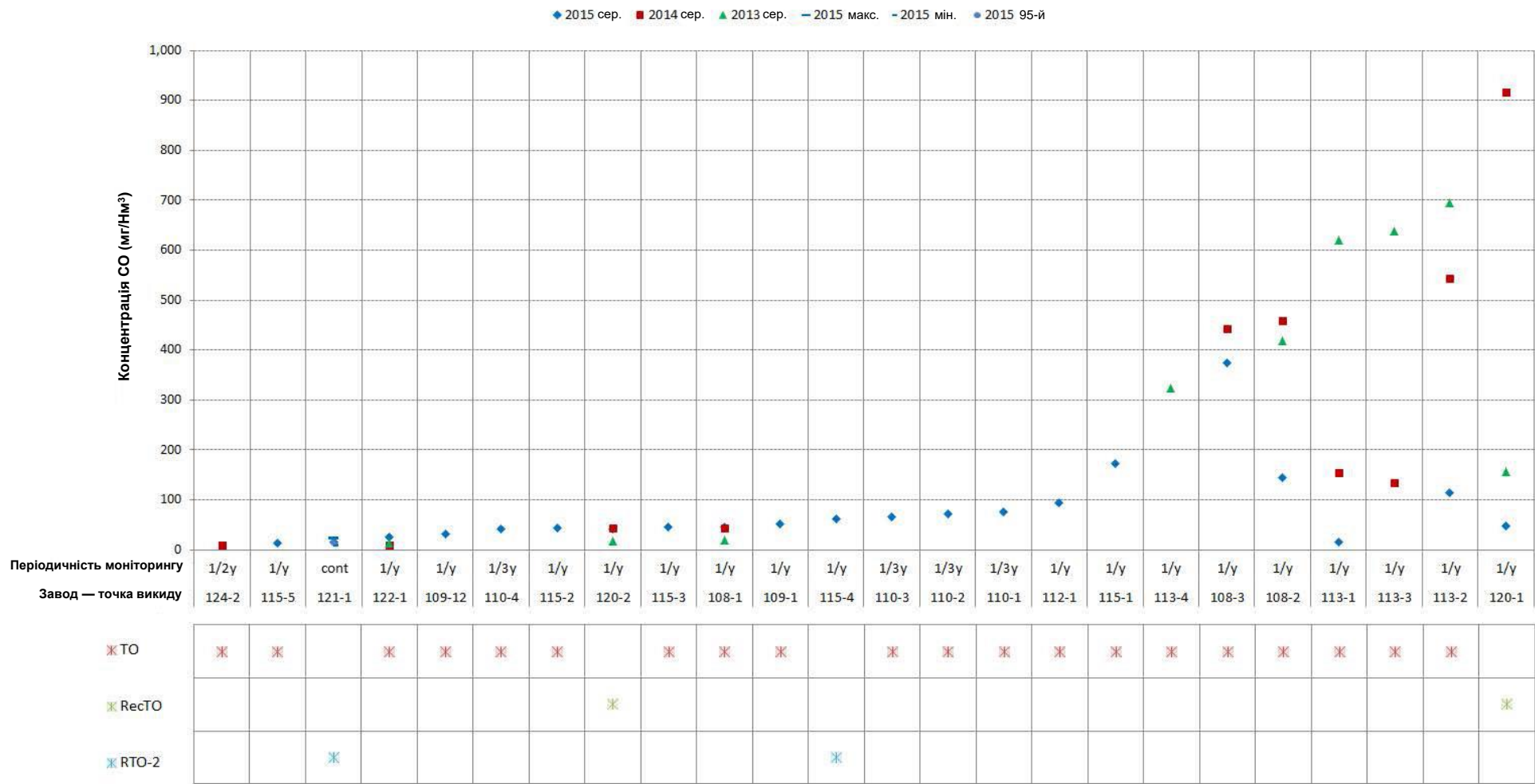
### 10.3.2.5 Викиди NO<sub>x</sub> та CO у відпрацьованих газах

Викиди оксидів азоту (NO<sub>x</sub>) та чадного газу (CO) виникають унаслідок термічного очищення відхідних газів, що містять ЛОС. Повідомлені значення викидів оксиду азоту (NO<sub>x</sub>) та чадного газу (CO) у відпрацьованих газах надані на Рисунку 10.16 та Рисунку 10.17. Повідомлена періодичність моніторингу варіюється від одного разу на рік до одного разу на 3 роки.



Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 10.16: Викиди NOx у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.



Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 10.17: Викиди CO у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.



### 10.3.2.6 Викиди у воду

[ 155, TWG 2016 ]

Дані щодо викидів у відпрацьованих газах були подані тільки для трьох заводів. Два з них скидають їх у каналізаційну систему з подальшим очищенням відпрацьованих вод, а третій скидає безпосередньо в приймальне водоймище після змішування з іншими потоками очищених відпрацьованих вод від інших видів діяльності.

Повідомлені рівні/діапазони концентрацій забруднювальних речовин такі:

- ХСК: 293 мг/л (максимальне значення для щоденного моніторингу, 95-й перцентиль: 191 мг/л прямого скидання);
- TSS: 20 мг/л (максимальне значення для щоденного моніторингу, пряме скидання);
- Zn: 0,02–0,091 мг/л;
- Cr загальний: 0,01075–< 0,046 мг/л;
- F-: 6,1–31 мг/л (максимальні значення для двох заводів, пряме та непряме скидання);
- АОХ: 0,037–0,795 мг/л (максимальні значення для двох заводів, пряме та непряме скидання);
- Al: 0,75 мг/л.

Див. Розділ 10.4.6 про застосовні технології очищення відпрацьованих вод.

### 10.3.2.7 Утворення відходів

[ 155, TWG 2016 ]

#### Утворення відходів від нанесення покриття та друку на збірних банках із двох деталей

Основні повідомлені потоки відходів пов'язані з:

- відходами друкарських фарб, лаків;
- відходами, пов'язаними з діяльністю з очищення, такими як: абсорбенти, фільтрувальні матеріали, тканини для протирання;
- осадами фарби та лаків;
- осадами від очищення відпрацьованих вод;
- порожніми контейнерами та іншою забрудненою упаковкою;
- залишками оливи та відходами мастильного сепаратора.

Повідомлені значення для основних категорій відходів надані в Таблиці 10.8.

**Таблиця 10.8: Повідомлені значення утворення відходів для основних потоків відходів від установок для нанесення покриття на банки з двох деталей**

| Тип відходів  | Кількість утворюваних відходів (г відходів на м <sup>2</sup> покритої поверхні) |
|---|---|
| Осади фарби та лаків  | 0,16  |
| Лаки та мастила   | 0,22  |
| Друкарські фарби, фарби та лаки                             | 0,30  |
| Абсорбенти, фільтрувальні матеріали, тканини для протирання | 0,21–5,1  |
| Інші розчинники та суміші розчинників                       | 0,5–1,8   |
| Порожні контейнери та інша забруднена упаковка;             | 5,4   |
| <i>Джерело:</i> [ 155, TWG 2016 ]                           |   |

## 10.4 ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ ТА ДРУКУ НА МЕТАЛЕВІЙ УПАКОВЦІ

У Главі 17 описані технології, які також можуть бути застосовні для нанесення покриття та друку на металевій упаковці. У Таблиці 10.9 показані загальні технології, що стосуються нанесення покриття та друку на металевій упаковці, що описані в Главі 17. Ці технології не повторюються в цьому розділі, якщо тільки не була надана інформація, що стосується цієї галузі. Опис типу інформації, що розглядається для кожної технології, наведено в Таблиці 17.1.

**Таблиця 10.9:** Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі

| Технологія   | Номер розділу |
|--|---------------|
| Технології екологічного менеджменту                | 17.1          |
| Зберігання та поводження із сировиною              | 17.2          |
| Моніторинг   | 17.3          |
| Використання води та утворення стічних вод         | 17.4          |
| Управління енергоспоживанням та енергоефективність | 17.5          |
| Управління сировиною (у тому числі заміщення)      | 17.6          |
| Процеси та обладнання для нанесення покриття       | 17.7          |
| Технології сушіння та/або затвердіння              | 17.8          |
| Технології очищення                                | 17.9          |
| Видалення та очищення відхідних газів              | 17.10         |
| Технології очищення відпрацьованих вод             | 17.11         |
| Технології управління відходами                    | 17.12         |
| Виділення запахів                                  | 17.13         |

### 10.4.1 Технології на основі матеріалів

#### 10.4.1.1 Системи покриттів та друкарських фарб на водній основі

##### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.2.

##### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів ЛОС.

##### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Витягне повітря від нанесення шляхом розпилення та сушарок зазвичай піддається очищенню. Покриття, що заміщають, переважно доступні для процесів нанесення покриття на тягнені зі стоншеними стінками банки (DWI).

##### Вплив на різні компоненти довкілля

Заміна на системи покриття та друкарських фарб на водній основі означає збільшення споживання енергії (і, отже, викидів CO<sub>2</sub>) для сушарок та термічних окисників. Проте, якщо скорочення викидів ЛОС є достатнім і можна уникнути використання окисника, споживання енергії може бути таким самим або меншим (див. ДД НДТМ для економічних та міжсередовищних наслідків, Додаток 14 щодо друку з матеріалами на водній основі).

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

На алюмінієві банки переважно наносять покриття на водній основі (наприклад, лаки).

##### Приклади заводів

Заводи №123, №116, №118, №119, №113, №117 та №124 (розпилення на внутрішню поверхню, базове покриття) у [\[155, TWG 2016\]](#).

**Довідкова література**

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 29, UKDEFRA 2003 ] [ 34, Germany 2003 ] [ 38, TWG 2004 ]  
 [ 50, COM 2006 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 155, TWG 2016 ]

### **10.4.1.2 Системи покриттів та суміші на водній основі у виробництві металевої упаковки за технологією листового подання**

У цьому розділі надана інформація про збірні банки з трьох деталей, а також про іншу металеву упаковку, яка не є DWI упаковкою.

**Опис**

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.2.

**Технічний опис**

Наступні системи покриття на водній основі/основі розчинника застосовуються до металевої упаковки, як зазначено нижче:

- збірні банки з трьох деталей для харчових продуктів, напоїв, аерозолів та продуктів спеціального призначення;
- збірні банки з трьох деталей зі зварними захисними бічними смугами; на бічну смугу зварних швів можна наносити покриття на водній основі;
- торці, ковпачки, кришки для збірних банок із трьох деталей, банок та пляшок;
- збірні банки з двох деталей, не DWI

**Досягнуті екологічні переваги**

- Скорочення викидів органічних розчинників.
- Зменшення ризиків для здоров'я та безпеки операторів машин для нанесення покриттів через менший вплив розчинників.
- Зниження ризику пожежі та вибуху.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Витяжне повітря з процесу нанесення покриття та сушарок зазвичай піддається очищенню. Системи покриттів на водній основі повинні зберігатися в середовищі, що не замерзає.

**Вплив на різні компоненти довкілля**

- Збільшення частоти очищення машини та часу простою.
- Збільшення кількості осаду у витяжній системі (конденсат та смола). Потрібні печі термічного сушіння.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Суміші на водній основі часто доступні та застосовуються. Нанесення за системою «wet-on-dry» застосовується лише залежно від параметрів якості. Технологія застосовується до металевих компонентів упаковки, ковпачків та кришок.

**Економічні аспекти**

Технологічні насоси та трубопроводи мають бути виготовлені з високоякісної сталі. Через зношення лез скребків збільшуються витрати на технічне обслуговування, а також збільшуються витрати на очищення витяжної системи. Необхідні інвестиції в сушильні печі та високоякісне постачання систем розподільних трубопроводів.

**Стимул до впровадження**

Скорочення викидів ЛОС.

#### **Приклади заводів**

Ardagh, Хогевен, та Ardagh, Девентер, обидва в Нідерландах. Завод №113 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 29, UKDEFRA 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### **10.4.1.3 Нанесення порошкової бічної смуги**

#### **Опис**

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.6.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Відсутність викидів органічних розчинників.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Необхідний електростатичний контроль розпилення.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Вага плівки зазвичай у 10 разів більша, ніж потрібно для рідкої бічної смуги.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ця технологія застосовується у виробництві металевої упаковки за технологією полистового подання для захисту внутрішньою бічною смугою банок для агресивних продуктів заповнення. Порошкові покриття можуть наноситися на зварні шви та називаються «бічними смугами». Порошкові покриття використовуються для захисту бічними смугами зварних банок із трьох деталей.

#### **Економічні аспекти**

Нараховані витрати на порошкові лаки вищі, ніж на рідкі лаки.

#### **Приклади заводів**

Заводи №112 (нанесення порошкової бічної смуги) та №121 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 29, UKDEFRA 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### **10.4.1.4 Покриття, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання (лаки та друкарські фарби)**

#### **Опис**

Див. Розділ 17.7.2.3. Див. також Розділ 10.4.4.1 для отримання інформації про технології затвердіння за допомогою УФ-випромінювання для металевої упаковки.

#### **Технічний опис**

УФ-друкарські фарби наносяться на широкий спектр продуктів: аерозолі, банки для харчових продуктів, контейнери загального призначення, кришки та ковпачки. УФ-лаки також використовуються для аерозолів, банок для харчових продуктів та деяких контейнерів загального призначення.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

- Відсутність викидів органічних розчинників.
- Відсутність печей термічного затвердіння та пов'язаних із ними наслідків у вигляді споживання енергії та викидів.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Необхідно бути обережними у використанні УФ-матеріалів та визначенні їхньої придатності для будь-якого продукту наповнення.

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Виділяється озон.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ця технологія застосовується до збірних банок із трьох деталей, а також іншої металевої упаковки, яка не є DWI упаковкою.

Використання УФ-друкарських фарб для металевої упаковки зросло в галузях, не пов'язаних із харчовими продуктами, і широко застосовується для виробництва металевої упаковки на основі технології полистового подання. УФ-лампи замінює звичайні печі термічного сушіння. Застосування УФ-лаку дуже обмежене стандартами, пов'язаними з гнучкістю та стійкістю до стирання.

**Приклади заводів**

Заводи №112, №121, №122, №123, №116, №118, №119, №114, №120 (для друку використовувалися тільки друкарські фарби, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання), №117 та №124 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

**Довідкова література**

[\[ 29, UKDEFRA 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

**10.4.2 Нанесення покриттів та друкарських фарб****10.4.2.1 Валкове нанесення****Опис**

Покриття наноситься гумовим валком, що обертається, на плоску (лист або рулон) або циліндричну (банки) основу. Товщину покриття можна регулювати зміною тиску між валком та основою. У виробництві металевої валкові пристрої для нанесення покриттів використовуються для листів, покритих з обох сторін за різні проходження, для банок для напоїв та зовнішньої сторони суцільнолитих аерозольних балонів (див. також Розділ 17.7.3.1).

**Технічний опис**

Конвеєр сталевих валків подає матеріал на гумовий валок із покриттям. Вага вологої плівки до 30–35 мкм може бути досягнута, коли гумові валки обертаються в тому ж напрямку, що й лист. Наразі гумовий валок також живиться одним сталевим валком анілоксового типу (комірчаста структура) у поєднанні з ракемем. Для нанесення за технологією полистового подання також потрібен сталевий опірний валок під основою. Нанесення на листи також означає утворення зазору між листами, що спричиняє забруднення опорного валка, яке необхідно видалити за допомогою системи скребкового леза.

У випадку нанесення за технологією полистового подання можна наносити тільки лаки з певною в'язкістю на відміну від нанесення реверсивним валком, що використовується для нанесення на рулонний метал. Валкові пристрої для нанесення покриттів зазвичай поєднані з етапом затвердіння, оскільки листи розташовуються нерівномірно, і тому вони поєднуються з етапом затвердіння в термічній печі та/або УФ-затвердіння.

Нанесення покриття на циліндричні поверхні вимагає високої швидкості обертання валка-аплікатора, що призводить до розбризкування вологого лаку. Як наслідок, необхідне часте очищення машини. Металеві частини валкового пристрою для нанесення покриттів, що контактують із покриттям, очищають в очисній машині, що працює на воді з мийними засобами. Гумові валки очищаються вручну м'яким розчинником.

Найчастіше використовуваними матеріалами є гума на основі EPDM (потрійного сополімеру етилен-пропілен-дієну), бутилкаучук та PU. Вибір залежить від багатьох факторів.

**Досягнуті екологічні переваги**

Впровадження анілоксових валків знижує кількість лаку, що наноситься, завдяки кращій рентабельності виробництва і можливості точкового нанесення покриття.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Ефективність майже 100%. Пристрої для нанесення покриттів зазвичай обладнані витяжною системою для мінімізації викидів ЛОС із міркувань охорони праці та техніки безпеки. Усі розчинники видаляються в печі й потім можуть бути оброблені.

Покриття, що використовуються, можуть бути розведені для досягнення належної в'язкості; проте дедалі більше покриттів є готовими до використання.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Розчинники використовуються для очищення валкового пристрою для нанесення покриттів. Але наразі для частин пристрою для нанесення покриттів, що контактують з покриттям, часто використовується очисна машина.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Валкові пристрої для нанесення покриттів на металеву упаковку можна використовувати для всіх типів покриттів, у тому числі для покриття на водній основі та УФ-покриття.

У деяких випадках для покращення плинності покриття на основі використовується система анілоксових валків. Крім того, попередня обробка поверхні можлива, коли вона відбувається між подавальним валком і валковим пристроєм для нанесення покриття на лінії (наприклад, обробка полум'ям).

### **Економічні аспекти**

Валковий пристрій для нанесення покриттів не є автономним обладнанням, а є частиною лінії, що має піч та обладнання для транспортування листів або банок через піч та валковий пристрій для нанесення покриттів.

Необхідне додаткове технологічне обладнання; тому така лінія є дорогою.

### **Стимул до впровадження**

Технологія має майже 100% ефективність нанесення покриття на листи. У більшості випадків необхідна вага плівки досягається за одне проходження. Крім того, вона забезпечує гнучкість, оскільки може застосовуватися будь-який тип лаку, необхідний для операцій із нанесення на вироби з трьох деталей. Нанесення покриття на торці можливе завдяки точковому нанесенню покриття, а у випадку нанесення на корпус краї зварювання можуть бути оброблені на листі за допомогою валкового пристрою для нанесення покриття.

### **Приклади заводів**

Заводи №121, №112, №108, №122, №123, №118, №119, №114, №120, №117 та №124 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### **Довідкова література**

[\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 189, MPE 2017 \]](#)

## **10.4.2.2 Електростатичне повітряне або безповітряне розпилення**

### **Опис**

Загальний опис див. у Розділі 17.7.3.12.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Ефективність нанесення для внутрішнього розпилення коливається від 93% до 97% для виробництва збірних банок DWI з двох деталей.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Надлишок розпилення зазвичай відокремлюють за допомогою систем сухих фільтрів. Надлишок розпилення покриття не використовується повторно й не переробляється.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Утворення відходів у разі застосування сухого фільтрування.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Розпилення стисненим повітрям зазвичай застосовується для нанесення внутрішнього покриття у виробництві збірних банок DWI з двох деталей та у виробництві металевої упаковки на основі технології полистового подання.

**Економічні аспекти**

Мінімізація використання лаку з допомогою цільового нанесення.

**Стимул до впровадження**

Екологічні переваги та економічні причини.

**Приклади заводів**

Завод №108 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

**Довідкова література**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 29, UKDEFRA 2003 \]](#) [\[ 34, Germany 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#)  
[\[ 155, TWG 2016 \]](#)

**10.4.2.3 Комбіноване безповітряно-повітряне розпилення.****Опис**

Загальний опис див. у Розділі 17.7.3.8. Бічні смуги можна наносити за допомогою комбінованих повітряно-безповітряних фарборозпилювачів. Для нанесення внутрішнього покриття зазвичай використовується комбіноване безповітряно-повітряне розпилення (електричне).

**Досягнуті екологічні переваги**

Ефективність нанесення для внутрішнього розпилення становить 90% у виробництві збірних банок DWI з двох деталей. Споживання лаку мінімізується з допомогою цільового нанесення.

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Утворення відходів у разі застосування сухого фільтрування.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Надлишок розпилення зазвичай вловлюється за допомогою систем сухих фільтрів. Надлишок розпилення покриття не використовується повторно й не переробляється.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Безповітряне розпилення зазвичай застосовується для нанесення внутрішнього покриття на збірні банки DWI з двох деталей та на металеву упаковку на основі технології полистового подання.

**Економічні аспекти**

Висока ефективність нанесення та менше використання сировини, див. розділ «Стимул до впровадження» нижче.

**Стимул до впровадження**

Ця технологія знижує викиди в повітря та є економічно ефективною.

**Приклади заводів**

Заводи №123 та №124 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

**Довідкова література**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 29, UKDEFRA 2003 \]](#) [\[ 34, Germany 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#)  
[\[ 155, TWG 2016 \]](#)

#### 10.4.2.4 Рідка бічна смуга

У цьому розділі надана інформація тільки про збірні банки з трьох деталей.

##### Опис

Лакова бічна смуга наноситься на зовнішню та внутрішню зону зварного шва циліндра банки. Вага плівки для типової банки становить приблизно 0,02 г/банку, а тип лаку обирається відповідно до агресивного характеру продуктів, якими заповнюється банка. Матеріали на водній основі доступні для вибіркового продуктів після того проходження тривалих відбіркового випробувань упаковки (див. приклади заводів нижче).

##### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів ЛОС.

##### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

- Лаки на водній основі можна використовувати зі стандартним обладнанням для нанесення бічних стрічок.
- Зменшення ризиків для здоров'я та безпеки операторів машин для нанесення покриттів через менший вплив розчинників.
- Зниження ризику пожежі та вибуху.

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Матеріали на водній основі не придатні для нанесення внутрішніх бічних стрічок на банки для агресивних продуктів.

##### Економічні аспекти

Витрати на технології на водній основі та на основі розчинника приблизно однакові.

##### Приклади заводів

Заводи №112 (проект із заміщення лаку на основі розчинника на лак на водній основі), №121, №116 (на водній основі) та №120 в [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

##### Довідкова література

[\[ 29, UKDEFRA 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

#### 10.4.2.5 Нанесення покриття поливанням

##### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.7.3.4.

##### Технічний опис

Ця технологія нанесення покриття, яка використовується для зовнішнього антикорозійного захисту банок DWI для харчових продуктів, де потрібне просте (не оздоблювальне) захисне покриття. Покриття зазвичай також містить мастило для полегшення рухливості банки під час подальшого виготовлення та заповнення. Покриття наноситься шляхом проходження попередньо очищених і промитих перевернутих (дном догори) банок разом на широкій конвеєрній стрічці під одним або декількома водоспадами або завісами розведеного «поливного покриття» на водній основі. Надлишок мокрому покриття стікає з банок у систему уловлювання й рециркуляції, потім банка одразу надходить у піч для випаровування рідкого носія й затвердіння твердих частинок, що залишилися, у захисну плівку. Установка для нанесення покриття поливанням зазвичай будується як невіддільна частина загальної установки для очищення, промивання й сушіння банок. Безперервне потрапляння деіонізованої води на банку в результаті попереднього процесу промивання банки розбавляє поливне покриття в системі, що повторно концентрується шляхом ультрафільтрації та/або періодичного додавання концентрованого поливного покриття. Поливне покриття є переважно покриттями на водній основі, але з невеликим вмістом ЛОС для полегшення змочування поверхні банки.

##### Досягнуті екологічні переваги

Використання матеріалів покриття на водній основі мінімізує вміст розчинника.



**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Коли банки не мають бути оздоблені, як зазвичай банки для харчових продуктів, на перевернуту банку наноситься прозоре зовнішнє захисне покриття за допомогою установки для нанесення покриття поливанням. Системи нанесення покриття поливанням мають установку уловлювання та рециркуляції замкнутого циклу.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Технологія забезпечує банки для харчових продуктів зовнішнім захистом. Застосовується у виробництві збірної тягнутої банки з двох деталей зі стоншеними стінками (DWI).

**Економічні аспекти**

Оптимізація використання матеріалів.

**Стимул до впровадження**

Вартість та екологічні переваги.

**Довідкова література**

[ 29, UKDEFRA 2003 ] [ 38, TWG 2004 ]

**10.4.3 Друк****10.4.3.1 Літографський друк (офсетний друк зі зволоженням) для технології листового подання**

У цьому розділі надана інформація про збірні банки з трьох деталей, а також про іншу металеву упаковку, яка не є DWI упаковкою.

**Опис**

Загальний опис див. у Розділі 10.2. Сучасні літографські друкарські машини здатні працювати зі швидкістю понад 6000 листів на годину. Кількість кольорів друку, що використовуються, залежить від дизайну, наприклад:

- контейнери для сухого молока можуть мати 10/11 кольорів;
- рекламні металеві контейнери можуть мати 13/14 кольорів.

**Досягнуті екологічні переваги**

Друкарські фарби, що використовуються для процесів літографського друку, зазвичай містять менше ніж 10% органічного розчинника, що призводить до низьких викидів ЛОС.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Лінії друку складаються з від однієї до шести секцій друку й можуть послідовно наносити від одного до шести кольорів. Деякі дизайни реалізуються за допомогою чотирикільрного технологічного набору, а інші – за допомогою набору для шестикільрного друку. Проте, велика кількість дизайнів досі створюється з використанням плашкових кольорів (тобто кольору друкарської фарби, підбраного до певного відтінку, щоб відповідати вимогам дизайну).

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Органічні розчинники зазвичай диспергуються безпосередньо в повітрі із сушильних печей.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Поширена технологія, що використовується в галузі друку на упаковці із плоского листового металу.

**Приклади заводів**

Технологія широко застосовується. Заводи №112 (друкарські фарби, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання), №121 та №120 (лінії для нанесення покриттів на плоскі листи) у [ 155, TWG 2016 ].

**Довідкова література**

[ 29, UKDEFRA 2003 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 155, TWG 2016 ]

### 10.4.3.2 Літографський друк без зволоження

#### Опис

Див. також Розділ 11.4.2.3.

Офсетний друк без зволоження – це технологія офсетного друку, у якому не використовується розділення води та оливи для забезпечення покриття друкарською фарбою лише частини форми, що несуть зображення: розділення досягається за допомогою спеціальних форм та друкарських фарб. У процесі нормального офсетного друку друкарська форма гідрофобна в місцях перенесення зображення та гідрофільна в інших місцях. Вода використовується для того, щоб олійна друкарська фарба не прилипла до частин, що не несуть зображення. У процесі офсетного друку без зволоження частини, що не несуть зображення, мають покриття, що забезпечує той самий ефект. Вода не потрібна.

#### Досягнуті екологічні переваги

Ця технологія забезпечує економію ресурсів та сировини, а викиди від зволожувальних розчинів виключаються. Скорочується час налаштування для зміни оздоблення. Щоб зменшити споживання матеріалу для зовнішнього лаку, можна друкувати на банці безпосередньо за допомогою офсетного друку, а потім покривати тонким шаром лаку (прозорого шару покриття) для захисту друку.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Необхідне додаткове споживання енергії на охолодження установки.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Цей процес зазвичай використовується, коли друк на продукті неможливий, наприклад, на круглих поверхнях; прикладами є банки для напоїв, ковпачки та екструдовані алюмінієві туби. Цю технологію можна застосовувати для окремих металевих пакувальних виробів. На нових установках для нанесення друкарської фарби використовуються гравіювальні валки.

#### Економічні аспекти

На охолодження друкарської машини передбачені додаткові витрати. Для наявних установок інвестиційні витрати є значними.

#### Стимул до впровадження

Зменшення використання хімічних речовин покращує охорону праці на робочому місці.

#### Довідкова література

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 29, UKDEFRA 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#)

### 10.4.3.3 Офсетна літографія без зволоження для виробництва екструдованих алюмінієвих туб

#### Опис

Див. також Розділ 10.4.3.2. Затверділе базове покриття забезпечує основу для наступного друкованого зображення, яке наноситься багатоколірним оздоблювальним пристроєм методом офсетного друку без зволоження.

#### Досягнуті екологічні переваги

Ця технологія забезпечує економію ресурсів та сировини, а викиди від зволожувальних розчинів виключаються.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Друкарські фарби вручну наносяться на резервуарні валки, а точна система валиків чітко вимірює кожен колір окремо для валка-аплікатора. Зазвичай в оздоблювальному пристрої є система витяжки диму, який спрямовується в повітря після того, як проходить через лужний скруббер.

#### Довідкова література

[\[ 29, UKDEFRA 2003 \]](#)

## 10.4.4 Затвердіння

### 10.4.4.1 Затвердіння покриттів для металевої упаковки за допомогою УФ-випромінювання

#### Опис

УФ-затвердіння — це процес, у якому ультрафіолетове випромінювання використовується для ініціювання фотохімічної реакції, що призводить до утворення зшивання та полімеризації між смолами. Див. також Розділ 17.8.5.4.

#### Технічний опис

УФ-затвердіння можна використовувати для друку та нанесення покриттів у галузі виробництва металевої упаковки. Його основна галузь застосування — для зовнішньої поверхні банок, оскільки існують обмеження щодо контакту з харчовими продуктами. Це низькотемпературний процес без використання розчинників. Низькомолекулярні смоли/мономери з низьким рівнем в'язкості починають швидко хімічну реакцію/зшивання. Ця реакція ініціюється утворенням активних продуктів розщеплення так званих фотоініціаторів. Цей процес розщеплення запускається, якщо фотоініціатор контактує з УФ-випромінюванням певної частоти. Для різних типів покриттів потрібні різні фотоініціатори. УФ-випромінювання генерується за допомогою ртутних ламп, типи використовуваних ламп залежать від кінцевого застосування і відповідного фотоініціатора. Кінцевим застосуванням є переважно пласкі листи, за винятком УФ-покриття обода основи банки для напоїв. Хоча процес не вимагає використання розчинників, витяжка все одно необхідна через утворення озону й необхідність уникнути можливих проблем із запахами, спричиненими мономерами. Продукти розщеплення фотоініціатора теоретично зв'язані з головним ланцюгом утворюваного полімеру.

#### Досягнуті екологічні переваги

Для УФ-затвердіння використовуються лаки/друкарські фарби, які не містять розчинників (див. Розділ 17.7.2.3). У комбінації з меншою кількістю енергії, у порівнянні з термореактивними лаками, для яких потрібна тривала термічна обробка в печі, також виключаються викиди CO<sub>2</sub>.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Системи УФ-затвердіння часто поєднані з валковими пристроями для нанесення покриттів, які зазвичай використовуються у виробництві металевої упаковки. Проте, також можна зустріти комбінації застосування УФ-затвердіння та звичайних газових печей. Системи УФ-затвердіння також потребують менше місця. УФ-лаки та УФ-друкарські фарби мають обмежені характеристики адгезії до металу й тому не можуть використовуватись у деяких випадках.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Відхідні гази від нанесення та затвердіння УФ-покриттів досі необхідно видаляти з міркувань охорони праці та техніки безпеки через утворення озону.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

УФ-затвердіння наразі обмежено зовнішньою поверхнею банок через обмеження, пов'язані із законодавством щодо контакту з харчовими продуктами. Крім того, пряме нанесення на електролітичну жерсть є складнішим через обмежену адгезію. Нові технології з УФ-смолами, як-от катіонне затвердіння, мають менше обмежень щодо запаху й будуть мати більше можливих кінцевих галузей застосувань, ніж старі технології. Розробляються нові типи джерел УФ-випромінювання, такі як УФ-світлодіоди, з меншим споживанням енергії, більш тривалим строком експлуатації та кращим контролем затвердіння. Проте вузький діапазон частот світлодіодів вимагає модифікації лаку у випадку переходу з ртутних ламп на світлодіоди. Зараз немає доступних УФ-лаків, які придатні для високошвидкісних валкових пристроїв для нанесення покриттів на банки DWI.

#### Економічні аспекти

Витрати значною мірою залежать від того, чи встановлено обладнання для УФ-затвердіння на наявній лінії або новій лінії.

#### Стимул до впровадження

Нижче споживання енергії, нижчі рівні викидів та, а в типових випадках – економічні причини.

#### **Приклади заводів**

Заводи №112, №121, №122, №123, №116, №118, №119, №114 та №120 (для друку використовувалися тільки друкарські фарби, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання), №117, №124 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 189, MPE 2017 \]](#)

### **10.4.5 Видалення та очищення відхідних газів**

Доступні технології видалення відхідних газів та мінімізації неорганізованих викидів описані в Розділі 17.10.2.

Широко застосовується витяжка та очищення повітря з точки нанесення покриття та печей для сушіння/затвердіння.

Широко застосовуються такі технології з очищення відхідних газів:

- окиснення: рекуперативне та регенеративне окиснення, див. Розділ 17.10.5;
- адсорбція з використанням активованого вугілля або цеолітів, див. Розділ 17.10.6.2;
- сухе скруберне очищення, див. Розділ 17.10.6.3;
- біологічне очищення відхідних газів, див. Розділ 17.10.7.

#### **Приклади заводів**

Широко застосовується. Для отримання детальної інформації див. Розділ 10.3.2.3.

### **10.4.6 Очищення відпрацьованих вод**

Загальний опис технологій очищення відпрацьованих вод див. у Розділі 17.11.

#### **10.4.6.1 Коагуляція та флотація**

Загальний опис див. у Розділі 17.11.4.1. Ця технологія широко застосовується до відпрацьованих вод, що утворюються від очищення банок. Вона використовується для банок DWI. Для виробництва сталевих банок повідомлялося про концентрацію олова під час скидання від 2 мг/л до максимум 4 мг/л.

#### **Приклади заводів**

Заводи №114 та №117 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

#### **10.4.6.2 Седиментація**

Загальний опис див. у Розділі 17.11.4.2.

#### **Приклади заводів**

Заводи №114 та №117 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### **10.4.6.3 Нейтралізація**

Загальний опис див. у Розділі 17.11.1.1.

**Приклади заводів**

Заводи №114 та №117 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

**10.4.6.4 Фільтрування (ультра- і нанофільтрування та зворотний осмос)**

Загальний опис див. у Розділі 17.11.4.3. Ця технологія може бути застосована до відпрацьованих вод, що утворюються в результаті процесів попередньої обробки таких галузей промисловості:

- виробництво збірної тягнутої банки з двох деталей зі стоншеними стінками (DWI);
- виробництво металевої упаковки за технологією полистового подання;
- виробництво екструдованих алюмінієвих труб.

**Приклади заводів**

Заводи №114 та №117 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

**10.4.6.5 Іонний обмін**

Загальний опис див. у Розділі 17.11.2.5. Ця технологія може застосовуватися як водозберігальний процес для зменшення обсягу відпрацьованих вод.

---

---

## 11 РУЛОННИЙ ОФСЕТНИЙ ДРУК ІЗ ТЕМПЕРАТУРНИМ ЗАКРІПЛЕННЯМ

### 11.1 Загальна інформація про рулонний офсетний друк із температурним закріпленням

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)

Офсетний друк – це процес друку з використанням носія зображення, у якому друкувальна та пробільна зони розташовані в одній площині. Пробільна зона обробляється для притягування води і, у такий спосіб, відштовхування жирної друкарської фарби. Друкувальна зона обробляється для приймання та передавання друкарської фарби на циліндр із гумовим покриттям, а з нього — на поверхню для друку. Температурне закріплення означає процес офсетного друку, у якому випаровування відбувається в печі, де для нагрівання друкованого матеріалу використовується гаряче повітря. Більшість фарб для офсетного друку висихають не через випаровування, а через окиснення або поглинання папером. Винятком є друкарські фарби з температурним закріпленням. Це унікальна фарба для офсетного друку, що висихають переважно шляхом випаровування.

Викиди в повітря виникають переважно через органічні розчинники, що містяться в друкарській фарбі. Розчинники, що використовуються в очисних та зволожувальних розчинах (зазвичай ізопропанол), також є важливими джерелами викидів ЛОС. Розчинники, які виділяються з друкарських фарб у результаті випаровування, можуть скидатися без обробки або бути знищені шляхом термічного окиснення. Технології очищення варіюються від протирання обладнання тканиною, просоченою розчинником, до використання закритих очисних установок, призначених для переробки розчинників.

## 11.2 Прикладні процеси та технології для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 78, TWG 2005 ]

Офсетний друк — це технологія плаского друку, тобто коли друкувальні зони та пробільні зони розташовані в одній площині з носієм зображення. Пробільні зони, захищені від друкарської фарби, оскільки вони відштовхують друкарську фарбу, тоді як друкувальні зони сприйнятливі до друкарської фарби. Це досягається внаслідок того, що фарба для офсетного друку виготовлена на олійній основі, а пробільні зони підтримуються чистими за допомогою води або розчинів на водній основі, оскільки вода та олива відштовхують один одного. Добавками до води зазвичай є ізопропіловий спирт (ІПС) або замітники ізопропілового спирту/розріджувачі тощо. Проте можливий і друк без зволоження форми, коли пробільні зони захищені від друкарської фарби через фарбовідштовхувальне покриття [ 3, IMPEL 2000 ] [ 8, Nordic Council of Ministers 1998 ] [ 38, TWG 2004 ].

Офсетний друк зараз є найбільш широко використовуваним процесом друку для широкого спектра продуктів, як-от книги, газети, канцелярські вироби, гофрований картон, плакати тощо<sup>34</sup>, завдяки своїй універсальності, швидкості, якості та економічності, досягнутим завдяки низці розробок для друкарських форм та продовження строку їхньої експлуатації, покращеним матеріалам, що дають можливість підвищити якість та зручність використання для фотонабору.

Офсетні друкарські машини бувають різних розмірів: від маленької офсетної листової друкарської машини, яка друкує формат А3, великої друкарської листової машини розміром 1200 мм x 1600 мм або більше, що працює з великою кількістю кольорів одночасно, до великих рулонних друкарських машин, що друкують на папері два метри завширшки на дуже високих швидкостях. Універсальність процесу дає змогу виробляти дуже широкий спектр друкованої продукції [ 38, TWG 2004 ].

Сучасні рулонні друкарські машини складаються з восьми блоків, що дає змогу друкувати не лише у восьми кольорах на одній стороні основи, але і друкувати в чотирьох кольорах на кожній стороні за одне проходження. Сучасні друкарські машини також створені для задоволення зростаючого попиту на автоматизацію, а нові друкарські машини оснащені автоматичними системами очищення форм, офсетних полотен і друкарських циліндрів, автоматичними системами зміни форм тощо [ 8, Nordic Council of Ministers 1998 ] [ 38, TWG 2004 ].

Залежно від виду процесу друку, основи або друкованої продукції процес офсетного друку додатково поділяється на підпроцеси [ 3, IMPEL 2000 ] [ 38, TWG 2004 ]:

- листовий офсетний друк;
- рулонний офсетний друк із температурним закріпленням;
- офсетний друк холодного затвердіння;

Фарби для офсетного друку, що використовуються в листовому та офсетному друку холодного затвердіння, висихають внаслідок поглинання папером та окиснення. Особливо на глянцевому папері поглинання відбувається надто повільно для сучасних швидких друкарських машин. Тому сучасні високошвидкісні рулонні офсетні друкарські машини, що друкують на папері, що не адсорбує, обладнані системами примусового сушіння гарячим повітрям; ці процеси офсетного друку називаються «температурним закріпленням».

### Зволожувальний апарат

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 212, TWG 2018 ]

Завдання зволожувального апарата в офсетній друкарській машині полягає в тому, щоб змочувати поверхню друкарської форми рівномірною плівкою вологи під час друку, щоб під час подальшого нанесення друкарської фарби вона прилипла до форми лише в друкувальних зонах.

<sup>34</sup> <https://www.prepressure.com/printing/processes> (2019)



Апарати зволоження тонкою плівкою набули найбільшого поширення. Вони наносять тонкий шар зволожувального розчину на друкарську форму за допомогою кількох валків, які розподіляють рідину контрольованим та послідовним чином.

Ця конструкція зволожувального апарату працює або з водою, або у багатьох випадках — з розчином води та ізопропанолу (ізопропіловий спирт — ІПС) (або в деяких випадках — з етанолом; зверніть увагу, що етанол має вищий озонотворювальний потенціал, OFP (ozone formation potential)) та використовує технологічно вигідні (щодо друку) властивості ІПС. Кислотні зволожувальні розчини на основі ІПС (з рН зазвичай від 4 до 5,5) посилюють дію зниження сприйнятливості в пробільних зонах і зберігають гідрофільні властивості. Іншими часто використовуваними добавками є гуміарабік, інгібітори корозії, змочувальні засоби, стимулятори сушіння, фунгіциди, антивспінювачі тощо [ [8. Nordic Council of Ministers 1998](#) ].

ІПС має менший поверхневий натяг, ніж вода, і, отже, має здатність ефективніше змочувати друкарську форму. Процес складний, але емпірично загальноновизнано, що на друкарську форму може бути нанесена тонша плівка зволожувального розчину, що забезпечує більший контроль, особливо у випадку завдань на друк високої якості. Час налаштування може бути скорочений, тому витрачається менше паперу. Друк може бути чіткішим, а менша кількість води на друкарській формі означає менше проблем із розтягненням паперу.

Ступінь використання ІПС варіюється від країни до країни, а також залежно від марки та моделі друкарської машини, типу паперу та складності завдання. Оскільки ІПС випаровується швидше за воду, циркуляційні установки для зволожувального розчину та дозування ІПС або етанолу в багатьох випадках забезпечені охолоджувальною установкою для зменшення випаровування. Зволожувальний розчин безперервно перекачується до друкарської машини, а надлишки повертаються до контейнера через перелив. Здійснюється безперервне вимірювання концентрації ІПС у контейнері. ІПС автоматично додається, коли концентрація зменшується.

В останнє десятиліття використання ІПС було значно скорочено та/або замінено зволожувальними розчинами, що не містять ІПС. Наприклад, у Німеччині вміст ІПС у зволожувальному розчині було знижено до < 8% мас. у період із 2001 до 2007 р. та до < 5% у 2013 р. відповідно до німецького 31 BimSchV [DE коментар №210 у [212. TWG 2018](#) ].

#### **Фарбовий апарат**

[ [1. INTERGRAF and EGF 1999](#) ]

Фарбовий апарат на офсетних друкарських машинах залежить від розміру друкарської машини та завдань, які вона призначена виконувати. Великі друкарські машини та ті, які призначені для якісного друку, імовірно, матимуть багато валків у фарбовому апараті для забезпечення рівномірного розподілу друкарської фарби (понад 20 валків є звичайною практикою). Три або більше з них фактично наносять друкарську фарбу на друкарську форму, водночас кількість друкарської фарби, що наноситься в будь-якій точці на ширині форми, можна регулювати, повертаючи гвинти для регулювання подання фарби вручну або, що все частіше трапляється зараз, цей процес може керуватися за допомогою комп'ютера.

Валки виготовляються з різних матеріалів, як-от сталь, синтетичний каучук або поліуретан або покриваються ними. Час від часу друкарську фарбу необхідно видаляти шляхом очищення.

Сушіння може бути прискорене за допомогою нагрівання інфрачервоним випромінюванням або, як альтернатива, можуть використовуватися спеціальні друкарські фарби, що твердіють за допомогою ультрафіолетового випромінювання [ [1. INTERGRAF and EGF 1999](#) ].

#### **Очищення**

[ [38. TWG 2004](#) ]

Залежно від друкованого зображення, основи та використовуваної друкарської фарби на гумовому полотні можуть накопичуватися залишки паперу, як-от пил та волокна, а також компоненти друкарської фарби. У такому разі якість друку знижується, тому поверхню офсетного полотна потрібно очищати. Для машин меншого та середнього розміру очищення здійснюється вручну та переважно за допомогою серветок та очищувальних засобів. У випадку більших листових машин усе частіше використовуються автоматичні установки для очищення офсетного полотна (з програмами очищення).

Очевидно, що зображення повинно видалятися з полотна між завданнями. Як у ручному, так і в автоматичному очищенні офсетного полотна переважно використовуються вуглеводні та вода (для видалення твердих частинок паперу з гумового офсетного полотна). Очищувальними засобами є переважно нафтові та аліфатичні вуглеводні. Усе частіше використовуються вуглеводні з високою точкою кипіння з температурою спалаху  $> 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  та складні ефіри рослинної олії та/або суміші вуглеводнів та складних ефірів рослинної олії.

Коли тираж (або зміну) закінчено і для наступної операції друку потрібне використання інших друкарських фарб, необхідне очищення фарбових апаратів (фарбових валків, фарбових резервуарів) та друкарських секцій (друкарських циліндрів тощо). У випадку використання друкарських фарб із закріпленням окисненням такі роботи з очищення можуть також знадобитися наприкінці кожної зміни. Для очищення фарбових валків на них розпилюються очищувальні засоби, а залишки засобів витираються. Листові машини сучасної конструкції все частіше обладнані автоматичними очищувальними пристроями. Очищення фарбових резервуарів виконується або вручну, або в спеціальних очисних установках, зазвичай із використанням тих самих матеріалів, що використовуються для очищення офсетних полотен [38, TWG 2004].

### 11.3 Поточні рівні споживання та викидів від рулонного офсетного друку з температурним закріпленням

#### Баланси маси – температурне закріплення

У 1999 р. було опубліковано результати обліку поліграфічних підприємств, що застосовують температурне закріплення, у Німеччині. Одним із результатів цього обліку було те, що дані про продуктивність різних установок різних заводів були порівняні й використані для моделювання віртуального заводу, який міг би відповідати вимогам законодавства, особливо вимогам Директиви про викиди розчинників (ДВР)<sup>35</sup>. Цей віртуальний завод не є фактичним заводом, а складається з інформації від ефективних установок різних наявних заводів, що представляють передову практику й належну екологічну ефективність. Цей завод цілком міг би існувати.

У цьому розділі повідомляються баланси маси теоретичного віртуального заводу з цього обліку. Реальні заводи можуть відрізнятися залежно від виробничих параметрів, таких як покривальна здатність фарби, довжина проходження, тип паперу тощо [ 38, TWG 2004 ]. Проте, з огляду на Таблицю 11.1 [ 38, TWG 2004 ], варто зазначити, що:

- очищення відхідних газів зазвичай здійснюється за температури 700–800 °С, а не 900 °С;
- відсотковий вміст ППС не визначений: вага/вага або об'єм/об'єм.

Інформація про функціонування та виробничі умови віртуального заводу показані в Таблиці 11.1 та Таблиці 11.2. Баланси маси цього віртуального заводу офсетного друку з температурним закріпленням показані в Таблиці 11.3, а на Рисунку 11.1 показаний баланс ЛОС.

<sup>35</sup> Директива 1999/13/ЄС про обмеження викидів летких органічних сполук через використання органічних розчинників у певних видах діяльності та установках, скасована Директивою 2010/75 (ДПВ).

Таблиця 11.1: Інформація про функціонування віртуального заводу офсетного друку з температурним закріпленням

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Машини</b>                   | 2 x 32-сторінкова машина для офсетного друку з температурним закріпленням; 4 секції за типом «полотно до полотна»; ширина рулону: 1260 мм; окружність циліндра: 890 мм; макс. швидкість друкарської машини 17 м/с; середня швидкість прибіл. 13 м/с у виробничому циклі.<br><br>Загальне живлення: 1134 кВт за швидкості друкарської машини до 14,8 м/с; Споживання електроенергії за середньої швидкості друкарської машини 13 м/с: 996 кВт, з яких прибіл.:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 x 470 кВт живлення друкарської машини (2 x 295 кВт живлення мотора; 2 x 120 кВт допоміжні приводи (друкарська секція, допоміжні агрегати, керування); 2 x 19 кВт дуття; 2 x 30 кВт валкова опора, 2 x 6 кВт секція повторного зволоження)</li> <li>• 2 x 6 кВт живлення системи транспортування паперових рулонів</li> <li>• 2 x 91 кВт живлення центр охолодження</li> </ul> |
| <b>Продукти</b>                 | Комерційний друк, наприклад, рекламні додатки, щотижневі газети   |
| <b>Основа для друку</b>         | Папір для рулонного друку із середньою щільністю прибіл. 60 г/м <sup>2</sup>  |
| <b>Друкарська фарба</b>         | Друкарська фарба з температурним закріпленням (тиск пари < 0,01 кПа за 20 °С; вміст мінеральних олів = 35%, з яких близько 90% випаровується в сушарці  |
| <b>Зволожувальний розчин</b>    | Вода (макс. 10 °dH), 8% ППС, 3% інші добавки до зволожувального розчину   |
| <b>Сушарка</b>                  | 2 x пряме спалювання (природний газ), температура (вихід паперового полотна): 120–140 °С, об'ємний потік відпрацьованих газів прибіл. 7 200 Нм <sup>3</sup> /год (за потужності виробничого циклу 13 м/с), вентилятор: 72 кВт   |
| <b>Очищення відхідних газів</b> | 1 1 x регенеративне термічне окиснення (терморектор), камера згорання прибіл. 900 °С, ефективність знищення ЛОС: 99%. Температура очищеного газу на виході 140 °С; регенерація тепла: термічна ефективність 93%.<br><br>Нагрівання газом 2100 кВт, нормальна робота 2 x 700 кВт газу.<br>2 2 x 200 кВт попит на електроенергію (вентилятори); споживання електроенергії 1900 кВт/р, додаткове спалювання прибіл. 15 кВт газу (за потужності 13 м/с; 1,2 г/м <sup>2</sup> друкарської фарби на сторінку)   |
| <b>Очищувальні засоби</b>       | 20% валка/полотна на ручне очищення (100% ЛОС; тиск парів 0,05 кПа з 20 °С) та 80% полотна на пристрій для очищення (0% ЛОС; тиск парів < 0,01 кПа за 20 °С), багаторазові просочені розчинником серветки (вага в сухому стані 40 г/шт.)  |
| Джерело: [ 7, Germany 2003 ]    |   |

Таблиця 11.2: Виробничі умови віртуального заводу офсетного друку з температурним закріпленням

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Виробництво</b>           | 3 зміни по 5,5 робочих днів, 280 робочих днів x 24 години = 6700 робочих годин на рік; прибіл. 30% часу на підготовку та обслуговування, прибіл. 70% часу на виробництво => 4 700 годин роботи друкарських машин |
| <b>Продукти</b>              | Прибіл. 18 000 т/рік комерційних друкарських продуктів із прибіл. 20 000 тонн вхідного потоку паперу/рік та 500 тонн вхідного потоку друкарської фарби/рік   |
| <b>Зволожувальний розчин</b> | Прибіл. 1 025 т/рік; складається з 950 тонн води, 50 тонн ППС та 25 тонн інших добавок   |
| <b>Очищення</b>              | Прибіл. 15 т/рік (80% на проміжне очищення, 20% на основне очищення) та 100 000 серветок.  |
| Джерело: [ 7, Germany 2003 ] |  |

Вказаний в Таблиці 11.3 баланс маси, розрахований для віртуального заводу, описаного в Таблиці 11.1 та Таблиці 11.2.

Таблиця 11.3: Вхідні та вихідні потоки для віртуального заводу з температурним закріпленням

| ВХІДНИЙ ПОТІК                       | Сума    | Одиниця вимірювання | Примітки   | Вихідний потік                     | Сума       | Одиниця вимірювання | Примітки   |
|-------------------------------------|---------|---------------------|--|------------------------------------|------------|---------------------|--|
| <i>Матеріал</i>                     |         |                     |  | <i>Продукти</i>                    |            |                     |  |
| Основа для друку                    | 20 000  | т/р.                |  | Комерційний друкарський продукт    | 18 000     | т/р.                | Папір та друкарська фарба  |
|                                     |         |                     |  | <i>Відходи</i>                     |            |                     |  |
|                                     |         |                     |  | Папір/дефекти друку                | 2 800      | т/р.                |  |
| Друкарські фарби                    | 500     | т/р.                | Концентрація мінеральної оливи в друкарській фарбі 35%, з яких 85–90% випаровується в сушарці [38, TWG,2004] | Залишки друкарської фарби          | 6          | т/р.                | Відходи друкарської фарби та в очищувальних серветках, без ЛОС   |
| Зволожувальний розчин               | 950     | т/р.                | Без ЛОС  | Залишки зволожувального розчину    | 2          | т/р.                | 4% ЛОС   |
| ППС                                 | 50      | т/р.                | 100% ЛОС   |                                    |            |                     |  |
| Добавки у зволожувальний розчин     | 25      | т/р.                | 5% ЛОС   |                                    |            |                     |  |
| Очищувальні засоби                  | 15      | т/р.                | 80% без вмісту ЛОС для проміжного очищення, 20% для основного очищення                                       | Суміш очищувального засобу та води | 23         | т/р.                | 50% розчинників із високою точкою кипіння  |
| Очищувальні серветки                | 100 000 | Штук/рік            | Зазвичай багаторазові серветки, вага прибіл. 40г/шт.   | Очищувальні серветки               | 100 000    | Штук/рік            | Містять 1 т друкарської фарби та 3 т очищувальних засобів зі 100% вмістом ЛОС, з яких 50% випаровуються як неорганізовані викиди |
| Загальний обсяг ЛОС                 | 203     | т/р.                |  | ЛОС у відходах                     | 2          | т/р.                | У серветках, очищувальних засобах та відходах зволожувального розчину  |
| <i>Енергія</i>                      |         |                     |  | <i>Вихлопний газ</i>               |            |                     |  |
| Загальний обсяг енергії             | 27 100  | МВт-год/р.          |  | Об'ємний потік                     | 67,7 x 106 | м3/рік              | 19 мг ЛОС/м3   |
| Енергія газу                        | 13 700  | МВт-год/р.          |  | ЛОС в очищеному газі               | 1,3        | т/р.                |  |
| Електроенергія                      | 13 400  | МВт-год/р.          |  | NO <sub>x</sub> в очищеному газі   | 2,7        | т/р.                | 40 мг NO <sub>x</sub> /м3  |
| З яких:<br>Друкарська машина        | 8 900   | МВт-год/р.          |  | СО в очищеному газі                | 3,4        | т/р.                | 50 мг СО/м3  |
| Охолодження                         | 1 700   | МВт-год/р.          |  | <i>Неорганізовані</i>              |            |                     |  |
| Очищення відхідних газів            | 700     | МВт-год/р.          |  | Неорганізовані ЛОС                 | 47         | т/р.                | 23%  |
| <i>Джерело: [ 7, Germany 2003 ]</i> |         |                     |  |                                    |            |                     |  |

Баланс ЛОС віртуального заводу показаний на Рисунок 11.1.

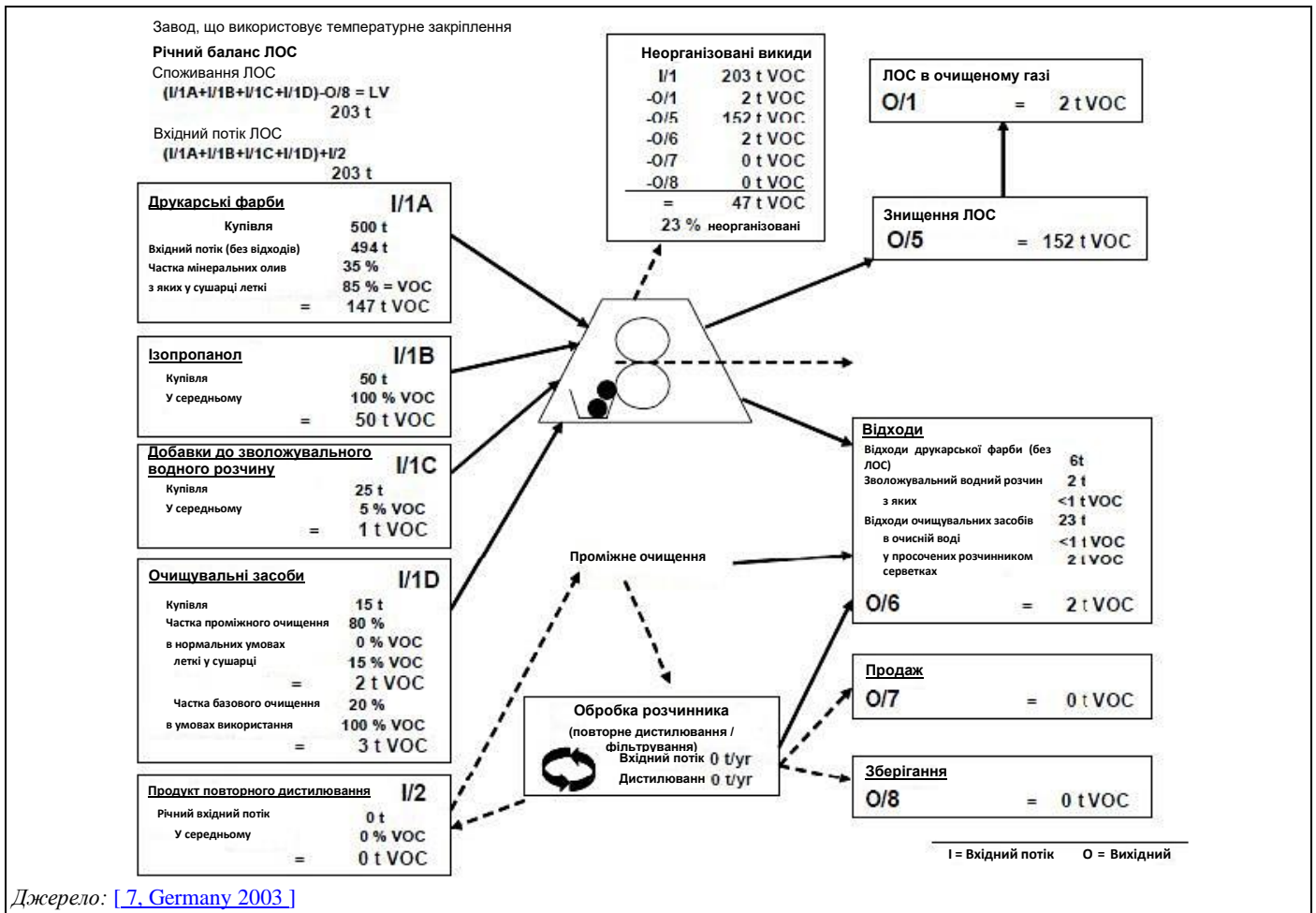


Рисунок 11.1: Баланс ЛОС для віртуального заводу

Проте, варто зазначити, що Рисунок 11.1 [ 38, TWG 2004 ]:

- показує, що передбачається, що вміст ЛОС в ППС становить 100%, хоча він може містити до%15 води;
- показує, що у випадку друку з температурним закріпленням необхідні дві великі (32 сторінки) швидкі друкарські машини, що працюють у три зміни 280 днів на рік, щоб споживання перевищувало 200 т/рік.

Більші заводи з температурним закріпленням, ніж цей віртуальний завод, можуть складатися з декількох друкарських секцій, які подібні до секцій на віртуальному заводі, хоча все більше й більше заводів обладнано друкарськими машинами з різною шириною рулону. Дані про питомих споживання та викиди можуть бути отримані з цього віртуального заводу. Проте значення питомих споживання та викидів значною мірою залежать від продукції, що виробляється, та збільшуватимуться зі [ 38, TWG 2004 ]:

- зменшенням обсягу друку;
- зростанням використання спеціальних кольорів або зміною послідовності кольорів;
- надзвичайно високими вимогами до якості друку або складними друківаними зображеннями;
- зниженням якості паперу;

Для віртуального заводу розраховано кілька теоретичних балансів мас. Середнє споживання та викиди ЛОС для однієї тонни використовуваної друкарської фарби показані на Рисунку 11.2. Середній вхідний потік матеріалу та вихідний потік відходів віртуального заводу показані на Рисунку 11.3. Проте ці значення є середніми значеннями, які, залежно від вищезазначених параметрів, можуть змінюватися на практиці більш ніж на 10% [ 38, TWG 2004 ].

На Рисунку 11.2 показано, що з 400 кг вхідного потоку ЛОС 308 кг вловлюється та обробляється шляхом хімічного окиснення, тому 92 кг є неорганізованими, що дорівнює 23% від вхідного потоку ЛОС. Після очищення 3 кг ЛОС усе ще містяться у відхідних газах і викидаються (ефективність очищення відхідних газів становить 99%).

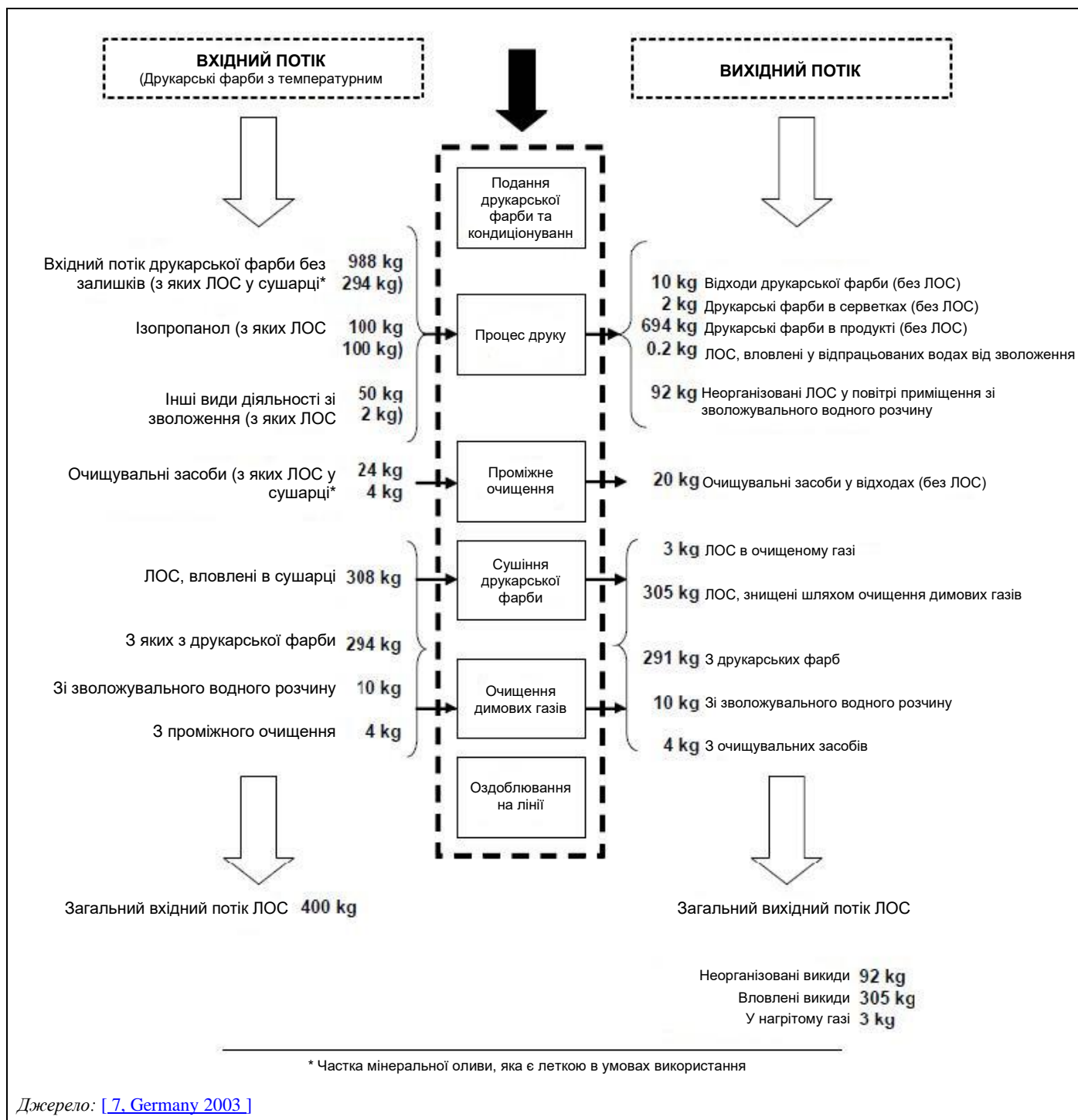
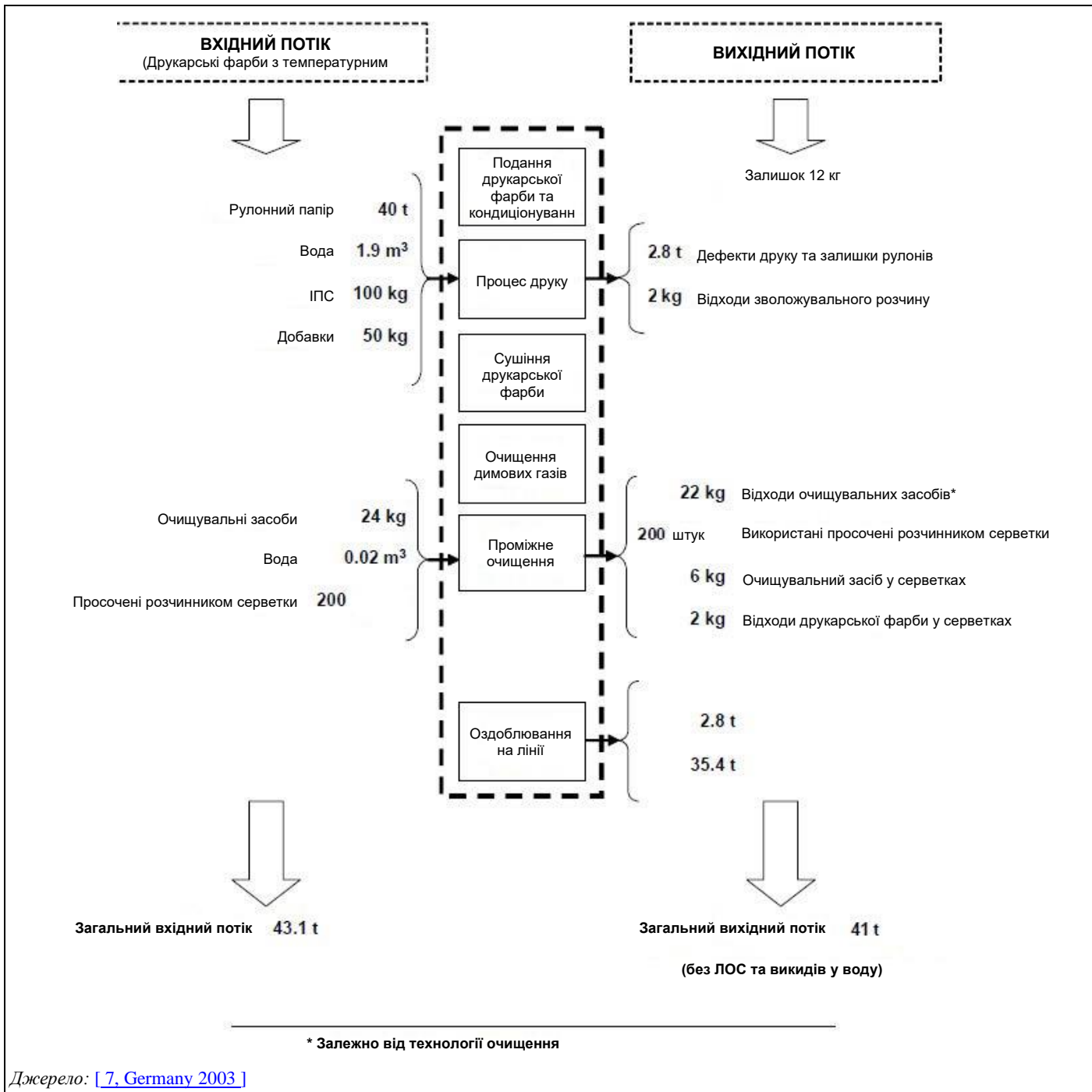


Рисунок 11.2: Питоме споживання ЛОС та рівні викидів у віртуальному процесі температурного закріплення



**Рисунок 11.3: Питомий вхідний потік речовин та вихідний потік відходів у віртуальному процесі температурного закріплення**

На Рисунок 11.4 показано загальну схему процесу рулонного офсетного друку з температурним закріпленням та відповідні пов'язані з ним викиди ЛОС [148, COM 2009].



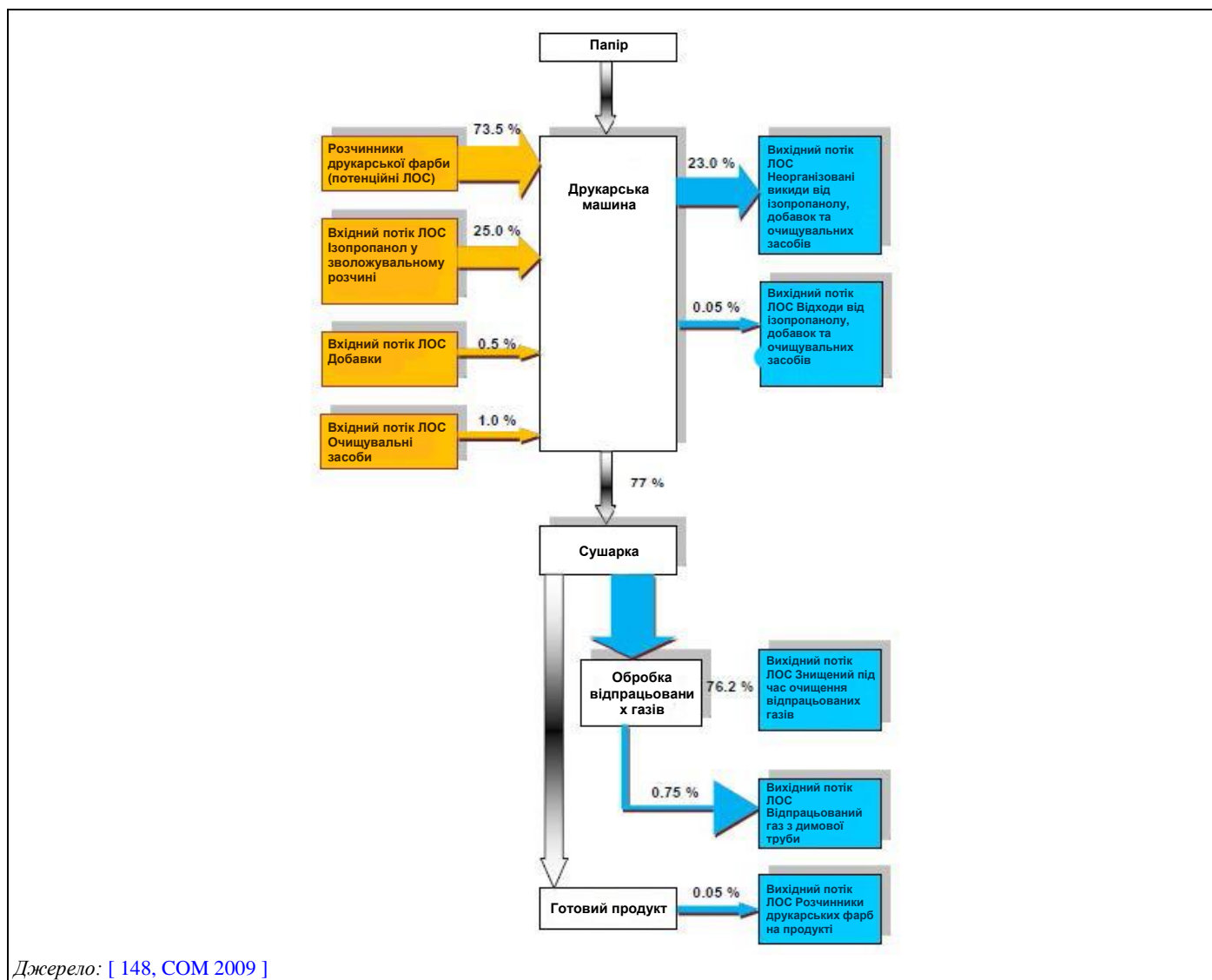


Рисунок 11.4: Основні вхідні та вихідні потоки для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням

Дані щодо восьми заводів із рулонного офсетного друку з температурним закріпленням були подані в процесі збору даних, і їхній аналіз надано в подальших розділах [ 155, TWG 2016 ].

### 11.3.1 Споживання

[ 78, TWG 2005 ] [ 148, COM 2009 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

#### 11.3.1.1 Сировина та добавки

Сировиною та добавками, пов'язаними з ЛОС, є:  
[ 148, COM 2009 ] [ 212, TWG 2018 ]

##### Друкарські фарби

Друкарські фарби містять приблизно 33–35% аліфатичних вуглеводнів (розчинників). Розчинники виготовлені з мінеральної оливи. Вони не є леткими за температури навколишнього середовища, але є леткими в сушарці. Близько 85% олійної фракції випаровується в сушарці у вигляді ЛОС (еквівалент середнього діапазону вмісту ЛОС у друкарських фарбах температурного закріплення 15–45% від загальної кількості фарби). Залишок розчинника в готовій продукції не вважається частиною неорганізованих викидів, оскільки він не є летким за температури навколишнього середовища.

Одна тонна друкарської фарби дозволяє надрукувати близько 330 000 м<sup>2</sup> (з обох сторін) або близько 225 000 каталогів (48 сторінок DIN A4) [INTERGRAF коментар №104 у [ 212, TWG 2018 ]].

### Зволожувальний розчин

Зволожувальний розчин складається переважно з води. Він містить ЛОС, як-от ізопропанол (ІПС), інші спирти та гліколеві ефіри в концентраціях до 10%. Ізопропанол і етанол не тільки знижують поверхневий натяг під час перенесення зволожувального розчину на друкарську форму, а й охолоджують друкарську систему під час випаровування; вони також запобігають росту мікроорганізмів у зволожувальному розчині. Якщо використовується мало або зовсім не використовується ІПС, зволожувальний розчин також може містити біоциди. Мінімізація додавання ізопропанолу у зволожувальний розчин вважається передовою практикою.

### Очищувальні засоби

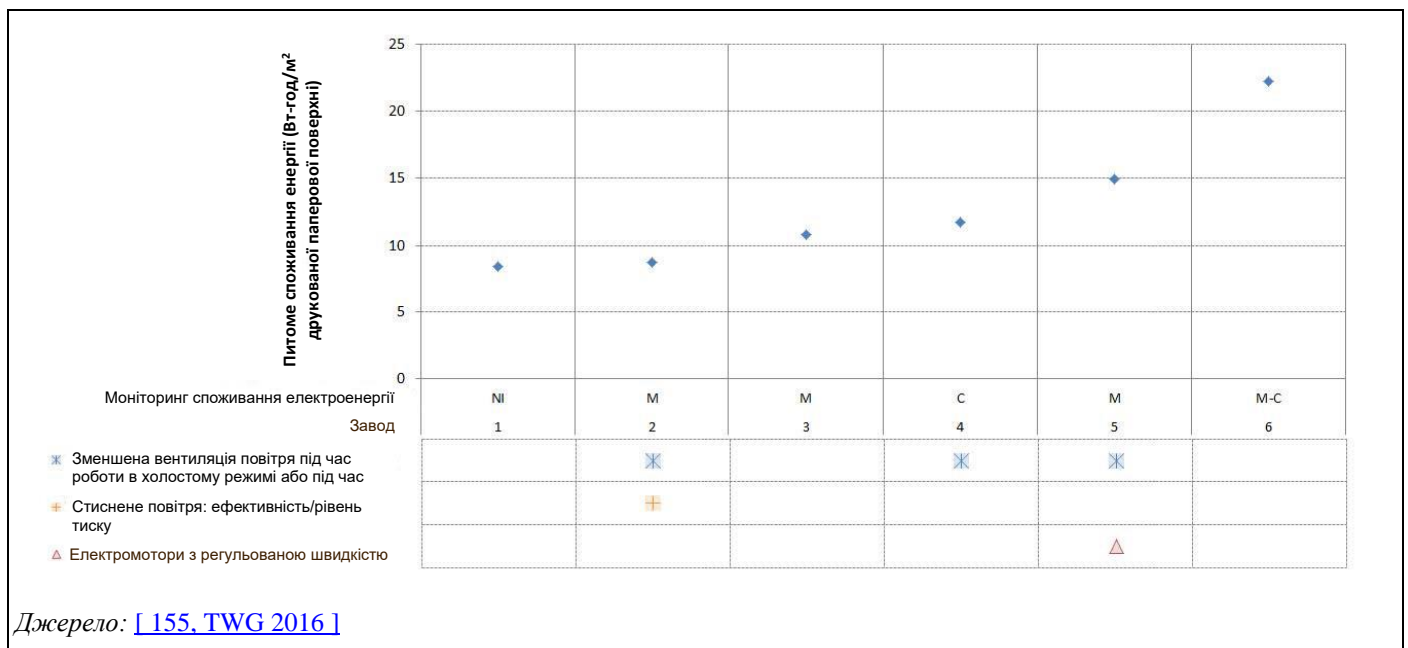
Більшість операцій очищення виконується автоматично з використанням нелетких або низьколетких розчинників. У разі менш частого ручного очищення часто використовуються леткі розчинники.

### 11.3.1.2 Енергія

[ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

Повідомлені значення питомого споживання енергії, виражені у Вт-год на м<sup>2</sup> друкованої паперової поверхні надані на Рисунок 11.5.

Зазначається, що в процесі рулонного офсетного друку з температурним закріпленням на споживання газу впливає покривальна здатність паперу фарбою, яка пов'язана з типом друкованої продукції (портфель продуктів заводу). Як правило, чим вище покривальна здатність фарби, тим менше споживання газу, що своєю чергою впливає на загальне споживання енергії, оскільки споживання газу становить приблизно 50% загального споживання енергії.



Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

**Рисунок 11.5: Питоме споживання енергії, виражене у Вт-год на м<sup>2</sup> друкованої паперової поверхні (дані за 2015 р.)**

Енергоефективність, серед інших параметрів, залежить від місцевих умов, рівня технологічного прогресу на заводі, використовуваного процесу друку тощо. Усі установки повідомили про регенерацію тепла в результаті термічного очищення відхідних газів і зменшену вентиляцію повітря під час роботи в холостому режимі або під час технічного обслуговування. Іншими широко застосовуваними технологіями енергозбереження є: витяжка повітря й регенерація енергії з процесів сушіння, централізоване очищення відхідних газів із частотно-регульованим приводом, електромотори з регульованою швидкістю й герметичне ущільнення в сушильних печах.

Більше інформації про можливі варіанти енергоефективності для поліграфічного сектора загалом можна знайти на вебсторінці проєкту EMPSI<sup>36</sup>.

Під час розглядання споживання енергії для процесу рулонного офсетного друку з температурним закріпленням на заводі, де трапляються інші види діяльності, що не належать до поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників (наприклад, листовий друк або друк холодного затвердіння), необхідно виключити споживання енергії для цих видів діяльності, не пов'язаних із поверхневою обробкою за допомогою органічних розчинників (див. також Розділ 17.5.2).

Інформація з однієї установки про проєкти енергозбереження (технології), які вона застосовує або перебуває в процесі їхньої реалізації, наведена в Таблиці 11.4.

**Таблиця 11.4: Проєкти енергозбереження, впроваджені установкою для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням**

| Технологія   | Короткий опис  | Економічні фактори  |
|--|--|---|
| Освітлення   | 2 000 ламп, оптимізовані відбивачі, одна колба замість двох, все з регуляторами: економія енергії 60%.                                 | 15-місячний строк окупності інвестиції                                    |
| Вилучення паперу   | Оптимізація вилучення паперу — частотно-регульовані мотори. Нові мотори та нове обладнання забезпечує вищий рівень безпеки виробництва | Економічна вигода: 30 000 євро/рік  |
| Друкарські форми   | Заміна друкарських форм: підігрівання не потрібне  | Економічна вигода: 25 000 євро/р.   |
| Стиснене повітря   | Подання стисненого повітря припиняється, якщо машини зупиняються більше, ніж на 1 хвилину  | Економічна вигода: 3500–4000 євро/машину на рік; строк окупності < 1 року |
| Теплообмін для сушарок   | Використання тепла та гарячих газів ТЕЦ у сушарках друкарських машин   | ІВ  |
| Кондиціонування повітря  | Використання тепла та гарячих газів ТЕЦ для опалення приміщення  | ІВ  |
| Стиснене повітря   | Вимірювання витоків системи стисненого повітря один раз на місяць  | ІВ  |
| Примітка:<br>ІВ: Інформація відсутня.<br>Джерело: Завод №148 у [155, TWG 2016] |  |   |

### 11.3.1.3 Основи для друку та інші матеріали споживання

[ 78, TWG 2005 ] [ 212, TWG 2018 ]

#### Основи для друку

Основою, яка використовується для процесів із температурним закріпленням, зазвичай є папір із питомою вагою від 40 г/м<sup>2</sup> до 60 г/м<sup>2</sup>, але для рулонного офсетного друку також використовується папір вагою в діапазоні від 30 г/м<sup>2</sup> до 100 г/м<sup>2</sup>. Часто використовуються сорти паперу з покриттям із малою вагою та папір без покриття з питомою вагою зазвичай від 45 г/м<sup>2</sup> до 70 г/м<sup>2</sup>.

#### Інші матеріали споживання

Іншими матеріалами на вході є такі матеріали як друкарські форми, контейнери та інші пакувальні матеріали.

У процесі з температурним закріпленням використовуються чотири стандартні кольори (блакитний, пурпуровий, жовтий і чорний), і вони постачаються в багаторазових контейнерах, які є або контейнерами середньої вантажності (IBC - Intermediate bulk container) місткістю близько 1 тонни, або звичайними 200-літровими металевими бочками [1, INTERGRAF and EGF 1999].

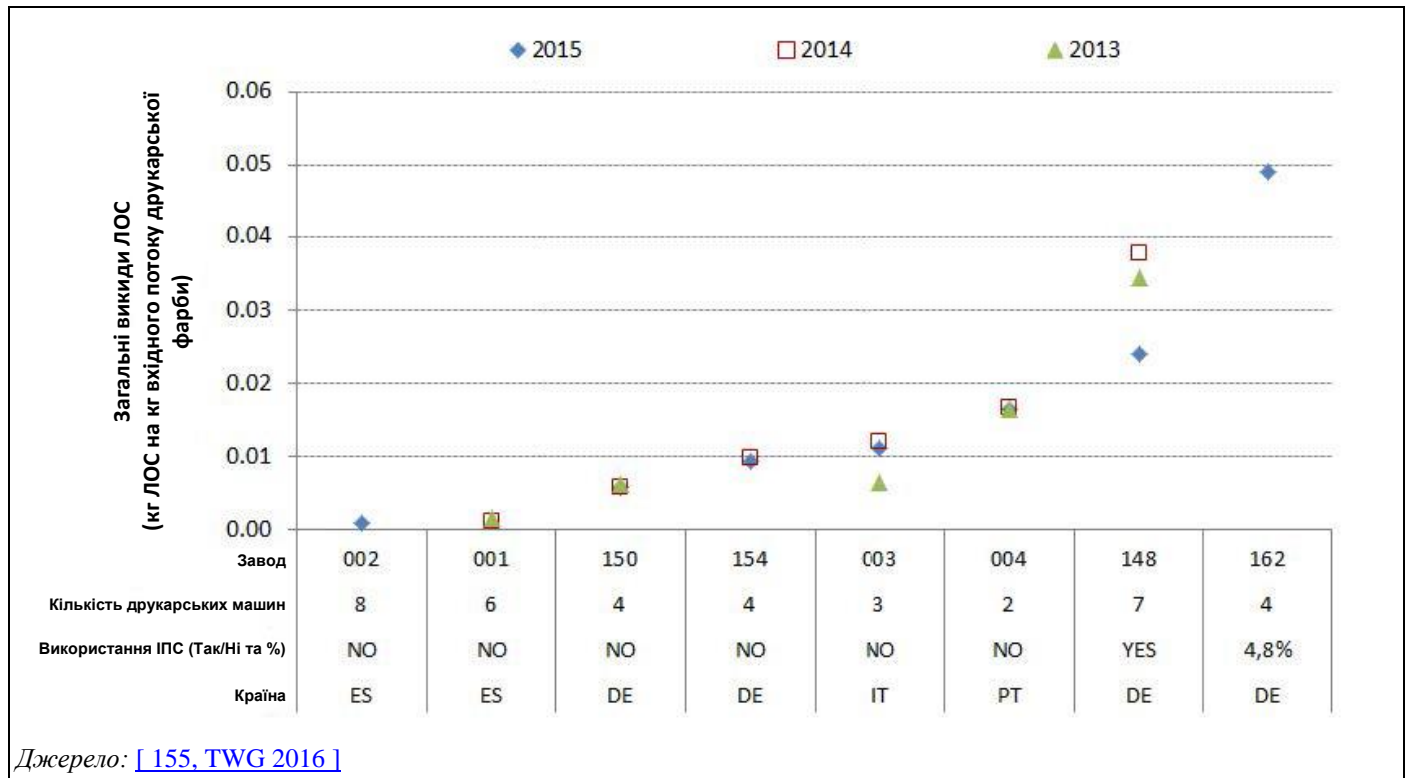
<sup>36</sup> EMPSI: Стандартизація управління енергоспоживанням в поліграфічній промисловості, <http://www.emspi.eu/index.html>

## 11.3.2 Викиди

### 11.3.2.1 Загальні викиди ЛОС

[ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

Повідомлені значення загальних викидів ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку друкарської фарби надані на Рисунок 11.6.



Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

Рисунок 11.6: Загальні викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку друкарської фарби за період 2013–2015 рр.

Загалом більшість повідомлених значень є низькими й стосуються установок, у яких не використовується ізопропанол (повне заміщення ІПС). Вищі значення стосуються установок, у яких зволожувальний розчин містить невеликий відсоток ІПС. На всіх установках використовуються технології термічного очищення відхідних газів, що є загальним правилом у цьому секторі промисловості через неприємний запах відпрацьованих газів. Більшість установок у цьому секторі використовують інтегровані сушарки-окисники на кожній друкарській машині, спеціально призначені для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням.

Повідомлені дані про загальні викиди ЛОС та відповідна контекстуальна інформація надані в Таблиці 11.5.

Таблиця 11.5: Загальні викиди ЛОС та контекстуальна інформація для заводів для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням

| Номер заводу | Використання ІПС (Так/Ні та %) | Кількість друкарських машин | Система промивання гумового полотна (кількість друкарських машин)                | Система промивання фарбового валка (кількість друкарських машин)                              | Загальні викиди ЛОС (кг ЛОС на кг вхідного потоку друкарської фарби) |       |       |
|--------------|--------------------------------|-----------------------------|--|---|--|-------|-------|
|              |                                |                             |  |   | 2015   | 2014  | 2013  |
| 002          | Ні                             | 8                           | Автоматична з використанням тканини (8)  | Автоматична з використанням тканини (8)   | 0,001  |       |       |
| 001          | Ні                             | 6                           | Автоматична з використанням щітки (4)<br>Ручна (2)                               | Автоматична з використанням щітки (2)<br>Автоматична з використанням тканини (1)<br>Ручна (3) |  | 0,001 | 0,001 |
| 150          | Ні (з 2015 р.)                 | 4                           | ІВ   | ІВ  | 0,006  | 0,006 | 0,006 |
| 154          | Ні                             | 4                           | ІВ   | ІВ  | 0,009  | 0,010 |       |
| 003          | Ні                             | 3                           | Автоматична з використанням щітки (2)<br>Автоматична з використанням тканини (1) | Ручна (3)   | 0,011  | 0,012 | 0,006 |
| 004          | Ні                             | 2                           | Автоматична з використанням тканини (2)  | Ручна (1)<br>Автоматична (1) (розпилювач)   | 0,016  | 0,017 | 0,016 |
| 148          | Так                            | 7                           | Автоматична з використанням тканини (7)  | Автоматична (7)   | 0,024  | 0,038 | 0,034 |
| 162          | 4,8%                           | 4                           | Автоматична з використанням щітки (3)<br>Автоматична з використанням тканини (1) | ІВ  | 0,049  |       |       |

Примітка:  
ІВ: Інформація відсутня.  
Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

Технології, що спеціально використовуються для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням для зниження викидів ЛОС (див. також Розділ 11.4):

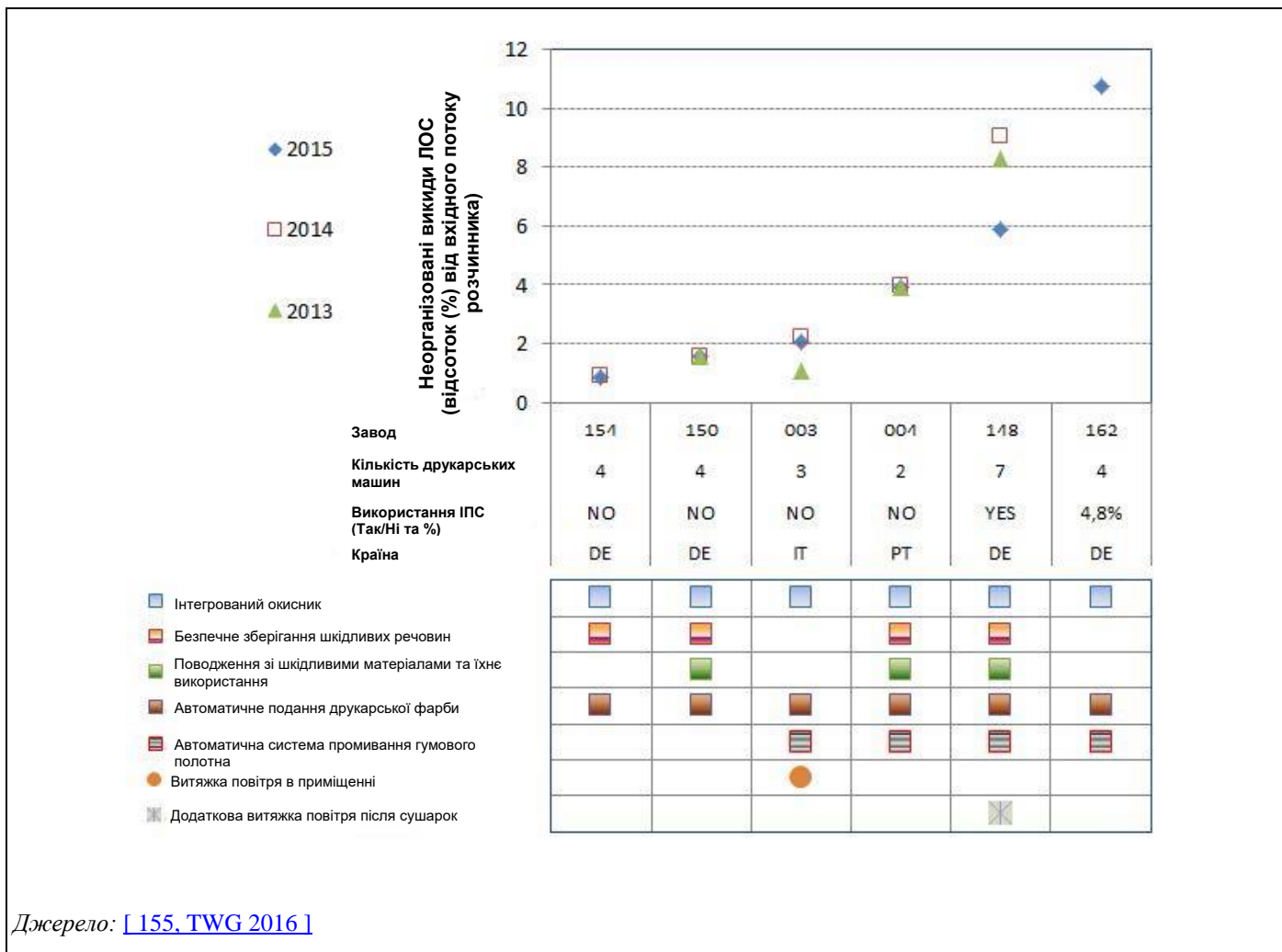
- добавки з низьким вмістом ІПС або без ІПС для зволожувальних розчинів;
- використання друкарських форм для офсетного друку без зволоження;
- автоматичні системи очищення офсетних циліндрів, уловлювання та спрямовування викидів розчинників від очищення в систему очищення відхідних газів;
- сушарка для рулонного офсетного друку, інтегрована з термічним очищенням відхідних газів.

Відсоткова частка викидів розчинників, що виникають унаслідок автоматичного проміжного очищення в процесах із температурним закріпленням, які вловлюються і спрямовуються в систему очищення відхідних газів, перебуває в діапазоні  $\leq 15\text{--}50\%$  [ 7, Germany 2003 ] [ 19, Austria 2003 ]. У випадку ручного очищення та основного очищення відсоткова частка викидів розчинників, які вловлюються та спрямовуються у систему очищення відхідних газів, знаходиться в діапазоні 0–5%. Див. також Розділ 21.5.3.

### 11.3.2.2 Неорганізовані викиди ЛОС

[ 155, TWG 2016 ]

Повідомлені значення неорганізованих викидів ЛОС, виражені як відсоток від вхідного потоку розчинника, надані на Рисунок 11.7.



Джерело: [155, TWG 2016]

**Рисунок 11.7: Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр.**

Повідомлені дані про неорганізовані викиди ЛОС та відповідна контекстуальна інформація надані в Таблиці 11.6. Усі повідомлені значення значно нижчі граничних значень ДПВ (30% від вхідного потоку розчинника як для нових, так і для наявних установок).

**Таблиця 11.6: Неорганізовані викиди ЛОС та контекстуальна інформація для заводів для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням**

| Номер заводу | Використання ІПС (Так/Ні та %) | Кількість друкарських машин | Система промивання гумового полотна (кількість друкарських машин)                | Система промивання фарбового валка (кількість друкарських машин) | Неорганізовані викиди ЛОС (% від вхідного потоку розчинника) |      |      |
|--------------|--------------------------------|-----------------------------|--|--|--|------|------|
|              |                                |                             |  |  | 2015   | 2014 | 2013 |
| 154          | Ні                             | 4                           | ІВ   | ІВ   | 0,8  | 0,9  |      |
| 150          | Ні (з 2015 р.)                 | 4                           | ІВ   | ІВ   | 1,58   | 1,55 | 1,57 |
| 003          | Ні                             | 3                           | Автоматична з використанням щітки (2)<br>Автоматична з використанням тканини (1) | Ручна (3)  | 2,04   | 2,23 | 1,08 |
| 004          | Ні                             | 2                           | Автоматична з використанням тканини (2)  | Ручна (1)<br>Автоматична (1) (розпилувач)                        | 3,94   | 3,99 | 3,93 |
| 148          | Так                            | 7                           | Автоматична з використанням тканини (7)  | Автоматична (7)  | 5,9  | 9,03 | 8,31 |
| 162          | 4,8%                           | 4                           | Автоматична з використанням щітки (3)<br>Автоматична з використанням тканини (1) | ІВ   | 10,72  |      |      |

Примітка:  
ІВ: Інформація відсутня.  
Джерело: [155, TWG 2016]

Основними повідомленими технологіями, що застосовуються для мінімізації неорганізованих викидів, є [155, TWG 2016]:

- Пряме подання добавок для друку з їхньої оригінальної упаковки у фарбовий резервуар.
- Пряме подання розчинника зі сховища до автоматичних систем промивання.
- Використання невеликих контейнерів для розчинників для ручного очищення.
- Витяжка повітря для процесу сушіння. В одному випадку насичене розчинниками повітря із зон сушіння обробляється у двоетапній установці відновлення розчинників, з якої розчинники відновлюються та повертаються в компанію з виробництва друкарської фарби для повторного використання. Додаткова витяжна система для відновлення розчинника встановлюється безпосередньо після сушарок (для уникнення періодичних короткочасних викидів у отвір, коли паперове полотно виходить із сушарки).
- Пряме подання друкарської фарби: друкарська фарба переміщується в закритій системі із зони зберігання у фарбовий резервуар. Про це повідомляли всі установки, і це переважно пов'язано з економічними перевагами, оскільки завжди використовуються одні й ті самі чотири кольори.
- Витяжка повітря з зони охолодження.
- Безпечне зберігання шкідливих речовин та заходи з попередження незапланованих викидів.

### 11.3.2.3 Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах

[ 155, TWG 2016 ]

Повідомлені значення про викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах, виражені в мг С/Нм<sup>3</sup>, надані на Рисунку 11.8.

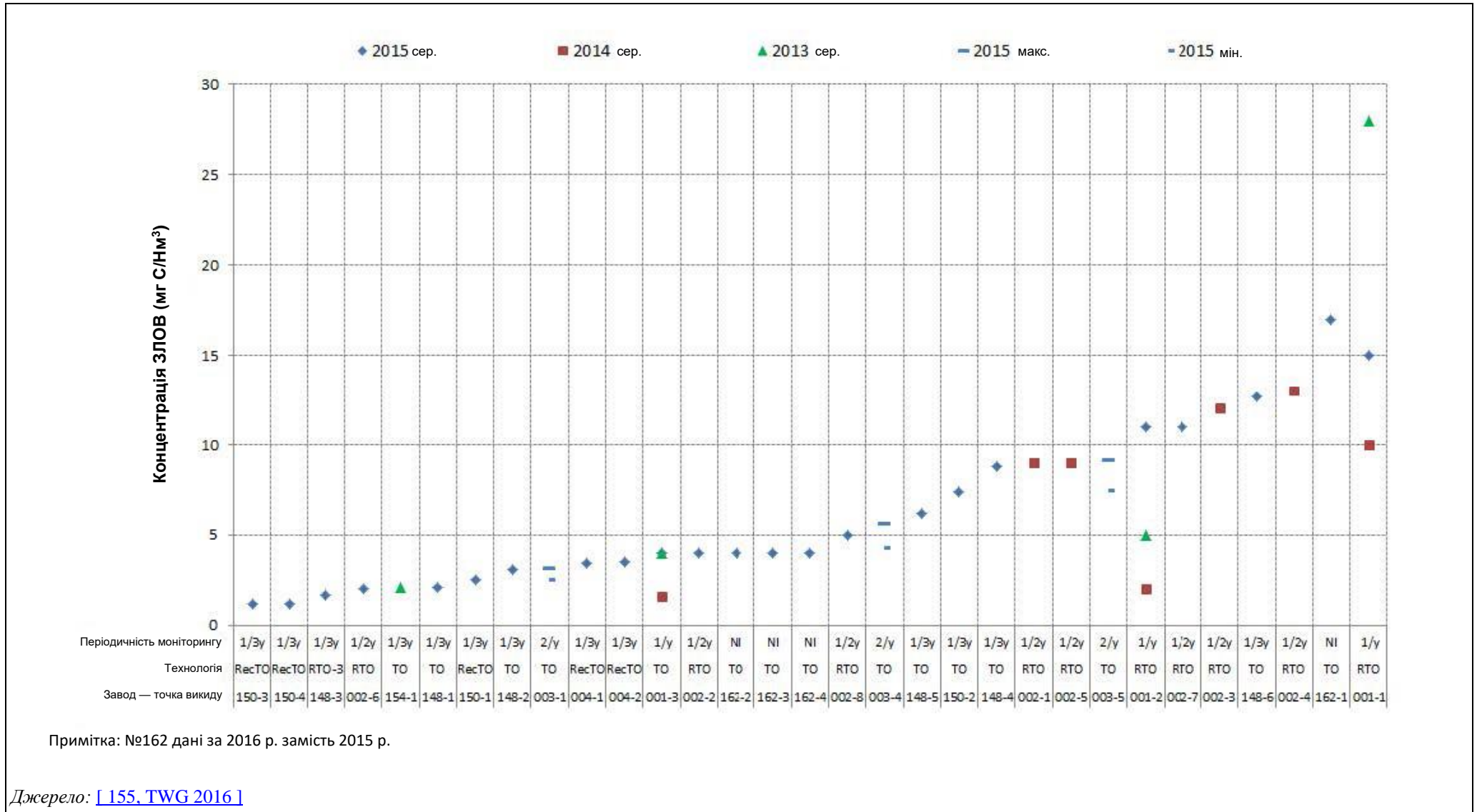


Рисунок 11.8: Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.



Періодичність моніторингу варіюється від двох разів на рік до одного разу на 3 роки. Основні статистичні параметри повідомлених даних про викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах надані в Таблиці 11.7.

**Таблиця 11.7: Статистичні параметри повідомлених даних про викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.**

| Технологія, що застосовується | 2015         |                  |       |      | 2014         |                  |       |      | 2013         |                  |       |      |
|-------------------------------|--------------|------------------|-------|------|--------------|------------------|-------|------|--------------|------------------|-------|------|
|                               | К-ть значень | Середнє значення | Макс. | Мін. | К-ть значень | Середнє значення | Макс. | Мін. | К-ть значень | Середнє значення | Макс. | Мін. |
|                               |              |                  |       |      |              |                  |       |      |              |                  |       |      |
| ТО                            | 14           | 6,4              | 17,0  | 2,1  | 1            | 1,6              | НД    | НД   | 2            | 3,1              | 4,0   | 2,1  |
| РекТО                         | 5            | 2,4              | 3,5   | 1,2  | НД           | НД               | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   |
| РТО                           | 6            | 8,0              | 15,0  | 2,0  | 6            | 9,2              | 13,0  | 2,0  | 2            | 16,5             | 28,0  | 5,0  |
| РТО-3                         | 1            | 1,7              | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   |

Примітка:  
НД: немає даних.  
Джерело: [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

#### 11.3.2.4 Викиди оксиду азоту (NO<sub>x</sub>) та чадного газу (CO) у відпрацьованих газах

[\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

Викиди оксидів азоту (NO<sub>x</sub>) та чадного газу (CO) виникають унаслідок термічного окиснення відхідних газів із сушарки.

Повідомлені значення періодичного моніторингу викидів NO<sub>x</sub> та CO у відпрацьованих газах надані на Рисунок 11.9 та Рисунок 11.10.

Відповідно до галузевих даних для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням концентрація CO часто використовується як показник ефективності роботи окисника щодо знищення ЛОС: коли під час рулонного офсетного друку з температурним закріпленням викиди CO з інтегрованої сушарки-окисника становлять < 200 мг/Нм<sup>3</sup>; можна очікувати рівні викидів ЗЛОВ < 20 мг С/Нм<sup>3</sup>. На практиці концентрація CO підтримується нижче 200 мг/Нм<sup>3</sup> [коментар INTERGRAF №78 в [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

Періодичність моніторингу варіюється від двох разів на рік до одного разу на 3 роки.

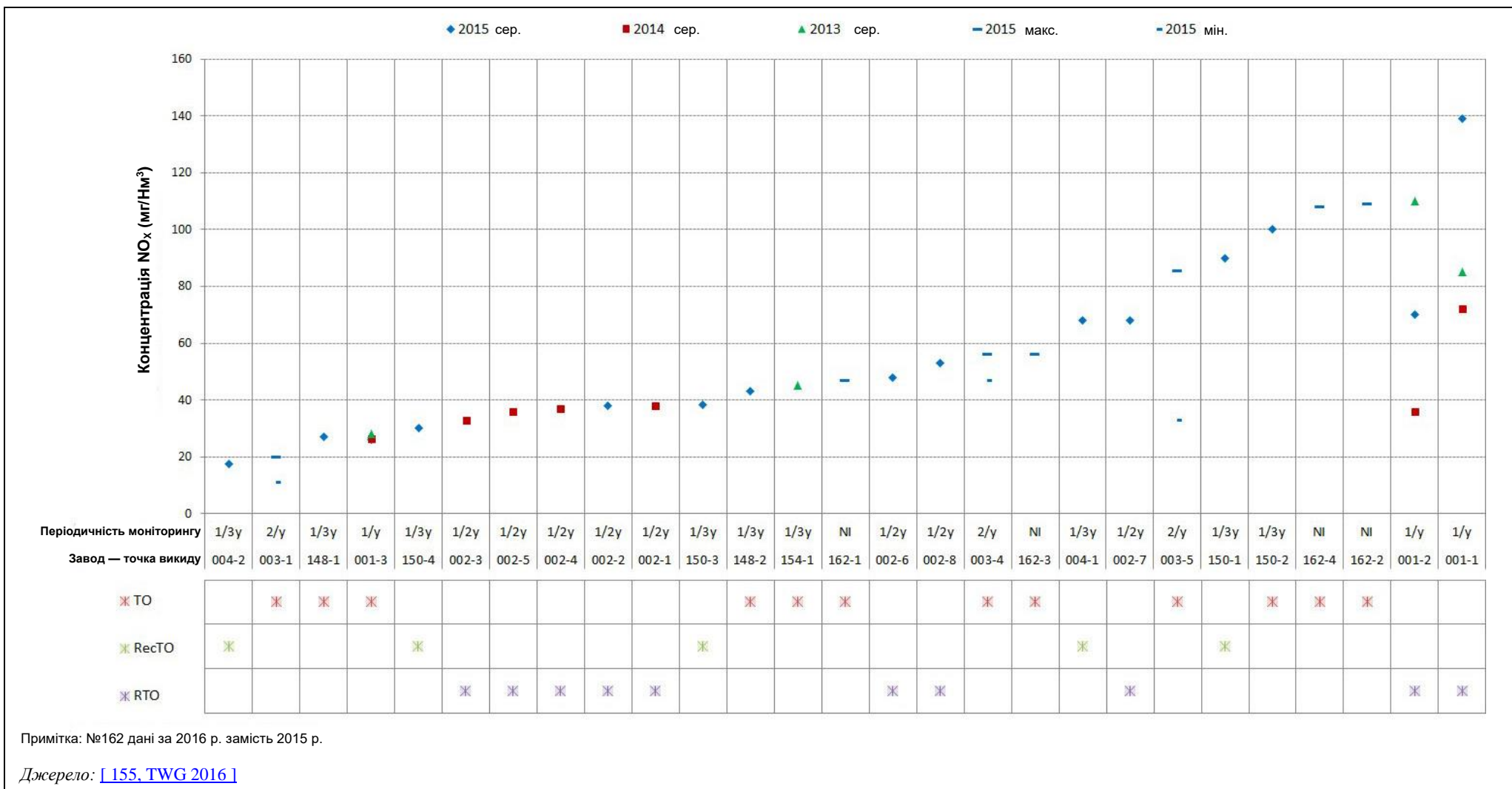


Рисунок 11.9: Викиди NOx у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.

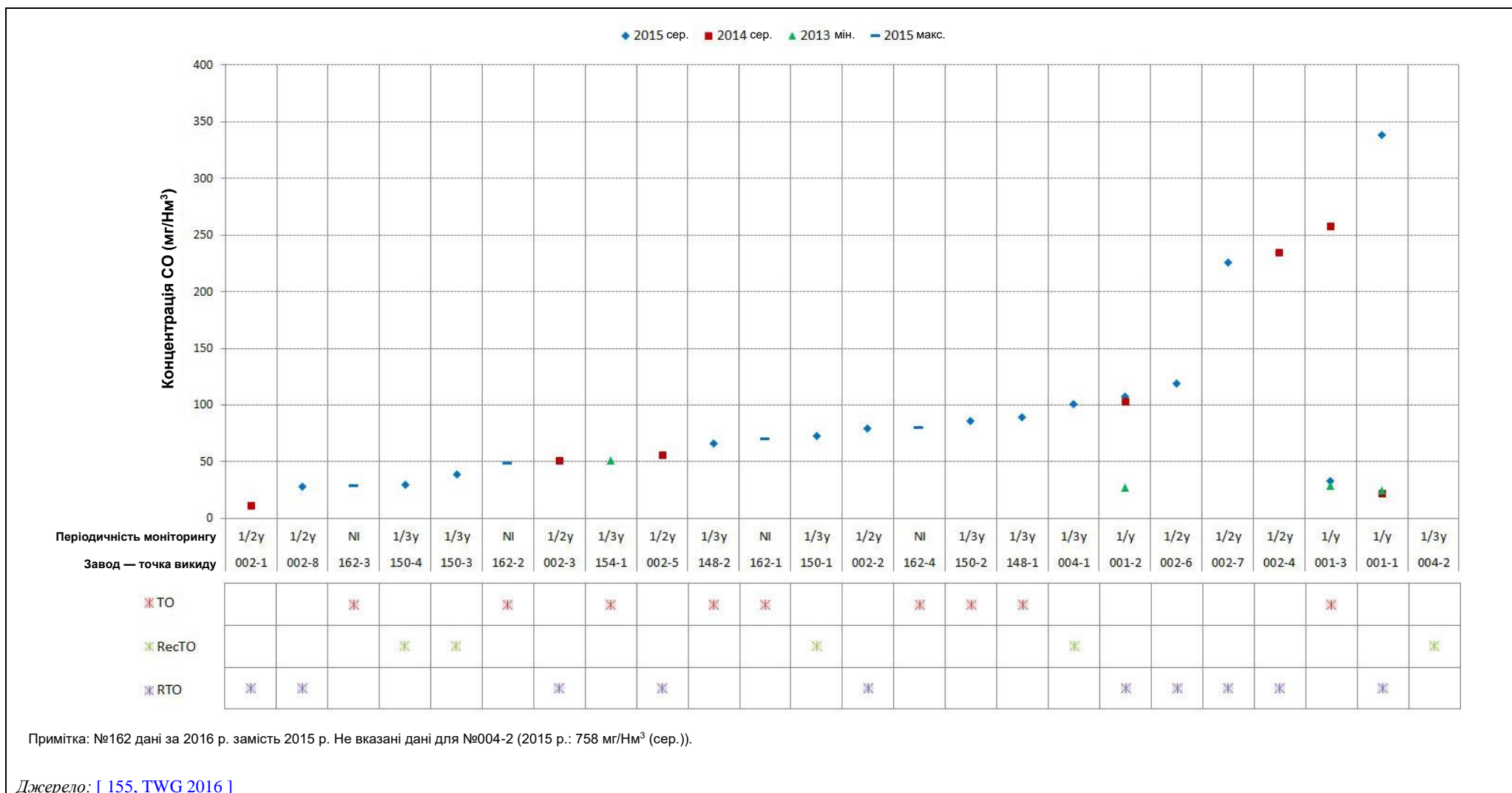


Рисунок 11.10: Викиди CO у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.

### 11.3.2.5 Викиди пилу у відпрацьованих газах

[\[ 155, TWG 2016 \]](#)

Лише невелика кількість установок повідомила значення періодичного моніторингу викидів пилу у відпрацьованих газах. Тільки невелика кількість установок повідомила значення періодичного моніторингу викидів пилу у відпрацьованих газах. Загалом повідомлені значення викидів пилу дуже низькі та варіюються від 0,2 мг/Нм<sup>3</sup> до 0,8 мг/Нм<sup>3</sup>.

### 11.3.2.6 Утворення відходів

[\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

#### Папір

Кількість макулатури для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням зазвичай не вище, ніж для інших процесів друку. Часто згадуваний баланс друкарської фарби та води є однією з багатьох причин втрат паперу.

Іншими причинами втрати паперу є:

- зняття упаковки рулонів;
- ушкодження внаслідок транспортування;
- папір, що залишається на втулках, коли паперовий рулон замінюється на новий;
- початок виробничого циклу (приведення кольорів, визначення балансу фарби та води, налаштування на належне сушіння тощо);
- кінець виробництва та очищення для наступного циклу;
- обрізання друкованої продукції до необхідного розміру (може становити 10% втрати паперу);
- додаткові екземпляри, надруковані в збиток, у кожній секції опрацювання;
- додаткові екземпляри для запобігання друку недостатньої кількості для замовника;
- втрати в разі зміни зображення/тексту, що друкується.

Повідомлена частка макулатури в загальній кількості основи становить близько 15% [\[ 155, TWG 2016 \]](#). Кількість макулатури, що утворюється в процесі рулонного офсетного друку з температурним закріпленням, може змінюватись і переважно пов'язана з необхідністю обрізання, наприклад, обрізання сторінки формату А4 на 1 см з усіх боків призводить до 16% відходів. Обрізання необхідне, коли на друкарському виробі не повинно бути білих полів. Початок і кінець тиражу також роблять невеликий внесок в утворення макулатури.

Вважається, що офсетний друк без зволоження утворює менше відходів на початку тиражу, оскільки нема потреби в досягненні балансу між друкарською фарбою та зволоженням. Як згадувалося раніше, втрати паперу під час запуску становлять лише невелику частину від загальних втрат, і втрати під час запуску лише частково пов'язані з досягненням відповідного балансу друкарської фарби та води (все ще необхідне приведення чотирьох стандартних кольорів). Коли цикли тривалі, друкарські форми доведеться міняти, а це означає нові запуски. Це нівелює невелику перевагу, яку може мати офсетний друк без зволоження з цього погляду [INTERGRAF коментар №83 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

Макулатура передається до спеціалізованої переробної компанії за межами об'єкта. У випадку макулатури середньої (обрізки) та високої (білий папір) якості повідомлялося про пряме передавання на паперову фабрику.

#### Друкарські фарби

Повідомлені значення показують, що кількість утворених відходів друкарської фарби варіюється від 2 кг до 6,5 кг на тонну використаної друкарської фарби. Ці рівні дуже низькі в порівнянні з іншими процесами друку і, можливо, також у порівнянні з іншими процесами нанесення покриттів, і можуть бути пов'язані з тим фактом, що у

процесі рулонного офсетного друку з температурним закріпленням завжди використовуються одні й ті самі чотири кольори, тому змішування й залишки відсутні.

### **Зволожувальний розчин**

Під час друку зволожувальний розчин може забруднюватися паперовим пилом та невеликою кількістю друкарської фарби. Ці розчини містять АОХ та невелику кількість металів.

У зволожувальному розчині із друкарської секції синього кольору може бути виявлено невелику кількість пігменту фталоціаніну міді. Проте, мідь у цих пігментах дуже міцно зв'язана й не може бути виявлена в стічних водах [INTERGRAF коментар №85 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

З іншого боку, якщо ППС не використовується, зволожувальний розчин міститиме деякі біоциди для запобігання росту водоростей та мікробів. Тому зволожувальний розчин вод утилізується як шкідливі відходи та не скидається.

### **Очищувальний засіб**

Більша частина очищувального засобу використовується для промивання полотна, який зазвичай змішується з водою на 50%. Чи стане він відходами, залежить від методу автоматичного очищення. У випадку тканинної системи він поглинається тканиною, у випадку щіткової системи він значною мірою збирається, а в інших випадках може транспортуватися в сушарку й потім піддаватися окисненню.

Повторне використання очищувальних засобів можливе тільки в тому випадку, якщо їх можна просто дистилювати, що неможливе у випадку їхнього змішування з водою (у процесі дистилювання емульгатор зникає, і в результаті розчинник більше не змішується з водою) або коли вони містяться в серветках або тканині [INTERGRAF коментар №87 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

### **Серветки**

Серветки від очищення друкарської машини містять органічні розчинники, друкарську фарбу та іноді лак. Кількість зазвичай варіюється залежно від тривалості циклу і, отже, кількості переналаджень на рік.

### **Інші відходи**

Старі друкарські форми містять метали, переважно алюміній, зі слідами інших металів, залежно від віку обладнання. Гумові полотна також викидаються. Відходами також можуть бути фільтри від процесу фільтрування зволожувального розчину та викинуті УФ-лампи з процесу виготовлення друкарських форм [\[ 8, Nordic Council of Ministers 1998 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#).

Стандартні кольори фарб для офсетного друку можуть постачатися в багаторазових ІВС контейнерах або у звичайних 200-літрових металевих бочках. На заводах із масштабом виробництва відповідно до ДПВ стандартні кольори часто постачаються без тари та перекачуються в стаціонарні контейнери.

## **11.3.2.7 Викиди у воду**

[\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### **Зволожувальні розчини**

Під час друку зволожувальний розчин забруднюється паперовим пилом та невеликою кількістю друкарської фарби. Тоді ці розчини містять АОХ в концентраціях  $> 1$  мг АОХ/л і невеликі кількості металів, як-от алюміній, мідь, цинк, кобальт і марганець (останні два – від осушувачів), із загальною концентрацією близько 0,1 г/л. Зазвичай ці відпрацьовані зволожувальні розчини утилізуються як шкідливі відходи [INTERGRAF коментар №89 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

Добавки, які використовуються у зволожувальних розчинах у концентрації близько 3%, можуть містити невелику кількість біоцидів проти водоростей. Звичайні концентрації біоцидів перебувають в діапазоні 0,1–

0,2%, що означає, що кінцеві концентрації у зволожувальному розчині дуже малі [1, INTERGRAF and EGF 1999].

Зазвичай поліграфічні підприємства не установкою для очищення відпрацьованих вод.

Дослідження, виконане ТРГ, визначило основні параметри та інші речовини, що становлять інтерес, що можуть скидатися у відпрацьовані води (у тому числі вищезгадані) і тому мають бути враховані під час збору даних<sup>37</sup>. Для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням речовинами, що становлять інтерес, було визначено бісфенол А (BPA) і нонілфенол (NP); проте в процесі збору даних не було отримано жодних даних.

---

<sup>37</sup> Робочий документ СОМ 09/06/2016 Європейського бюро комплексного запобігання та контролю забруднення: Оцінка даних технічної робочої групи (ТРГ), поданих щодо викидів металів та інших викидів у воду для їхнього розгляду як основних екологічних проблем для установок, які здійснюють діяльність, що охоплюється ДПВ, Додаток 1 6.7.

## 11.4 ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ РУЛОННОГО ОФСЕТНОГО ДРУКУ З ТЕМПЕРАТУРНИМ ЗАКРІПЛЕННЯМ

У Главі 17 описані технології, які також можуть застосовуватися в поліграфічній промисловості. У Таблиці 11.8 показані загальні технології, що стосуються рулонного офсетного друку з температурним закріпленням. Ці технології не повторюються в цьому розділі, якщо тільки не була надана інформація, що стосується цієї галузі. Опис типу інформації, що розглядається для кожної технології, наведено в Таблиці 17.1.

Таблиця 11.8: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі

| Технологія   | Номер розділу |
|--|---------------|
| Технології екологічного менеджменту                | 17.1          |
| Зберігання та поводження із сировиною              | 17.2          |
| Моніторинг   | 17.3          |
| Використання води та утворення стічних вод         | 17.4          |
| Управління енергоспоживанням та енергоефективність | 17.5          |
| Управління сировиною (у тому числі заміщення)      | 17.6          |
| Процеси та обладнання для нанесення покриття       | 17.7          |
| Технології сушіння та/або затвердіння              | 17.8          |
| Технології очищення                                | 17.9          |
| Видалення та очищення відхідних газів              | 17.10         |
| Технології очищення відпрацьованих вод             | 17.11         |
| Технології управління відходами                    | 17.12         |
| Виділення запахів                                  | 17.13         |

### 11.4.1 Баланс маси розчинника для сектору рулонного офсетного друку з температурним закріпленням

#### Опис

Збирання статистичних даних, принаймні один раз на рік, про вхідний та вихідний потоки розчинника на заводах, як визначено в Частині 7(2) Додатка VII до Директиви 2010/75/ЄС. Див. також Розділ 17.3.1.

#### Технічний опис

Метод визначення балансу маси розчинника (БМР) сильно залежить від законодавчих положень окремих країн-членів. У Додатку 21.5.3 представлено два підходи для сектора рулонного офсетного друку з температурним закріпленням, надані INTERGRAF та Німеччиною (DE).

#### Досягнуті екологічні переваги

БМР для процесу з температурним закріпленням не тільки показує, чи дотримується завод із температурним закріпленням своїх границь викидів, але також показує, де у виробничому процесі відбуваються ці викиди та чому. Якщо необхідне скорочення викидів, цей баланс маси для сектора є інструментом управління, який показує, де цих скорочень можна досягнути найефективніше.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

БМР для процесу з температурним закріпленням, як і майже будь-який баланс маси, є спрощенням фактичної ситуації. Оскільки сектор досить однорідний, цей метод працює задовільно в більшості випадків. Проте якщо оператор використовує машини або методи роботи, які відрізняються від галузевих норм, до БМР треба внести відповідні зміни. Крім того, якщо оператор має більш точні знання та відповідні дані, ніж мінімально необхідні для визначення БМР для процесу з температурним закріпленням, він має їх використовувати.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Немає.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується на всіх або більшості заводів із температурним закріпленням.

Цей метод дає змогу уникнути використання вимірюваних концентрацій розчинників та потоків повітря у витяжному повітрі друкарського цеху. У цих друкарських цехах можуть відбуватися інші друкарські процеси, як-от процес холодного затвердіння для листового офсетного друку. Ці процеси не підпадають під дію ДД НДТМ для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, але можуть спричинити викиди ЛОС. Ці викиди не слід відносити до процесу температурного закріплення на заводі.

### Економічні аспекти

Визначення БМР достатньої точності – непросте завдання. Потрібен час та зусилля, щоб знайти та зібрати необхідні дані. Проте існує крива швидкої навчальності. Після розрахунку коефіцієнтів викидів за заводами та роботи надійної системи управління для виробничих параметрів час, що витрачається на БМР, мінімізується. Тільки коли відбуваються важливі зміни, як-от заміна матеріалів або встановлення нової друкарської машини, коефіцієнти викидів мають бути перераховані.

### Стимул до впровадження

Додаток VII до Директиви 2010/75/ЄС (ДПВ) та дозволи на викид відходів у довкілля.

### Приклади заводів

Усі заводи, які беруть участь у зборі даних, надали дані про баланс маси розчинника.

### Довідкова література

[ 192, INTERGRAF 2017 ] [ 204, UNECE 2016 ] [ 205, Belgium 2005 ] [ 212, TWG 2018 ]

## 11.4.2 Технології на основі матеріалів

### 11.4.2.1 Використання добавок із низьким вмістом ІПС або без ІПС у зволожувальному розчині

#### Опис

Скорочення або відмова від використання ізопропанолу (ІПС) як змочувального засобу у зволожувальних розчинах шляхом заміщення сумішами інших нелетких або низьколетких органічних сполук.

#### Технічний опис

Для отримання офсетного друку прийнятної якості необхідно повністю змочити всі гідрофільні елементи друкарської форми з мінімальною товщиною шару води близько 2 мкм. Цей процес має бути стабільним, навіть якщо швидкість друку змінюється. Тому необхідний змочувальний засіб. Змочувальний засіб зменшує поверхневий натяг води і, у такий спосіб мінімізує кількість води, необхідну для ідеального покриття гідрофільних елементів друкарської форми.

Зволожувальний розчин також потребує інших добавок, як-от кислоти для контролю рН, кондиціонувальні добавки для друкарських форм для запобігання корозії та гуміарабік для додаткового захисту друкарської форми для офсетного друку. Ці інші добавки не описані в цьому документі.

Традиційно найчастіше використовуваним змочувальним засобом є ізопропанол (ІПС). ІПС є не тільки хорошим змочувальним засобом, але й «лояльним» у тому сенсі, що недоліки як у друкарській машині, так і в паперовому полотні, а також зміни швидкості не призводять до швидкого переривання строго контрольованого процесу змочування і, як наслідок, до негайних і серйозних проблем із якістю друку. У минулому ІПС часто використовували у зволожувальних розчинах у концентраціях 15% за вагою та вище.

Коли як змочувальний засіб використовуються високолеткі ЛОС, як-от ІПС, значна частина їх випаровується на шляху до друкарської форми та гумового полотна і, у такий спосіб стає неорганізованими викидами. Частина, що залишається, поглинається паперовим полотном, швидко транспортується в сушарку, там випаровується й руйнується в окиснику. Загалом, чим нижча леткість змочувальних засобів, тим



менша їхня частка випаровується у вигляді неорганізованих викидів, і тим нижчою має бути початкова концентрація. Також інші ЛОС можуть не так легко виділятися з води, як ППС.

На сучасних друкарських машинах із добре навченими операторами, належним технічним обслуговуванням та належним контролем якості часто можна значною мірою або навіть повністю замінити ППС добавками, що містять органічні сполуки, які не є леткими або мають низьку леткість. На сучасних друкарських машинах в особливо вибагливих умовах можна досягти зниження концентрації ППС у зволожувальному розчині до 3% за вагою. На старих друкарських машинах має бути можливість знизити концентрацію ППС до 5% за вагою.

У всіх випадках зволожувальний розчин необхідно охолодити приблизно до 10–15 °С, щоб зменшити випаровування на шляху до друкарської форми.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Значне зниження випаровування розчинника зі зволожувального розчину, що призводить до значного зниження неорганізованих викидів зі зволожувального розчину.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

У порівнянні із ситуацією з концентрацією ППС 15% за вагою неорганізовані викиди зі зволожувального розчину знижуються приблизно на 80%.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Коли використання ППС у зволожувальному розчині виключено, необхідно використовувати біоциди для запобігання росту водоростей та інших мікроорганізмів у системі зволоження. Проте біоцид транспортується паперовим полотном до окисника разом з іншими добавками у зволожувальному розчині.

У випадках, коли час від часу необхідно утилізувати невелику кількість зволожувального розчину, його необхідно утилізувати як шкідливі відходи, переважно через вміст цих біоцидів.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовність може бути обмежена технічними вимогами та вимогами до якості продукції або специфікаціями:

Плівка води, що подається на друкарську форму для офсетного друку, має бути дуже тонкою (0,5–1 г/м<sup>2</sup> або 0,5–1 мкм). Коли плівка надто тонка, вона рветься, й елементи друкарської форми «висихають». Коли плівка надто товста, вона не видаляється належним чином із гідрофільних елементів друкарської форми. В обох випадках результатом є невпізнанно пофарбоване та забруднене паперове полотно.

Для скорочення споживання ППС та для застосування нелетких або низьколетких добавок друкарська машина має бути належним чином оснащена, наприклад, керамічними, металевими або гідрофільними розкатними та накатними валками (див. Розділ 11.4.2.2). Валки мають бути точно відрегульовані, а друкарська машина має підтримуватися в належному стані. Дуже важливим є контроль температури.

Необхідний стан друкарської машини та підготовка оператора для успішного зниження вмісту ППС до максимум 3% за вагою не відрізняються значною мірою від необхідних для застосування лише нелетких або низьколетких добавок.

У деяких випадках повна відмова від використання ППС може мати недоліки, пов'язані з якістю. Використання заміників збільшує кількість води, яку необхідно подавати на друкарську форму для належного змочування, на 30–50% у порівнянні з випадками, коли ППС є єдиним змочувальним засобом. Це неминуче знижує різкість надрукованих точок через неідеальне розділення водно-фарбової емульсії на друкарській формі. У результаті існують обмеження досяжної якості під час друку без ППС навіть на сучасних друкарських машинах із добре навченими операторами, належним технічним обслуговуванням та належним контролем якості.

Попри вищесказане, у більшості випадків якість друку досі відповідає цілі, але можуть виникати деякі проблеми з якістю, наприклад, зображень із великою кількістю деталей (обличчя людей, текстура дерева), з великою різницею в освітленні об'єктів, з дуже темними ненасиченими кольорами або слабкий баланс сірих тонів. У результаті, може знадобитися використання ізопропанолу для деяких продуктів, які потребують кращої якості друку, ніж зазвичай. Прикладами таких продуктів є музейні художні каталоги та високоякісні річні звіти.

### **Економічні аспекти**

Крива навчальності застосовна як для досягнення низької концентрації ІПС, так і для застосування добавок, які не є легкими або мають низьку леткість. Під час проходження кривою навчальності виробництво скорочується через нижчу швидкість друкарської машини та проблеми з якістю. Може знадобитися кілька років, щоб досягти ситуації, у якій за будь-яких обставин можна буде підтримувати низьку концентрацію ІПС або повністю відмовитися від використання ІПС.

У довгостроковій перспективі досягається економія на споживання змочувальних засобів, а також економія відбувається через уникнення витрат, пов'язаних із пожежонебезпечними властивостями ІПС.

Інформація про вартість та економію відсутня.

### **Стимул до впровадження**

Використання ІПС, як правило, скорочується з причин впливу на робітників і для зменшення неорганізованих викидів.

### **Приклади заводів**

Усі заводи, що надали дані.

### **Довідкова література**

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 186, INTERGRAF 2017 \]](#)  
[\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## **11.4.2.2      Керамічні, металеві або гідрофільні розкатні та накатні валки**

### **Опис**

Застосування керамічного, хромованого або гідрофільного розкатного валка в поєднанні з гідрофільними накатними валками. Гідрофільні накатні валки виготовляються з м'якої гуми. Ці валки можуть утворювати особливо тонку та цільну зволожувальну плівку на накатному валку з нижчими концентраціями ІПС.

Ці валки також успішно застосовуються в ситуаціях, коли частково ІПС частково заміщують. Див. також Розділ 11.4.2.1.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Нижчі викиди ЛОС, оскільки концентрації ІПС можуть бути знижені до рівня менше ніж 2–3% за вагою, залежно від початкової концентрації.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Які розкатні валки дають найкращі результати: керамічні або хромовані, залежить від типу друкарської машини. Керамічні валки вимагають більше часу на технічне обслуговування та очищення.

На одному заводі з офсетного друку в Норвегії, де ІПС частково заміщено, рівень ІПС можна було знизити з 15% до 4%, що призвело до зниження концентрації ІПС у повітрі над друкарською машиною в діапазоні 77–90%.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

М'яка гума ушкоджується швидше, ніж накатні валки з твердої гуми, і їх необхідно замінювати частіше, що призводить до більшої кількості відходів. Крім того, керамічні валки вимагають частішої заміни, ніж валки із хромованої сталі.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ця технологія є поширеною й застосовується на всіх поліграфічних підприємствах, що застосовують ППС. Проте керамічні або металеві валки зараз менше використовуються. Використовуються гідрофільні валки, вони дають такий самий ефект і є дешевшими.

**Економічні аспекти**

Витрати на гідрофільні накатні валки такі ж, як і на валки із твердої гуми, і коливаються від 250 до 1 000 євро за штуку. Проте їх потрібно частіше замінювати. Керамічні валки коштують 2 500–3 000 євро за штуку. Загальні витрати на заміну розкатних валків на керамічні залежить від розміру друкарської машини. Крім того, керамічні валки вимагають частішої заміни, ніж хромовані (вартість приблизно з 1997 р.).

**Стимул до впровадження**

Немає даних.

**Приклади заводів**

Норвезький завод.

**Довідкова література**

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 8, Nordic Council of Ministers 1998 \]](#) [\[ 14, Aminal et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#)

**11.4.2.3 Офсетний друк без зволоження**

[\[ 186, INTERGRAF 2017 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

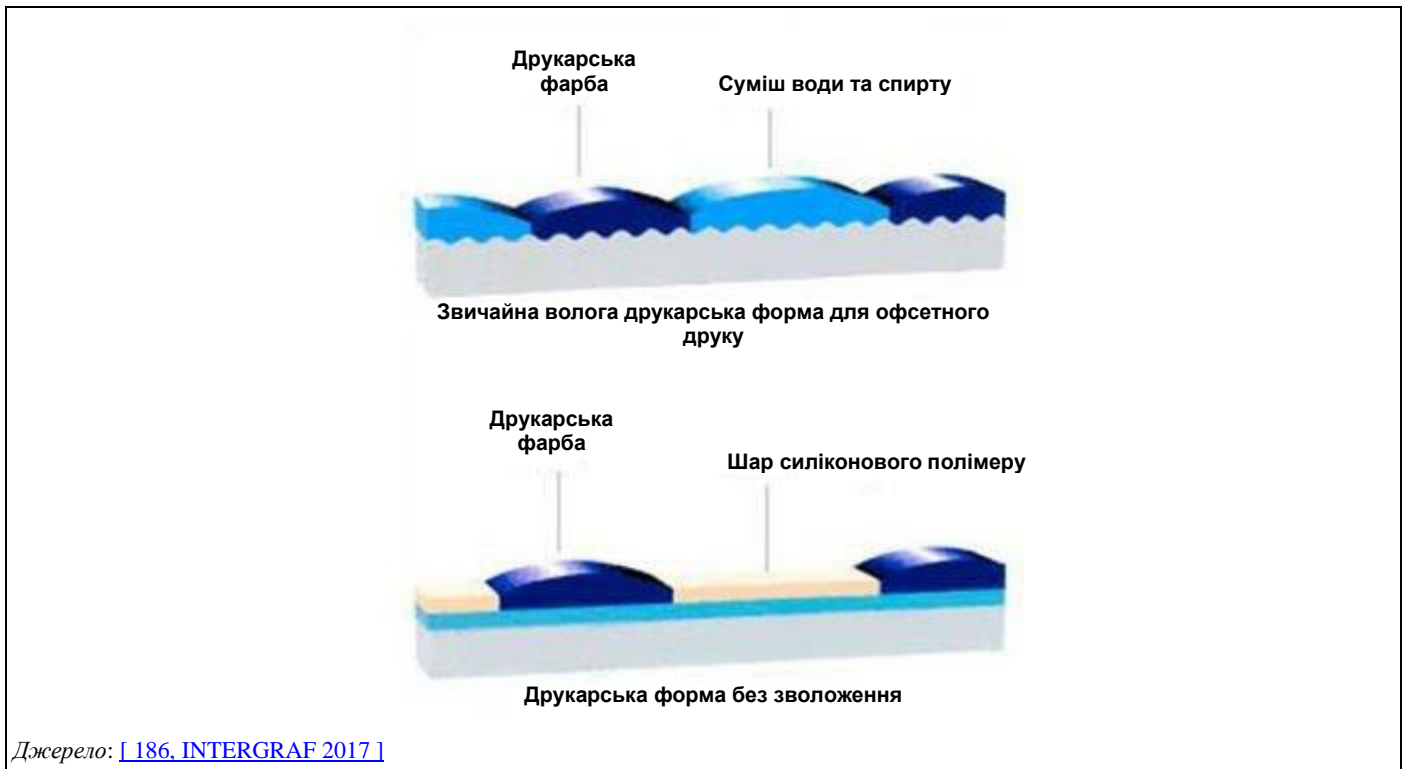
**Опис**

Модифікація процесів друку та додрукарської підготовки, що дає змогу використовувати друкарські форми для офсетного друку зі спеціальним покриттям, що виключає необхідність зволоження.

**Технічний опис**

На спеціальних друкарських формах для офсетного друку шар силікону, підданий лазерному зміцненню на елементах, що не несуть друкарську фарбу, або в іншому випадку затверділий силікон випалюється для створення зон, що несуть друкарську фарбу. Затверділі силікони дають той самий ефект, як і зволожувальний розчин на традиційних друкарських формах для офсетного друку: вони локально захищають друкарську форму від друкарської фарби (див. Рисунок 11.11). У світі є лише один виробник.

Застосування офсетного друку без зволоження потребує значних змін у друкарському процесі, додаткового охолодження друкарської машини та використання спеціальних друкарських фарб.



Джерело: [186, INTERGRAF 2017]

**Рисунок 11.11: Звичайна друкарська форма для офсетного друку зі зволоженням та друкарська форма без зволоження**

#### Досягнуті екологічні переваги

Оскільки зволожувальний розчин не використовується, то й нема потреби в будь-яких добавках, як-от ізопропанол або інші змочувальні засоби, і, отже, відсутні неорганізовані викиди від цих добавок. Крім того, відбувається менше втрат паперу під час приладжування.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Друкарські форми для офсетного друку без зволоження служать недовго. Тоді як традиційні друкарські форми для офсетного друку можуть бути оброблені, щоб вони могли прослужити достатньо довго для більш тривалих циклів, друкарські форми без зволоження необхідно замінювати під час такого тривалого циклу. Це призводить до виробництва додаткових друкарських форм та частіших приладжувань та втрат паперу. Їхня вартість значно знижує економічні переваги офсетного друку без зволоження. Це також є причиною, чому офсетний друк без зволоження частіше трапляється в листовому офсетному друку, ніж у рулонному.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Додаткове споживання енергії необхідне для охолодження друкарської машини. Друкарські форми не так легко піддаються переробці, як звичайні друкарські форми для офсетного друку.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосування офсетного друку без зволоження потребує значних змін у друкарському процесі, додаткового охолодження друкарської машини та використання спеціальних друкарських фарб.

Спеціальні друкарські форми необхідно замінювати після значно меншої кількості проходжень, ніж традиційні друкарські форми для офсетного друку, що робить цю технологію менш застосовною для великих тиражів, як-от ті, що зазвичай виконуються на заводах для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням масштабу, що охоплюється ДПВ.

Застосування офсетного друку без зволоження зменшує гнучкість поліграфічного підприємства. Додрукарська підготовка замовником може потребувати адаптації. Наприклад, повідомляється, що в процесі виникають труднощі з друком великих зон чорною друкарською фарбою, що, можливо, необхідно буде обходити за допомогою використання натомість усіх чотирьох кольорів.

З іншого боку, у процесі офсетного друку без зволоження різкість точок може покращитись і забезпечити дещо чіткішу якість друку.

Застосовується для газет, журналів, брошур, листівок тощо.

#### **Економічні аспекти**

На наявній установці інвестиції значні, оскільки до друкарських машин необхідно вносити великі зміни.

У разі коротких циклів, скорочення часу підготовки дає можливість економити. Проте виникають додаткові витрати на охолодження друкарської машини та дорожчі друкарські форми.

#### **Стимул до впровадження**

Скорочення втрат паперу внаслідок коротших періодів приладжування дає економічні переваги у випадку коротких циклів.

У минулому відсутність впливу парів ізопропанолу на оператора також вважалася перевагою, але це більше не актуально через сильне скорочення використання ізопропанолу в галузі.

Ця технологія дає змогу досягти високоякісних результатів. Зменшення використання хімічних речовин покращує охорону праці на робочому місці.

#### **Приклади заводів**

Згідно з поточною інформацією ТРГ із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників вона не використовується в Європі.

Можливі варіанти застосування див. на вебсайті Міжнародної асоціації друку без зволоження [www.waterless.org](http://www.waterless.org).

#### **Довідкова література**

[ 186, INTERGRAF 2017 ]

### **11.4.3 Видалення та очищення відхідних газів**

Технології термічного очищення відхідних газів (рекуперативне й регенеративне окиснення) широко застосовуються в цьому секторі через неприємний запах відхідних газів. Для отримання додаткової інформації про технології термічного очищення відхідних газів див. Розділ 17.10.5.

#### **11.4.3.1 Витяжка та очищення повітря з друкарського цеху або ізолювання друкарської машини**

##### **Опис**

Спрямування витяжного повітря з друкарського цеху або ізолювальної конструкції друкарської машини в сушарку. У результаті частина розчинників, що випаровуються в друкарському цеху або ізолювальної конструкції друкарської машини, піддається обробці термічним окисником після сушарки. Це знижує рівень неорганізованих викидів.

##### **Технічний опис**

Друкарські машини з температурним закріпленням часто ізолюють із міркувань регулювання клімату та зниження рівня шуму, а також, за необхідності, для уникнення надмірного впливу парів розчинників на персонал. Стабільний процес офсетного друку потребує постійної температури та низької швидкості повітряних потоків навколо друкарської машини. Шумними елементами друкарського процесу є друкарські валки, сушарка та фальцювально-різальна машина. Вони часто ізолюються разом із самою друкарською машиною.

В інших випадках ізолювання не застосовується з технічних або економічних причин. Це може відбуватися, наприклад, у разі використання секцій для вдрукування. Це вимагає численних змін друкарської форми

та присутності оператора біля працюючої друкарської машини. У цих випадках друкарська машина не ізолюється, а керується, наскільки це можливо, з окремої диспетчерської кімнати.

Повітря з контрольованою температурою подається в друкарський цех або ізольовану зону. Загальний вентиляційний потік друкарського цеху зазвичай значно більший (принаймні в п'ять разів), ніж повітряний потік сушарки. Вхідне повітря для сушарки є частиною вентиляційного потоку витяжного повітря. Отже, частина повітря відводиться не в атмосферу, а в сушарку та окисник. У результаті частина парів розчинника в цеху або ізольованій зоні піддається обробці. Це знижує рівень неорганізованих викидів.

Повітряний потік сучасних сушарок та інтегрованих сушарок-окисників становить від 5 000 м<sup>3</sup>/год до 20 000 м<sup>3</sup>/год. Загальний повітряний потік, необхідний для контролю умов усередині друкарського цеху або ізольованої зони, залежить від таких факторів, як кількість, розмір і швидкість друкарських машин, і зазвичай більший, ніж кількість, що відводиться сушарками. Потрібна додаткова витяжна вентиляція в атмосферу. Концентрація розчинника в друкарському цеху або ізольованій зоні низька. Через низьку концентрацію розчинника в додатково вентилязованому повітрі його очищення є економічно не вигідним. Найвищі концентрації будуть виявлені там, де ізопропанол використовується як добавка до зволожувального розчину. Але навіть у цих випадках концентрація з міркувань охорони праці та техніки безпеки буде значно нижчою за гранично допустиму концентрацію ізопропанолу (наприклад, у Німеччині гранично допустима концентрація (ГДК) становить 200 мг/м<sup>3</sup>). У результаті такої низької концентрації неможливо збільшити потік повітря сушарки так, щоб він сам міг забезпечити достатню витяжну вентиляцію для ізольованої зони.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення неорганізованих викидів.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Приблизний розрахунок частки парів розчинника в ізольованій зоні, що обробляються, робиться за такою формулою:

$$\frac{\text{Сушарки з повітряним потоком (або інтегрована сушарка – окисник)}}{\text{Сушарки з повітряним потоком + додаткова витяжна вентиляція}}$$

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Відсутній негативний вплив на довкілля.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується на всіх заводах для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням.

### **Економічні аспекти**

Відсутні додаткові витрати.

### **Стимул до впровадження**

Вентиляція друкарського цеху або ізольованої зони необхідна для регулювання клімату уникнення надмірного впливу розчинників на персонал. Забір вхідного повітря для сушарок із друкарського цеху або ізольованої зони сприяє такій вентиляції.

### **Приклади заводів**

Усі або майже всі заводи для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням у Європі.

### **Довідкова література**

[\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 186, INTERGRAF 2017 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### 11.4.3.2 Сушарка для рулонного офсетного друку, інтегрована з очищенням відхідних газів.

#### Опис

Сушарка для рулонного офсетного друку з вбудованою установкою очищення відхідних газів, що дає змогу змішувати повітря, що надходить у сушарку, з частиною відпрацьованих газів, що повертаються із системи термічного окиснення відхідних газів.

#### Технічний опис

Ця технологія складається із сушарки з гарячим повітрям для друкованого рулону друкарських машин із температурним закріпленням, де вхідне повітря для сушіння нагрівається шляхом змішування його з частиною вихлопних газів із пальника або пальників, які окиснюють вміст ЛОС у вихідному повітрі для сушіння.

Вхідне повітря для сушіння повністю подається в ці пальники. Частина вихлопних газів пальника, яка не рециркулюється й не використовується для нагрівання вхідного повітря для сушіння, викидається.

Холодне повітря, що надходить у сушарку, використовується для охолодження рулону на виході із сушарки та запобігання випаровування ЛОС з друкарської фарби на рулоні. Охолодження може також бути досягнуто за допомогою металевих валків, які зсередини охолоджуються водою.

Максимальна температура рулону регулюється й зазвичай становить від 140 °С до 190 °С. Існує обмеження на рециркуляцію повітря з окисника до сушильної частини, оскільки максимальна температура паперового полотна обмежена.

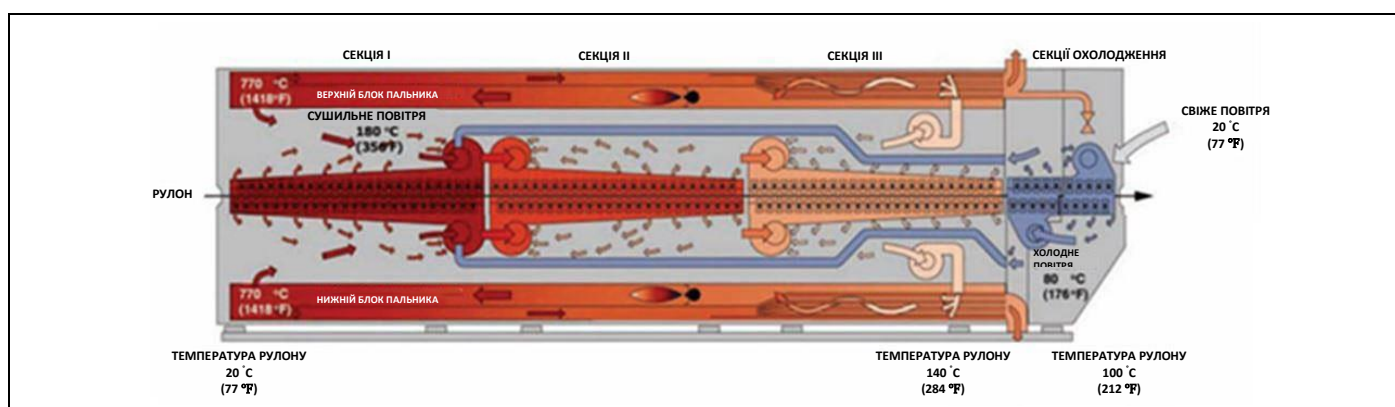


Рисунок 11.12: Інтегроване очищення відхідних газів у сушарці машини для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням

#### Досягнуті екологічні переваги

Основною перевагою є запобігання викидам ЛОС в результаті сушіння мінеральних олій у фарбах з температурним закріпленням.

Крім того, це запобігає появі неприємних запахів. Неочищені вихлопні гази з сушарок температурного закріплення відомі своїм неприємним запахом.

Споживання енергії значно нижче, ніж у випадку окремих сушарок та окисників. Споживання енергії окремою сушаркою знижується, та в результаті рециркуляції знижується енергоспоживання окисника. Це можна пояснити тим фактом, що потік відпрацьованого повітря цих інтегрованих сушарок-окисників становить половину повітряного потоку з окремої сушарки для тієї ж друкарської машини.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Інтегровані сушарки/окисники зазвичай здатні досягати значень, нижчих за граничне значення викидів за ДПВ (Додаток VII до Директиви 2010/75/ЄС).

Ефективність знищення залежить не тільки від значення викидів, але і від кількості мінеральної оливи, що випаровується, що, своєю чергою, залежить від покриття друкарською фарбою рулону та від температури сушіння.

Зазвичай концентрація ЛОС у сушильному повітрі становить близько 2 г ЛОС/м<sup>3</sup>, а значення викидів значно нижче 20 мг С/м<sup>3</sup>. У результаті ефективність знищення становитиме понад 99%. Значення 99,9% також досяжні.

Сушарки-окисники розробляються та виробляються спеціалізованими компаніями, які мають досвід роботи на ринку рулонного офсетного друку з температурним закріпленням. Їхні розміри залежать від ширини та швидкості друкарської машини та звичайної кількості друкарської фарби на рулоні.

Надійність цих машин видатна. Це, звичайно, необхідно, тому що у випадку дефекту подальше друкарське виробництво неможливе: неможливо обійти термічний окисник.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

У наявних будівлях можуть бути обмеження на застосування через розміри вбудованої сушарки-окисника.

Заміна наявних сушарок та їхніх окремих окисників без заміни друкарської машини не виправдовує економії споживання енергії.

### **Стимул до впровадження**

Менше споживання енергії та скорочення викидів ЛОС.

### **Приклади заводів**

Широко використовується.

### **Довідкова література**

[\[ 186, INTERGRAF 2017 \]](#)

## **11.4.4 Очищення**

### **11.4.4.1 Очищувальні засоби без ЛОС і з низькою леткістю для ручного очищення**

#### **Опис**

Вхідний потік ЛОС у ручному очищенні можна зменшити шляхом комбінування таких технологій:

- обережне поводження з очищувальним засобом, наприклад, закриття контейнерів після використання;
- застосування РВТК (розчинник із високою точкою кипіння) або очищувальних засобів на основі рослинних олій (РОЗ), що не містять ЛОС (див. Розділ 17.9.5), для всіх операцій з очищення;
- використання очищувальних засобів із низьким рівнем впливу на довкілля, див. Розділ 17.6.1.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Вхідний потік ЛОС для очищення може бути знижений до < 5% від вхідного потоку друкарської фарби, або може бути зменшено загальний вплив на довкілля, у тому числі OFP (озоноутворювальний потенціал).

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Використання вищевказаних розчинників може означати, що більше відпрацьованого розчинника потребує обробки та/або утилізації, оскільки випаровується менше розчинника.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Рослинні очищувальні засоби (РОЗ) не застосовуються для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням, оскільки вода для промивання може пошкодити паперове полотно.



Лише в процесі листового високого друку може легко використовувати РОЗ, але для офсетного друку рослинні очищувальні засоби не є ефективним рішенням для очищення офсетних циліндрів і гумових полотен. Доступні зараз РОЗ діють як агенти набухання на гумових полотнах, і полотна стають непридатними для використання. Необхідно враховувати, що, попри те, що РОЗ мають значні екологічні переваги, РОЗ вважаються НДТМ лише для деяких методів виробництва.

Очищувальні засоби з низькою леткістю вимагають нової робочої практики. Продукти з низькою леткістю часто не діють відразу після нанесення на поверхню, що очищається. Як другий етап, їх потрібно змити водою. Отже, перехід на нелеткі речовини для очищення вимагатиме від робітників коригування своєї робочої практики.

Коли нелеткі очищувальні засоби наносяться вручну, їх слід використовувати з обережністю, тому що потрапляння крапель у машину може призвести до помилок друку [148, COM 2009].

#### **Економічні аспекти**

Для ефективного очищення необхідні менші кількості, і їх можна розбавляти водою до 50%. Менше споживання, що виникає в результаті, повністю компенсує їхню вищу ціну [148, COM 2009].

#### **Стимул до впровадження**

Охорона праці (вплив парів розчинників) та техніка безпеки (запобігання вибухам у сушарці у випадку потрапляння паперового полотна з очищувальним засобом у сушарку).

#### **Довідкова література**

[7, Germany 2003] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [148, COM 2009]

### **11.4.4.2 Використання розчинників, які не містять ЛОС, або розчинників із низькою леткістю для автоматичного очищення полотна**

#### **Опис**

Використання нелетких або низьколетких органічних сполук як очищувальні засоби для автоматичного очищення полотна.

#### **Технічний опис**

Автоматичне очищення офсетного полотна в процесі рулонного офсетного друку з температурним закріпленням стосується очищення офсетного циліндра з натягнутим гумовим полотном під час друку. Паперові волокна та друкарська фарба прилипають до гумового полотна та знижують якість друкованої продукції. Під час виробництва друкарська машина іноді уповільнюється або зупиняється відповідно до циклу очищення гумових полотен, яких зазвичай вісім на друкарській машині з температурним закріпленням (чотири кольори на кожній стороні паперового полотна). Очищувальний засіб складається з розчинника, який часто змішують із водою. У разі використання води паперові волокна набухають, а розчинники відокремлюють як волокна, так і друкарську фарбу від гумового полотна.

Тривалість та частота циклів очищення сильно відрізняються залежно від друкарської машини, паперу та завдання друку. Неправильна тривалість циклу очищення може призвести до розриву полотна. Повідомляється, що цикли очищення займають від 15 до 40 секунд, але іноді можуть займати до 3 хвилин. Для одного циклу очищення може використовуватися від 10 мл до 700 мл очищувального засобу.

Існує три типи автоматичного очищення:

- Щіткова система: щітка, змочена сумішшю води й розчинника, на короткий час притискається до офсетного полотна. Щітка витирається начисто: близько 10% очищувального засобу збирається разом із видаленим брудом, а близько 90% переноситься на паперове полотно.
- Тканинна система: тканина кілька разів притискається до гумового полотна. Як на тканину, так і на офсетний циліндр розпилюють очищувальний засіб. Близько 20% очищувального засобу і бруду, що відокремився, вбирається тканиною. Решта очищувального засобу переноситься на паперове полотно. В інших випадках тканину попередньо змочують очищувальним засобом.

- Розпилувальна система: на офсетний циліндр розпилюється очищувальний засіб. Очищувальний засіб і бруд, що відокремився, переносяться на паперове полотно.

У всіх трьох системах паперове полотно переносить весь або майже весь очищувальний засіб у сушарку, де він випаровується. ЛОС, поглинені паперовим полотном, потім обробляються в окиснику. Решта збирається та утилізується як відходи. Тому неорганізовані викиди є незначними.

Оскільки більша частина очищувальних засобів потрапляє в сушарку, уся система з методом очищення, очищувальним засобом, сушаркою та окисником має бути спроектована та експлуатуватися в такий спосіб, щоб не виникало небезпеки вибуху через тимчасове збільшення концентрації розчинника в сушарці та окиснику під час циклу очищення. Виробник сушарки зазвичай вказує обмеження, яким мають відповідати очищувальні засоби. Ці обмеження можуть бути виражені по-різному (займистість, тиск парів, НКГВ тощо), але вони завжди призводять до дуже низького тиску парів розчинників, що використовуються.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Ця технологія дає змогу уникнути неорганізованих викидів через незначне випаровування розчинників з очищувальних засобів, що використовуються для автоматичного очищення. Крім того, ці автоматичні системи очищення скорочують обсяг ручного очищення і, отже, використання більшої кількості летких розчинників.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Поєднання використовуваних низьколетких розчинників, короткої тривалості циклу очищення та конструкції систем очищення означає, що майже всі ЛОС або вловлюються, або поглинаються паперовим полотном. У результаті під час автоматичного очищення не виникають неорганізовані викиди, які потребують уваги, коли в очищувальних засобах використовуються тільки розчинники з низькою леткістю.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Кількість макулатури залежить від ефективності використовуваного очищувального засобу. Зокрема, очищувальні засоби, що не містять ЛОС, можуть бути менш ефективними, ніж очищувальні засоби з низькою леткістю. У цьому випадку треба уникати використання очищувальних засобів, що не містять ЛОС, щоб запобігти збільшенню втрат паперу.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Усі автоматичні системи очищення, що використовуються на великих заводах рулонного офсетного друку з температурним закріпленням, придатні для застосування розчинників із низькою леткістю в очищувальних засобах.

### **Економічні аспекти**

Відсутні додаткові витрати. Усі сучасні друкарські машини з температурним закріпленням обладнані автоматичними системами очищення полотна.

### **Стимул до впровадження**

Основним стимулом до впровадження є економічні переваги (швидше очищення, вища продуктивність, менший обсяг ручного очищення), покращені умови праці (менший обсяг ручного очищення, менший вплив парів розчинників) та підвищена безпека (використовується менше займистих рідин).

### **Приклади заводів**

Усі заводи, що надали дані.

### **Довідкова література**

[ 186, INTERGRAF 2017 ]

## 12 ФЛЕКСОГРАФІЧНИЙ ДРУК ТА НЕПУБЛІКАЦІЙНИЙ РОТОГРАВЮРНИЙ ДРУК

На заводах із виробництва гнучкої упаковки використовується комбінація двох або більше таких процесів:

- ротогравюрний друк на упаковці (не ротогравюрний друк)
- флексографічний друк;
- ламінування;
- лакування;
- цифровий друк.

Розчинники можуть використовуватися у всіх цих процесах.

### 12.1 Загальна інформація про галузь флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку

[\[ 194, Technavio 2017 \]](#) [\[ 196, ERA 2015 \]](#) [\[ 197, FPE 2017 \]](#)

Ринок флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку в Європі постійно зростає, й очікується, що й надалі стабільно зростатиме в найближчі роки. Одним з основних факторів цієї тенденції є зростання попиту на гнучку упаковку на основі пластмаси.

Основними типами продукції флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку є:

- кондитерські вироби;
- фармацевтичні препарати;
- товари для особистої гігієни;
- корм для тварин;
- м'ясні продукти;
- молочні продукти;
- заморожені харчові продукти;
- фрукти та овочі.

Протягом 2015 року сегмент кондитерських виробів домінував на ринку, на який припадало понад 22% частки ринку за прибутком.

Основні види сировини:

- пластмаса;
- папір;
- алюмінієва фольга.

За оцінками, європейська галузь флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку має загалом 320 поліграфічних підприємств, у яких експлуатується 820 машин ротогравюрного друку. Вони виробляють, наприклад, такі продукти:

- Гнучкий пакувальний матеріал (упаковка з фольгованої плівки у вигляді моношару або композиту для пакування харчових продуктів, кондитерських виробів, фармацевтичних препаратів тощо). Гнучкий пакувальний матеріал використовується власниками великих міжнародних брендів, а також великими мережами супермаркетів для пакування продуктів їхніх власних торгових марок.
- Етикетки для пляшок великих виробників безалкогольних напоїв.
- Кришки для молочних продуктів (наприклад, йогурт).

- Картонні упаковки для напоїв для молока та соку.

Оборот галузі флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку в Європі становить близько 15 мільярдів євро на рік. Це приблизний розрахунок. Обороти окремого друкарського пристрою залежить від продукту та основи, на якій він друкує.

У Європі також є близько 85 заводів оздоблювального ротогравюрного друку, на яких експлуатується 300 машин ротогравюрного друку. Вони виробляють переважно:

- папір-основу для ламінату, меблів, кухонних меблів тощо;
- подарункову упаковку;
- шпалери.

Оборот декоративного ротогравюрного друку в Європі становить близько 2,5 мільярда євро на рік.

Багато установок флексографічного й непублікаційного ротогравюрного друку не мають власного гравіювального обладнання та наймають субпідрядників на виготовлення та гравіювання циліндрів. Це стало важливою галуззю з річним обсягом виробництва понад 600 000 циліндрів для глибокого друку. Крім того, існує значна кількість гравіюваних циліндрів для тиснення упаковки, шпалер, гігієнічного паперу, декоративних виробів тощо. Обороти оцінюються приблизно в 0,5 мільярда євро на рік. Завдяки субпідряду виробництва та гравіювання циліндрів викиди у воду від гальванічного покриття циліндрів передаються спеціалізованим постачальникам.

## 12.2 Прикладні процеси та технології для флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку

[ 197, FPE 2017 ]

### 12.2.1 Флексографічний друк

Флексографічний друк використовує прямий ротаційний друк із використанням еластичних форм високого друку, як-от гумові або, що наразі більш ймовірно, фотополімерні та друкарських фарб швидкого висихання на основі розчинника або на водній основі.

Флексографічний друк – це майже виключно рулонний процес. Це простий метод друку, зазвичай із дуже простою системою подання друкарської фарби, що використовує один розподільний валик із шорсткою поверхнею.

Сьогодні спеціально розроблені флексографічні друкарські машини виробляють широкий спектр друкованої продукції. Він особливо підходить для великосерійного рулонного друку й чудово адаптується до широкого спектра основ — від тонкого паперу до щупкого гофрованого картону, від тонкого целофану до товстого гнучкого листового матеріалу, вінілу і фольги. Основними галузями застосування цього процесу є гнучка упаковка, картонні упаковки для рідин, деякі газети, книги в паперовій обкладинці, етикетки, паперові/пластикові пакети, картонні коробки/упаковка та покриття для стін.

Заводи з виробництва та друку гофрованого картону використовують листові друкарські машини. Гофрований картон розрізається на жорсткі листи, які проходять через всю друкарську машину горизонтально. Ці друкарські машини бувають «нижніми» або «верхніми», тобто друкують на нижній або верхній стороні основи.

#### Фарбовий апарат

На одній друкарській машині можна друкувати багато різних продуктів і на багатьох різних основах, тому друкарську фарбу доводиться регулярно міняти. Друкарські фарби для упаковки для харчових продуктів із роками змінилися з фарб на основі ароматичних розчинників на фарби на основі аліфатичних розчинників, тобто з толуолу та ксилену на етанол, МЕК, ацетон та етилацетат. Ця друкарська фарба висихає через випаровування; проте також використовуються фарби, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання [ 38, TWG 2004 ].

Друкарська фарба має низьку в'язкість, є рідкою і традиційно утримується у фарбовому резервуарі, звідки вона забирається гумовим обертовим дукторним валком. Дукторний валок потім подає фарбу на дозувальний валок. Перед перенесенням на друковану форму надлишки фарби видаляються з дозувального валика за допомогою ракелю.

Більш сучасною системою є ракельна камера, у якій резервуар для друкарської фарби з'єднаний із дукторною головкою, з якої друкарська фарба подається безпосередньо на валик, що дозує фарбу (анілоксовий). Оскільки друкарська фарба циркулює за допомогою насосів у боксоподібній конструкції, перенесення друкарської фарби на анілоксовий валок залежить від швидкості друкарської машини. Два ракеля, з'єднані з дукторною головкою, щільно прилягають до анілоксового валку.

#### Валок для дозування фарби (анілоксовий)

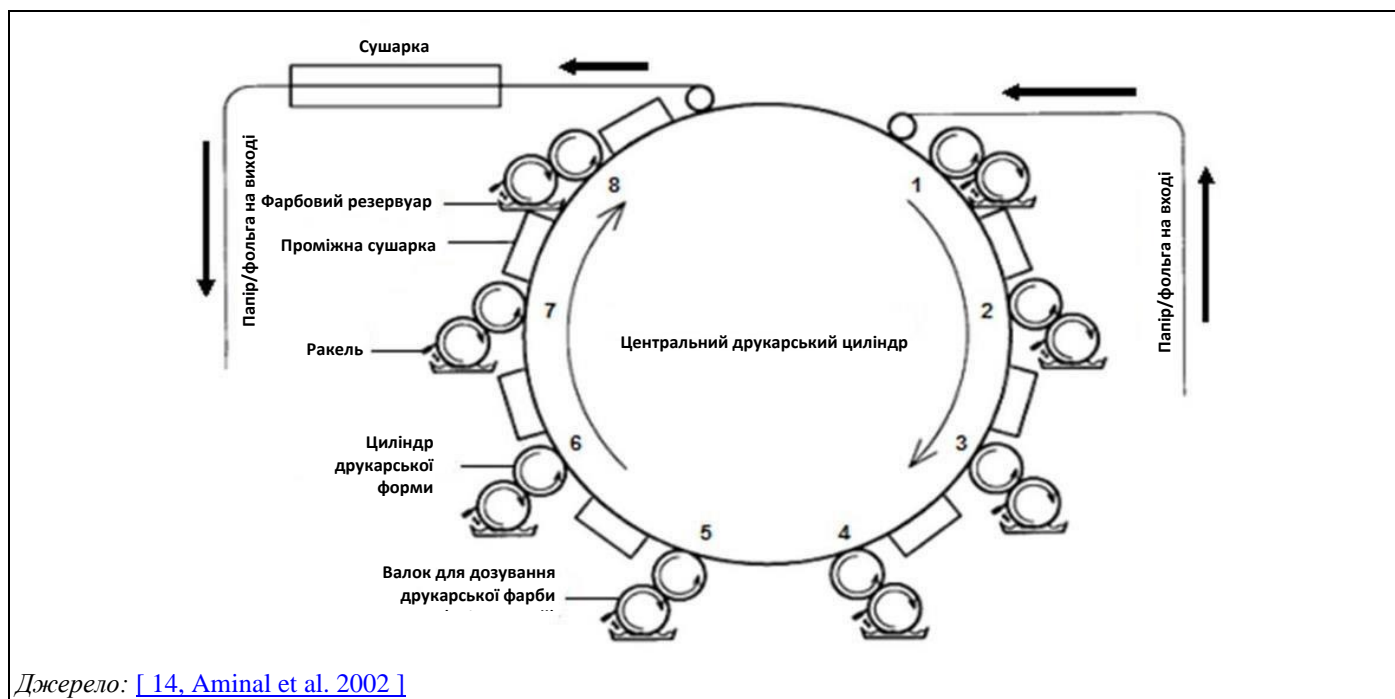
У флексографічній друкарській машині фарба переноситься з фарбового апарату на (анілоксовий) валок, що дозує фарбу. Валок для дозування фарби керамічний і покритий комірками, за допомогою яких фарба дозується на друкарську форму; кількість залежить від глибини та структури комірок, формування малюнка та кількості трафаретів. Комірки можуть бути вигравійовані механічним способом або лазером, а за необхідності можуть бути повторно гравійовані.

#### Циліндр друкарської форми

Циліндр друкарської форми — це зазвичай сталевий циліндр, до якого друковані форми кріпляться за допомогою двостороннього клейкого матеріалу. Друкарські форми для флексографічного друку зазвичай виготовляються з чутливих до УФ-випромінювання полімерів або гуми, вони еластичні та гнучкі, що й дало назву цій технології.

### Друкарський циліндр

Флексографічні друкарські машини можуть бути спроектовані у вигляді серії секцій або в компактній формі. У серійній конструкції кожна друкарська секція має власний друкарський циліндр, і вони розміщуються одна за одною. У компактній формі кілька друкарських секцій можуть підтримуватися з обох боків або, у невеликих друкарських машинах, підвішуватися з одного боку (консольний тип) центрального друкарського циліндра. Така конструкція також відома як друкарська машина планетарного типу [ 38, TWG 2004 ].



**Рисунок 12.1:** Восьмиколірна флексографічна друкарська машина з центральним друкарським циліндром (друкарська машина планетарного типу)

#### Очищення

Очищення друкарських форм та деталей машин виконується розчинниками, аналогічними розчинникам у друкарських фарбах або лаках. Також можна використовувати ультразвукове очищення та очищення порошком під високим тиском.

### 12.2.2 Ротогравюрний друк

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 3, IMPEL 2000 ] [ 8, Nordic Council of Ministers 1998 ]  
[ 78, TWG 2005 ] [ 197, FPE 2017 ]

У ротогравюрному друку зображення складається з невеликих заглиблень на гладкій поверхні циліндра. Він складається зі сталеві основи, покритої міддю та покритою тонким шаром твердого хрому. Це, як правило, більш спеціалізований процес, ніж високий або літографський друк. У цьому процесі циліндр заливають друкарською фарбою, а поверхню зачищають, залишаючи фарбу тільки в заглиблених друкувальних зонах.

Ротогравюрний друк використовується для друку двох основних графічних продуктів: публікаційних, які описуються в Главі 13 цього документа, та гнучкої упаковки (наприклад, упаковки для тютюнової промисловості). Другорядними галузями поліграфічного застосування є етикетки, обгортковий папір, картонна упаковка, банкноти та поштові марки. За межами поліграфічної промисловості цей метод використовується для друку шпалер, імітації дерева (ламінат) та імітації плитки для підлоги та стін.

Таблиця 12.1: Основні технічні характеристики машин для ротогравюрного друку на упаковках

| Параметр                             | Технічні характеристики   |
|--------------------------------------|---|
| Ширина рулону                        | До 2 000 мм   |
| Друкарські секції                    | Зазвичай від 6 до 10, часто 8 кольорових секцій + одна лакувальна секція та/або ламінувальна секція   |
| Робоча швидкість                     | Зазвичай приблизно 250–400 м/хв; також залежить від діаметра використовуваних циліндрів   |
| Конструкція                          | Секції, розташовані в рядок, кожна друкує окремий колір   |
| Кольори                              | Усі кольори, часто також білила   |
| Основи                               | Папір, різні види пластмасової плівки, металізований папір та пластмаса, алюмінієва фольга; часто багатокомпонентний матеріал, багатшарова основа |
| Використовувані розчинники           | Етилацетат, етанол, МЕК та інші. Переважно в сумішах у Північній Європі   |
| Методи усунення забруднення довкілля | Переважно РТО та відновлення розчинника   |

Більшість ротогравюрних друкарських машин для упаковки мають ширину рулону більше одного метра. Вони друкують вісім або навіть більше кольорів, кожна друкарська секція друкує один колір [ 15, СІТЕРА 2003 ].

Сьогодні ротогравюрний друк — це майже повністю рулонний процес, хоча доступні листові друкарські машини, що працюють зі швидкістю до 10 000 листів на годину. Вони мають сушарки з гарячим повітрям та призначені для спеціалізованих ринків високоякісних декоративних ефектів із використанням металевих друкарських фарб на металізованому папері та фользі. Проте наразі вони рідко використовуються, імовірно, через великі витрати на виготовлення циліндрів, що робить великі цикли (полотно) більш економічними [ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ].

#### Фарбовий апарат

[ 8, Nordic Council of Ministers 1998 ] [ 38, TWG 2004 ]

Висока швидкість ротогравюрних друкарських машин вимагає використання друкарських фарб швидкого висихання, які сушаться між змінами кольору в сушарках. Отже, у сфері ротогравюрного друку друкарські фарби мають низьку в'язкість, і майже всі вони на основі розчинників. У друкарських фарбах для упаковки використовуються майже виключно етанол та етилацетат. Розчинники випаровуються за допомогою тепла та повітря в сушильних секціях [ 38, TWG 2004 ].

Пари розчинників від друкарських фарб у ротогравюрному друку зазвичай обробляються в РТО або відновлюються.

Друкарські фарби на водній основі для ротогравюрного друку використовуються для друку шпалер та імітації дерева (ламінат) [ 8, Nordic Council of Ministers 1998 ] [ 38, TWG 2004 ].

### 12.2.3 Ламінування та лакування гнучкої упаковки

Гнучкі пакувальні матеріали часто є багатшаровими матеріалами, створеними шляхом ламінування та покриття захисним шаром, іменованим лаком. Процеси технічно подібні до гравюрного друку на упаковці. Хоча зображення не друкується, основа зазвичай повністю покрита (тобто покрита на 100%). Використовуються клейкі речовини на основі розчинника або без вмісту розчинника (одно- або двокомпонентні), клейкі речовини на водній основі та смоли [ 38, TWG 2004 ] [ 197, FPE 2017 ].

## 12.3 Поточні рівні споживання та викидів від флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку

[ 155, TWG 2016 ] [ 197, FPE 2017 ]

Значення питомого споживання та викидів значною мірою залежать від продукції, що виробляється, та збільшуватимуться зі:

- зменшенням обсягу друку;
- збільшенням кількості циклів зміни кольору;
- надзвичайно високими вимогами до якості друку або складними друкованими зображеннями;
- зниженням якості паперу;
- збільшенням площі поверхні для покриття.

Дані щодо 33 заводів із флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку були отримані в процесі збору даних, і їхній аналіз надано в подальших розділах [ 155, TWG 2016 ].

### 12.3.1 Споживання

#### 12.3.1.1 Органічні розчинники

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 155, TWG 2016 ]

Зареєстровані значення загального споживання органічних розчинників перебувають у діапазоні від 40 г до 390 г розчинника на кг друкованої поверхні. Відповідний діапазон повідомлених значень загального споживання розчинника, вираженого стосовно поверхні друку, становить від 1 кг до 30 кг розчинника на 1 000 м<sup>2</sup>. Було неможливо розмежувати за матеріалом основи, оскільки більшість заводів, про які повідомлялося, використовують низку типів основи, наприклад, поліпропілен, поліетилен, поліефір, поліамід, алюмінієву фольгу або фольгований папір, картон [ 155, TWG 2016 ].

У Таблиці 12.2 показано вибір типових органічних розчинників, які використовуються в процесах друку на упаковці, разом із галуззю їхнього застосування (інформація від 2004 року). У Таблиці 12.3 наведено огляд типових органічних розчинників, які можна зустріти в процесах друку на упаковці із застосуванням друкарських фарб, клейких речовин або лаків на водній основі.

**Таблиця 12.2 Типові розчинники, що використовуються в процесах флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку для упаковок на основі розчинників**

| Розчинник                     | Тиск пари (кПа) | Галузь застосування  |
|-------------------------------|-----------------|--|
| Етилацетат                    | 9,2             | Розріджувач, очищувальний засіб  |
| Етанол                        | 5,9             | Розчинник у друкарській фарбі, очищувальному засобі                              |
| Суміші етанолу та етилацетату | ІВ              | Суміш залежить від необхідного часу сушіння                                      |
| Ізопропанол                   | 4,3             | Розчинник у друкарській фарбі, очищувальному засобі                              |
| Ізопропілацетат               | 6,1             | Регулятор в'язкості  |
| Метилетилкетон                | 10,5            | Сикатив; часто використовується як розчинник у клейких речовинах та деяких лаках |
| н-бутанол                     | 1,2             | Сповільнювач   |
| Метоксипропанол               | 1,1             | Сповільнювач   |
| н-пропанол                    | 2,5             | Сповільнювач   |
| Етоксипропанол                | 0,65            | Сповільнювач   |
| Різні складні ефіри           | ІВ              | Пластифікатор  |

Джерело: [ 7, Germany 2003 ] [ 38, TWG 2004 ]



**Таблиця 12.3: Типові розчинники, що використовуються в процесах флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку для упаковок на водній основі**

| Розчинник        | Тиск пари (кПа) | Галузь застосування  |
|------------------|-----------------|--|
| Етанол           | 5,9             | Розчинник у друкарській фарбі, сикатив, очищувальний засіб   |
| Ізопропанол      | 4,3             | Розчинник у друкарській фарбі, очищувальному засобі  |
| n-пропанол       | 2,5             | Розчинник у друкарській фарбі  |
| Спеціальна нафта | 4,0–8,5         | Очищувальний засіб (використовується рідко, оскільки більшість упаковок призначено для харчових продуктів) |
| Уайт-спірит      | 0,15–1,0        | Очищувальний засіб (використовується рідко, оскільки більшість упаковок призначено для харчових продуктів) |

Джерело: [ 7, Germany 2003 ]

Крім органічних розчинників у куплених друкарських фарбах, інші відповідні кількості розчинників використовуються для розрідження фарби (контроль в'язкості) та для деяких робіт з очищення. Процеси ротогравюрного та флексографічного друку відрізняються, особливо у сфері контролю в'язкості.

У Таблиці 12.4 надані типові середні значення питомого використання ЛОС.

Важливо зазначити, що співвідношення твердих часток і розчинника в «покупних» друкарських фарбах сильно змінюватиметься залежно від заводу. Друкарська фарба постачається відповідно до певних специфікацій. В одному випадку вона постачається «майже готовою до друку» із вмістом розчинника близько 75% (невелике остаточне розведення виконується в друкарській машині). В іншому випадку друкарська фарба постачається у вигляді «пасти» із вмістом розчинника близько 30%. Пасту змішують й розводять у відділі підготовки фарби до «майже готової до друку». Знову ж, остаточне розведення виконується в друкарській машині, щоб надати операторам можливість гнучкого (шляхом додавання розчинника) визначення певного часу сушіння. Готові до використання друкарські фарби на основі розчинника містять

~ 80% розчинника [ 148, COM 2009 ]. Крім того, кілька років тому «нормальний» відсоток розчинника в «покупній» друкарській фарбі становив від 50% до 60%; зараз цей показник не є актуальним. На більших заводах сьогодні друкарська фарба купується у вигляді «пасти» й розводиться на місці [ 78, TWG 2005 ]:

**Таблиця 12.4: Питоме споживання ЛОС у процесах флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку для упаковок**

| Процес друку                              | Використовувані ЛОС, виражені у % від купленої друкарської фарби (% мас.) у таких галузях: |                  |                                   |                  |                    |                  | Загальна кількість ЛОС у % від купленої друкарської фарби (% мас.) |                  |
|---|--|------------------|-----------------------------------|------------------|--------------------|------------------|--|------------------|
|   | Друкарські фарби <sup>(1)</sup>  |                  | Розріджувач для друкарської фарби |                  | Очищувальні засоби |                  |  |                  |
|   | Середнє значення   | Діапазон значень | Середнє значення                  | Діапазон значень | Середнє значення   | Діапазон значень | Середнє значення   | Діапазон значень |
| Ротогравюрний друк на основі розчинника   | 6  | 4–7              | 10,1                              | 7–12             | 1,7                | ІВ               | 17,8   | 12,7–20,7        |
| Флексографічний друк на основі розчинника | 6  | 4,5–7,5          | 8,1                               | 5–9,5            | 1,4                | ІВ               | 15,5   | 10,9–18,4        |
| Ротогравюрний друк на водній основі       | 5  | 0–20             | 2                                 | 0–5              | 10                 | 0–15             | 17 <sup>(2)</sup>  | 0–40             |
| Флексографічний друк на водній основі     | 5  | 0–20             | 2                                 | 0–5              | 10                 | 0–15             | 17 <sup>(2)</sup>  | 0–40             |

<sup>(1)</sup> Готова до друку друкарська фарба завжди містить близько 80% розчинника. Фарба, куплена з більш високим вмістом розчинника, вимагатиме меншої кількості розчинника для розрідження (регулювання в'язкості). Середні значення для друкарських фарб на основі розчинника: для глибокого друку зазвичай трохи більше ніж 80%, а для флексографічного друку — трохи менше ніж 80%.

<sup>(2)</sup> Середнє значення для друкарських фарб на водній основі, що дорівнює 17%, є занадто високим [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ].  
Джерело: [ 7, Germany 2003 ]

### 12.3.1.1.1 Друкарські фарби та лаки

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 7, Germany 2003 ] [ 8, Nordic Council of Ministers 1998 ]  
[ 9, VITO 1998 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 212, TWG 2018 ]

#### Типи використовуваних друкарських фарб – на основі розчинника

Найбільш поширеними розчинниками, які використовуються в друку упаковки на основі розчинників, є етанол та етилацетат. Крім того, на заводах із флексографічного друку використовується ізопропанол, н-пропанол, метоксипропанол та етоксипропанол, а на заводах глибокого друку також використовується метилетилкетон (МЕК), ізопропілацетат та н-пропілацетат. Вибір розчинника, який використовується в друкарській фарбі, залежить від основи для друку.

Під час друку в'язкість друкарської фарби регулюється за необхідності або підтримується на заданому рівні шляхом додавання сумісних розчинників. Нещодавно змішані друкарські фарби завжди робляться дещо надто в'язкими, щоб в'язкість можна було точно відрегулювати в друкарській машині.

Фарба для флексографічного друку буває або на основі розчинника, або на водній основі. Фарба для глибокого друку майже завжди на основі розчинника, а фарби на водній основі використовуються рідко.

У Таблиці 12.5 наведено середній склад базового рецепта друкарської фарби на основі розчинника. Концентрація розчинника в друкарській фарбі може бути різною. Готові до друку друкарські фарби можуть містити до 80% розчинника та 20% твердих часток. Лаки також містять близько 80% розчинників [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ].

**Таблиця 12.5: Середній базовий склад друкарської фарби для флексографічного друку на основі розчинника**

| Компонент   | Зміст   | Концентрація (% мас.) |
|---|---|-----------------------|
| <i>В'язуча речовина:</i>  |   |                       |
| - компонент розчинника  | Розчинники з нормальною швидкістю висихання: наприклад, етанол, н-пропанол, ізопропанол             | 60–80                 |
|   | Розчинники швидкого висихання: наприклад, етилацетат, ізопропілацетат та н-пропілацетат, МЕК, нафти |                       |
|   | Розчинники повільного висихання: наприклад, метоксипропанол, етоксипропанол                         |                       |
| - компонент в'язучої речовини   | Похідні целюлози (наприклад, нітроцелюлоза), полівінілбутирати, ПВХ, поліаміди                      | 2–10                  |
| <i>Барвники</i>   | Неорганічні та/або органічні пігменти   | 5–10                  |
| <i>Допоміжні речовини для кольору</i>   | наприклад, пом'якшувачі, воски, регулювальні засоби, ЕДТА (більше не використовується в Німеччині)  | 1–6                   |
| Примітка: Фізичні властивості: вміст твердих часток: 25–40%, нижча теплотворна здатність: > 20 МДж/кг; температура спалаху < 21 °С. |   |                       |
| <i>Джерело:</i> [ 7, Germany 2003 ] [ 19, Austria 2003 ]  |   |                       |

Типова формула друкарської фарби для флексографічного друку на папері наведена в Таблиці 12.6, а типова формула друкарської фарби без вуглеводневих розчинників для паперу наведена в Таблиці 12.7.

**Таблиця 12.6: Типова покупна друкарська фарба для флексографічного друку для паперу**

| Компонент                                     | Концентрація (% мас.) |
|---|-----------------------|
| Пігмент                                       | 20                    |
| Лак із малеїнової смоли                       | 16                    |
| Нітроцелюлозний лак                           | 38                    |
| Віск  | 4                     |
| Пластифікатор                                 | 4                     |
| Етанол  | 11                    |
| Ізопропілацетат                               | 7                     |
| <i>Джерело:</i> [ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] |                       |

Таблиця 12.7: Типова покупна друкарська фарба без вмісту розчинника для флексографічного друку для паперу

| Компонент                              | Концентрація (% мас.) |
|--|-----------------------|
| Органічний пігмент                     | 12                    |
| Спирторозчинна поліамідна смола        | 22                    |
| Нітроцелюлоза (маса в сухому стані)    | 4                     |
| Віск                                   | 4                     |
| Жирна амінокислота                     | 1                     |
| Етанол                                 | 29                    |
| n-пропанол                             | 18                    |
| n-пропілацетат                         | 10                    |
| Джерело: [ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] |                       |

Фарби для флексографічного друку для пластмасових основ та металевої фольги значно відрізняються від друкарських фарб, що використовуються на папері. Використовувані розчинники з часом змінювалися, частково через вимоги та норми для пакування харчових продуктів. Ароматичні розчинники для друкарської фарби були замінені етанолом, етилацетатом та деякою кількістю МЕК у клейких речовинах та лаках [ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 93, COM 2002 ].

Крім загального базового складу, наведеного в Таблиці 12.5, також можна знайти інші приклади друкарських фарб, що використовуються в процесі ротогравюрного друку; один із таких прикладів наведений у Таблиці 12.8. Звичайно, склад фарби значно відрізнятиметься залежно від основи для друку, параметрів друкарської машини та кінцевого застосування готового продукту.

Таблиця 12.8: Типовий склад покупної друкарської фарби для ротогравюрного друку

| Компонент   | Концентрація (% мас.) |
|---|-----------------------|
| Пігмент   | 4–12                  |
| Наповнювач  | 0–8                   |
| Смола   | 10–30                 |
| Пластифікатор/віск/добавки                              | 2–10                  |
| Розчинники  | 40–60                 |
| Джерело: [ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 38, TWG 2004 ] |                       |

Загалом вибір розчинника буде залежати від багатьох аспектів, як-от необхідність уникнути впливу розчинника на плівку або покриття розчинником і гарантувати, що в продукті залишиться якомога менше розчинника, особливо в упаковці для харчових продуктів. Лише в дуже рідких випадках необхідно відмовлятися від етанолу, етилацетату та їхніх сумішей. Можна зустріти МЕК, ацетон, толуол (упаковка для медичного призначення) або ізопропанол (нехарчова паперова продукція) [ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 78, TWG 2005 ].

#### Типи використовуваних друкарських фарб – на водній основі

У Таблиці 12.9 наведено середній склад базового рецепта друкарської фарби на водній основі, що застосовується для ротогравюрного друку. Що стосується фарб на водній основі, то концентрація води в покупних друкарських фарбах зазвичай може перебувати в діапазоні 50–60%. Як в'язучі речовини переважно використовуються водні дисперсії, як-от сополімер стиролу та акрилату. Відповідно до призначення та необхідної стійкості для модифікування застосовують кислотні смоли, які переводяться у водорозчинну форму омиленням лужними речовинами (аміаком або амінами). У процесі сушіння аміни або аміак випаровуються, а в'язучі смоли знову стають нерозчинними у воді [ 7, Germany 2003 ].

Як добавки, що сприяють сушінню, додають етанол та ізопропанол у низьких концентраціях [ 7, Germany 2003 ].

У більшості випадків склади містять такі добавки, як антивспінювачі, змочувальні засоби та біоциди. Розведення можна здійснювати водою [ 7, Germany 2003 ].

**Таблиця 12.9: Середній базовий склад друкарської фарби для ротогравюрного друку на водній основі**

| Компонент   | Зміст  | Концентрація (% мас.) |
|---|--|-----------------------|
| <i>В'язуча речовина:</i>  |  |                       |
| - компонент водного розчинника  | Вода   | 50–75                 |
| - компонент органічного розчинника  | Спирти (наприклад, етанол, ізопропанол)  | 0–13                  |
| - інший компонент в'язучої речовини   | наприклад, поліефірні та акрилатні смоли, полівінілацетат                              | 10–20                 |
| - інший компонент в'язучої речовини   | Аміак, амінокислоти  | 1–5                   |
| <i>Пігменти</i>   |  |                       |
|   | Неорганічні та/або органічні пігменти  | 10–20                 |
| <i>Допоміжні речовини для кольору</i>   |  |                       |
|   | наприклад, воски (у Німеччині не використовуються пом'якшувачі та комплексоутворювачі) | 1–5                   |
|   | Омилювальні речовини   | 1–5                   |
| Примітка: Фізичні властивості: вміст твердих часток: 25–40%, нижча теплотворна здатність: > 10 МДж/кг; прибл. значення рН: 8.<br>Джерело: [ 7, Germany 2003 ] [ 19, Austria 2003 ] [ 38, TWG 2004 ] |  |                       |

Типовий склад друкарської фарби на водній основі для ротогравюрного друку на покритому папері може бути таким, як показано в Таблиці 12.10.

**Таблиця 12.10: Типовий склад покупної друкарської фарби на водній основі для ротогравюрного друку для покритого паперу**

| Компонент   | Концентрація (% мас.) |
|---|-----------------------|
| Акрилова смола  | 32                    |
| Вода  | 30                    |
| Пігмент   | 15                    |
| Акриловий полімер у дисперсній фазі   | 15                    |
| Луг   | 2                     |
| Антивспінювач   | 1                     |
| Ізопропанол   | 3                     |
| Восковий диспергатор  | 2                     |
| Джерело: [ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 7, Germany 2003 ] [ 78, TWG 2005 ] Джерело |                       |

Типовий склад ефективної друкарської фарби на водній основі для флексографічного друку на папері або картоні наведено в Таблиці 12.11.

**Таблиця 12.11: Типовий склад покупної друкарської фарби на водній основі для флексографічного друку для паперу та картону**

| Компонент                              | Концентрація (% мас.) |
|--|-----------------------|
| Акрилова емульсія                      | 50                    |
| Вода                                   | 20                    |
| Пігмент                                | 25                    |
| Моноетиламін                           | 2                     |
| Поліетиленовий віск                    | 3                     |
| Органічний антивспінювач               | < 1                   |
| Джерело: [ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] |                       |

Друкарські фарби на водній основі для друку на поліетилені та поліпропілені зазвичай мають набагато більший вміст акрилового дисперсного полімеру (40%) і набагато нижчий відсотковий вміст акрилової смоли (5–10%).

Картонні упаковки майже завжди покриті лаком, частіше покривними лаками на водній основі. Стійкий до термоварування лак на водній основі, придатний для обгортання плівкою може мати формулу, показану в Таблиці 12.12.

**Таблиця 12.12: Типовий склад лаку на водній основі для картону в процесі ротогравюрного друку**

| Компонент                 | Концентрація (% мас.) |
|---------------------------|-----------------------|
| Тверда акрилова смола     | 15                    |
| Ізопропанол               | 20                    |
| Вода                      | 15                    |
| Акрилова емульсія         | 35                    |
| Амін або гідроксид амонію | 2                     |
| Воскова емульсія          | 5                     |
| Дисперсія воску           | 5                     |
| Розділювальний агент      | 2                     |
| Антивспінювач             | 1                     |

Джерело: [ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ]

### Типи використовуваних друкарських фарб – УФ

УФ-друкарські фарби все частіше застосовуються для флексографічного друку. Ці фарби складаються із в'язучих речовин, добавок, фотоініціаторів і барвників, які є твердими матеріалами й не містять розчинників. Сушіння або, точніше, затвердіння є наслідком зшивання або полімеризації друкарської плівки внаслідок впливу на поверхню друку короткохвильового УФ-випромінювання.

### Кількість використовуваних друкарських фарб

Кількість використовуваних друкарських фарб як на водній, так і на основі розчинника значною мірою залежить від кольору фарби та лише незначною мірою від основи для друку або методу друку. У Таблиці 12.13 наведено деякі середні значення.

**Таблиця 12.13: Середні значення нанесення друкарських фарб**

| Кольори          | Нанесення друкарської фарби (для теоретичного повного покриття) (г/м <sup>2</sup> ) |
|------------------|---|
| Білий            | 1,5–2,0   |
| Плашкові кольори | 1,0–1,5   |
| Півтони          | 0,5–1,0   |

Джерело: [ 38, TWG 2004 ]

Інформація, отримана від представників галузі промисловості, вказує на те, що значення нанесення друкарської фарби можуть досягати 12 г/м<sup>2</sup> [ERA коментар №12 у [ 212, TWG 2018 ]].

Більшість повідомлених значень загального споживання друкарської фарби та лаку варіюються від 0,33 г/м<sup>2</sup> до 45 г/м<sup>2</sup> готової продукції [ 155, TWG 2016 ].

Поверхня, на яку наноситься друкарська фарба, особливо в гнучкій упаковці, визначається низкою комплексних вимог замовника, наприклад:

- якість зображення, яке має бути надруковане, та тип основи для друку;
- необхідність запобігання потраплянню світла всередину продукту (зазвичай харчових продуктів);

- необхідність повітронепроникного бар'єра та запобігання розповсюдження запахів;
- для матеріалів друку, що важко звожуються (наприклад, фольги), застосовується ґрунтовка, яка виконує роль клейкої речовини й наноситься під час першого циклу друку;
- для покращення ефекту кольорів друку на прозорій пластмасі або металевій фользі перед нанесенням кінцевих кольорів на поверхні спочатку друкують матовим білим кольором;
- для покращення характеристик пофарбованої поверхні, наприклад, стійкості до ультрафіолетового випромінювання або стирання, повне покриття лаком використовується як останній етап друку.

Наприклад, на гофрованому картоні поверхня, покрита друкарською фарбою, зазвичай становить < 20%, тоді як для високоякісних споживчих товарів (наприклад, упаковка для шоколаду) покриття поверхні > 400% досягається за допомогою використання серії покриттів. «Рівні відтінки» досягають 100% покриття з білою фарбою на пластиці, а лаки та клейкі речовини також мають великий вплив на загальну поверхню, що покривається [\[ 38, TWG 2004 \]](#).

### 12.3.1.2 Очищувальні засоби

Для очищення друкарських машин використовуються переважно ті ж розчинники, що і для друкарських фарб. Заводи, що використовують системи друкарських фарб на водній основі, зазвичай застосовують очищення водою, частково з домішками лужних речовин, наприклад, гідрокарбонату натрію, і поверхнево-активних речовин. Застосовуються також суміші води з водорозчинними органічними розчинниками. Для видалення засохлих друкарських фарб із невеликих порожнин у циліндрах для глибокого друку й анілоксових валках можна використовувати ультразвукове обладнання або інші технології очищення без використання розчинників. Водяні струмені високого тиску також використовуються на анілоксових валках [\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 7, Germany 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#).

### 12.3.1.3 Клейкі речовини в ламінуванні

Ламінування виконується за допомогою систем на основі розчинників та систем без вмісту розчинників. Клейкі речовини на основі епоксидних або уретанових систем, у яких два компоненти вступають у реакцію, утворюючи дуже міцну плівку. Різниця між двома системами полягає в тому, що в одному випадку для регулювання в'язкості використовується розчинник, а в іншому випадку для регулювання в'язкості використовується тепло.

Необхідне змішування двох компонентів, але викидів розчинника не буде. Також застосовуються клейкі речовини без розчинників або клейкі речовини, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання, для ламінування [\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#), [\[ 38, TWG 2004 \]](#), [\[ 197, FPE 2017 \]](#).

### 12.3.1.4 Енергія та ресурси

[\[ 155, TWG 2016 \]](#)

Повідомлені значення питомого споживання енергії, виражені як загальне споживання енергії (електричної та теплової) на квадратний метр друкованої поверхні від установок флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку наведені на Рисунку 12.2.

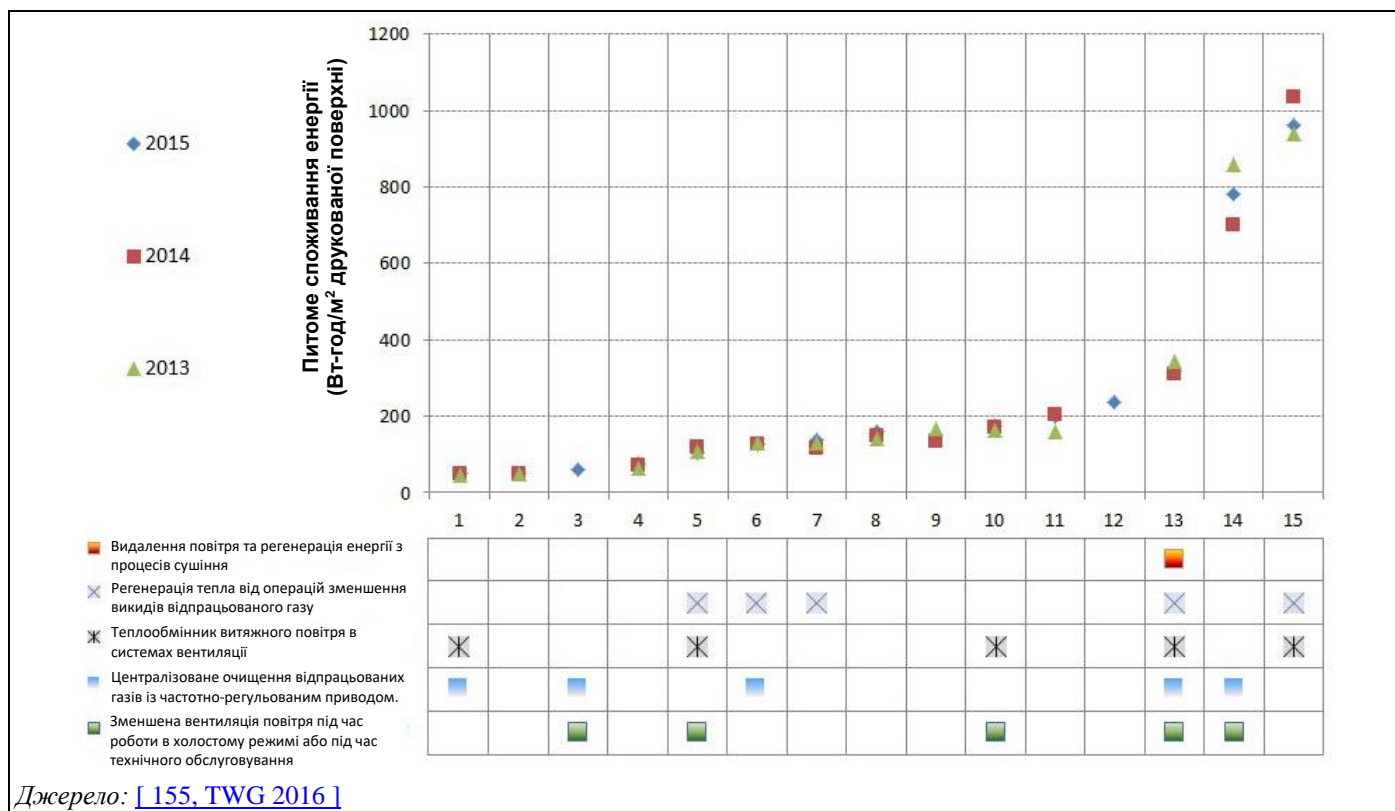


Рисунок 12.2: Питоме споживання енергії, виражене у Вт-год/м<sup>2</sup> друкованої поверхні за період 2013–2015 рр.

Основними технологіями збереження енергії, про які повідомлялося, є:

- видалення повітря та регенерація енергії з процесів сушіння;
- регенерація тепла від очищення відхідних газів;
- використання відпрацьованого тепла від термічного окисника для нагрівання термічної оливи;
- теплообмінник витяжного повітря в системах вентиляції;
- централізоване очищення відхідних газів за допомогою частотно-регульованих приводів;
- теплова ізоляція резервуарів та чанів, що містять нагріті рідини, клапанів для оливи та фланців;
- ССНР (комбіноване охолодження, утворення тепла та електроенергії) – тригенерація;
- зменшена вентиляція повітря під час роботи в холодному режимі або під час технічного обслуговування;
- оптимізація ефективності сушіння в друку та ламінуванні.

Більше інформації про можливі варіанти енергоефективності для поліграфічного сектора загалом можна знайти на вебсторінці проєкту EMPSI<sup>38</sup>.

УФ-друкарські фарби та друкарські фарби на водній основі потребують більше енергії для сушіння, ніж друкарські фарби на основі розчинника. УФ-друкарські фарби потребують УФ-випромінювання для їхнього затвердіння і спеціального обладнання в друкарській машині. Оскільки велика кількість енергії, що подається до ламп, перетворюється на тепло, також необхідні великі установки для охолодження [ 8, Nordic Council of Ministers 1998 ]. Для друкарських фарб на водній основі часто спостерігається зростання споживання енергії сушарками приблизно на 10% [ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ].

<sup>38</sup> EMPSI: Стандартизація управління енергоспоживанням в поліграфічній промисловості, <http://www.emspi.eu/index.html>

### 12.3.2 Викиди

Звіт [77, VROM 2004] вказує на те, що викиди ЛОС від заводів для флексографічного друку та непублікаційного ротографічного друку, що застосовують передову практику, складають від 7,5% до 12,5% базових рівні викидів, розрахованих відповідно до Додатка VII (Частина 5) до Директиви 2010/75/ЄС (ДПВ). Старіші заводи, які під'єднали лише більш концентровані джерела ЛОС до очищення відхідних газів, досягають 10–25% базових рівні викидів. Нижчі значення можуть бути пов'язані із широким використанням продуктів, які не містять розчинників. Так само деякі заводи без обладнання для боротьби з викидами можуть досягати менше ніж 25% базових рівні викидів, але, як наслідок, не багато з них використовуватиме понад 200 тонн розчинника на рік.

Усього було виділено 29 різних джерел викидів. До них належать не лише джерела неорганізованих викидів, але й деякі джерела викидів відпрацьованих газів. Було визначено різницю між чотирма різними групами джерел викидів: друкарський цех (P – press room), окиснення (O – oxidation), очищення (C – cleaning) та підготування фарби (I – ink preparation).

У Таблиці 12.14 нижче для багатьох джерел наведено типові значення викидів для неорганізованих викидів (F – fugitive), виражені у відсотках від вхідного потоку розчинника, можливі заходи щодо скорочення для цього джерела та типові значення викидів після вжиття заходів щодо скорочення. Варто пам'ятати про такі моменти:

- «Типові» значення викидів наведені для того, щоб дати уявлення про порядок величин. Викиди виражені у відсотках від обсягу споживання розчинника заводом. Фактичні значення викидів можуть значно відрізнятися.
- «н.д.» означає, що типове значення викидів не може бути вказано. Викиди з таких джерел, як «дефекти в байпасах» або «продукти на водній основі з вмістом розчинника», очевидно, сильно відрізняються залежно від заводу.
- «Дуже малі» означає, що загальний обсяг викидів усіх «дуже малих» джерел можуть становити менше ніж 1% від обсягу споживання розчинника.
- «Незначні» означає, що викиди або дорівнюють нулю, або на порядок менше, ніж «малі» викиди. Їхній загальний обсяг менший, ніж допустима границя похибки для більших викидів.



Таблиця 12.14: Зменшення неорганізованих викидів від флексографічного друку та непублікаційного ротографічного друку

| Група | Вид діяльності або джерело  | Типові викиди                                      | Можливі заходи щодо скорочення  | Після скорочення  |
|-------|---|--|---|---|
| Р     | Випаровування з фарбового апарату під час виробництва   | 5%   | 1. Належне покриття для фарбових апаратів<br>2. Використання ракельних камер<br>3. Ізолювання секцій лакування або ламінування<br>4. Використання клейких речовин із меншим вмістом розчинника<br>5. Нижня витяжка через сушарки<br>6. Нижня витяжка зі спрямуванням на спалювальну установку | < 2,5%  |
|       | Випаровування з відкритих секцій регулювання в'язкості  | Дуже малі  | Ізолювання  | Незначні  |
|       | Витоки із сушарок через дефекти або тиск вище атмосферного в сушарках   | н.д.   | Належне технічне обслуговування, правильна експлуатація, періодичні перевірки (див. Розділ 17.10.2.4)   | Незначні  |
|       | Дефекти в байпасах сушарок (відхідні гази спрямовуються в атмосферу, а не в спалювальну установку)                                | н.д.   | Високий пріоритет; належне технічне обслуговування, правильна експлуатація, періодичні перевірки, інструктаж для ручного керування за можливості, швидкий ремонт  | н.д.  |
|       | Викиди відпрацьованих газів із друкарських машин, коли вони заповнені друкарською фарбою, але ще не друкують                      | н.д.   | Автоматичне закриття байпасів перед досягненням швидкості приладжування.  | Незначні  |
|       | Викиди відпрацьованих газів із друкарських машин у випадку дефектів виробничих машин  | н.д.   | Належне технічне обслуговування, правильна експлуатація, періодичні перевірки (див. Розділ 17.2.6)  | Дуже малі   |
|       | Викиди відпрацьованих газів із друкарських машин під час друку на швидкості приладжування. (30–60 м/хв)                           | 3–8%   | Автоматичне закриття байпасів перед досягненням швидкості приладжування.  | Дуже малі   |
|       | Очищення підлог   | 1%   | 1. Запобігання забрудненню<br>2. Використання податливих щіток<br>3. Використання нетоксичних очищувальних засобів (див. Розділи 17.8.6 та 17.9.6)  | Дуже малі   |
|       | Випаровування з відкритих барабанів   | Дуже малі  | Тримати закритими якомога довше (див. Розділ 17.2.2)  | Незначні  |
|       | Пакувальні матеріали з залишковим розчинником для харчових продуктів  | Незначні   | Немає   | Незначні  |
| О     | Залишковий розчинник у друкованих матеріалах, які не є упаковкою для харчових продуктів   | н.д.   | Вдосконалення процесу сушіння   | < 0,1%  |
|       | Викиди зі спалювальної установки  | 0,5–1,5%   | (Можуть збільшитися, якщо в спалювальну установку спрямовуються додаткові потоки повітря, насиченого розчинником)   | 0,5–1,5%  |
|       | Дефекти в окиснику, що призводять до викидів відхідного газу в повітря  | н.д.   | Високий пріоритет: належне технічне обслуговування, правильна експлуатація, періодичні перевірки, інструктаж для ручного керування за можливості, швидкий ремонт<br>Забезпечення комп'ютерними технологіями, підключення до постачальника   | Дуже малі   |
|       | Використання друкарських фарб, лаків та клейких речовин на основі розчинника в машинах, не підключених до спалювальної установки  | н.д.   | Підключення до спалювальної установки, коли вона має достатню потужність  | 0,5–1,5%  |
|       | Використання друкарських фарб, лаків та клейких речовин на основі розчинника в сушарках, не підключених до спалювальної установки | н.д.   | Утримання від використання цих сушарок для друкарських фарб на основі розчинників<br>Підключення до спалювальної установки, коли вона має достатню потужність   | 0,5–1,5%  |
|       | С   | Процес сушіння та вентиляція в автоматичних мийних | 5%  | 1. Вентиляція до спалювальної установки<br>2. Використання нетоксичних очищувальних засобів |

|   |  |           |  |           |
|---|--|-----------|--|-----------|
|   | машинах із використанням розчинників   |           | (див. Розділи 17.8.6 та 17.9.6)  |           |
|   | Випаровування під час ручного очищення<br>- Очищення та сушіння вручну після автоматичного промивання<br>- Очищення за допомогою машин, крім автоматичних мийних машин<br>- Випаровування з відкритих барабанів (розчинники, відходи тощо) | 1%        | 1. Запобігання марному випаровуванню<br>2. Запобігання очищенню та сушінню вручну після автоматичного промивання<br>3. Використання автоматичної мийної машини якомога частіше<br>4. Використання нелетких очищувальних засобів якомога частіше<br>5. Запобігання в друкарському цеху забрудненню об'єктів, які не можна очищати в мийній машині в друкарському цеху<br>6. Глибоке очищення анілоксових валків та циліндрів без використання розчинників (див. Розділи 17.8.6 та 17.9.6) | 0,5%      |
| I   | Випаровування в результаті змішування друкарських фарб   | Дуже малі | Автоматичні системи змішування друкарських фарб, барабани близько до сопел, швидке закриття барабанів після наповнення (див. Розділи 17.2.5 та 17.2.2)   | Дуже малі |
|   | Випаровування в результаті виконання перевірки кольору   | Незначні  | Немає  | Незначні  |
|   | Очищення підлог та інші види очищення  | 1%        | 1. Запобігання забрудненню<br>2. Використання податливих щіток<br>3. Використання нелетких очищувальних засобів (див. Розділи 17.8.6 та 17.9.6)  | 0,5%      |
|   | Втрати від випаровування з резервуарів   | Незначні  | Немає  | Незначні  |
|   | Випаровування з відкритих барабанів  | Дуже малі | Тримати закритими (див. Розділ 17.2.2)   | Незначні  |
| Джерело: [ 77, VROM 2004 ] updated by [ 197, FPE 2017 ] |  |           |  |           |

Викиди, спричинені дефектами в сушарках, байпасах або в самому окиснику, можуть бути значними. Те саме стосується машин і сушарок, не зв'язаних з окисником, і вмісту розчинника в друкарських фарбах на водній основі. Типові значення викидів не наведено, але загальна кількість викидів із цих джерел може легко становити кілька відсотків від річного вхідного потоку розчинника. Можна побачити, що загальна кількість викидів з усіх інших джерел може сильно варіюватися. Якщо жоден із заходів скорочення, зазначених у Таблиці 12.14, не буде застосований, ця загальна кількість може складати значно більше ніж 25% від обсягу споживання розчинника. Якщо будуть застосовані всі можливі заходи щодо скорочення, загальна кількість цих викидів може бути значно нижче 15% від обсягу споживання розчинника.

З урахуванням кількох відсотків викидів через дефекти та вміст розчинника в друкарських фарбах на водній основі, можна очікувати, що загальні викиди будуть варіюватися від 10% до 30% на більшості заводів.

Для досягнення низьких значень загальних викидів необхідно застосовувати всі або більшість із таких заходів:

- запобігання дефектам окисників, байпасів, сушарок тощо;
- автоматичне спрямування відхідних газів із сушарок в окисник перед досягненням швидкості приладжування друкарської машини.
- підключення витяжної вентиляції автоматичних мийних машин до окисника;
- скорочення викидів через випаровування з фарбових апаратів у процесі виробництва;
- уникнення використання продуктів на основі розчинника в машинах, не підключених до обладнання для боротьби з викидами;
- зниження вмісту залишкового розчинника в друкованих матеріалах, не призначених для пакування харчових продуктів;
- скорочення використання летких розчинників для очищення підлог (див. Розділи 17.8.6 та 17.9.6).

### 12.3.2.1 Загальні викиди ЛОС

В оригінальному ДД НДТМ (2007 р.) загальні викиди ЛОС були виражені у відсотках базових рівнів викидів, які розраховувалися з використанням методології, запропонованої в Додатку VII (Частина 5) до Директиви 2010/75/ЄС. Оскільки ця методологія передбачає використання коефіцієнта множення для загальної маси твердих частинок (що містяться в друкарських фарбах, лаках або клейких речовинах), який залежить від типу процесу та основи, цей коефіцієнт множення має враховуватися та визначатися для кожного окремого заводу. Більш об'єктивним способом вираження загальних викидів ЛОС є вираження в кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси. Повідомлені значення з використанням останнього підходу надані на Рисунку 12.3.

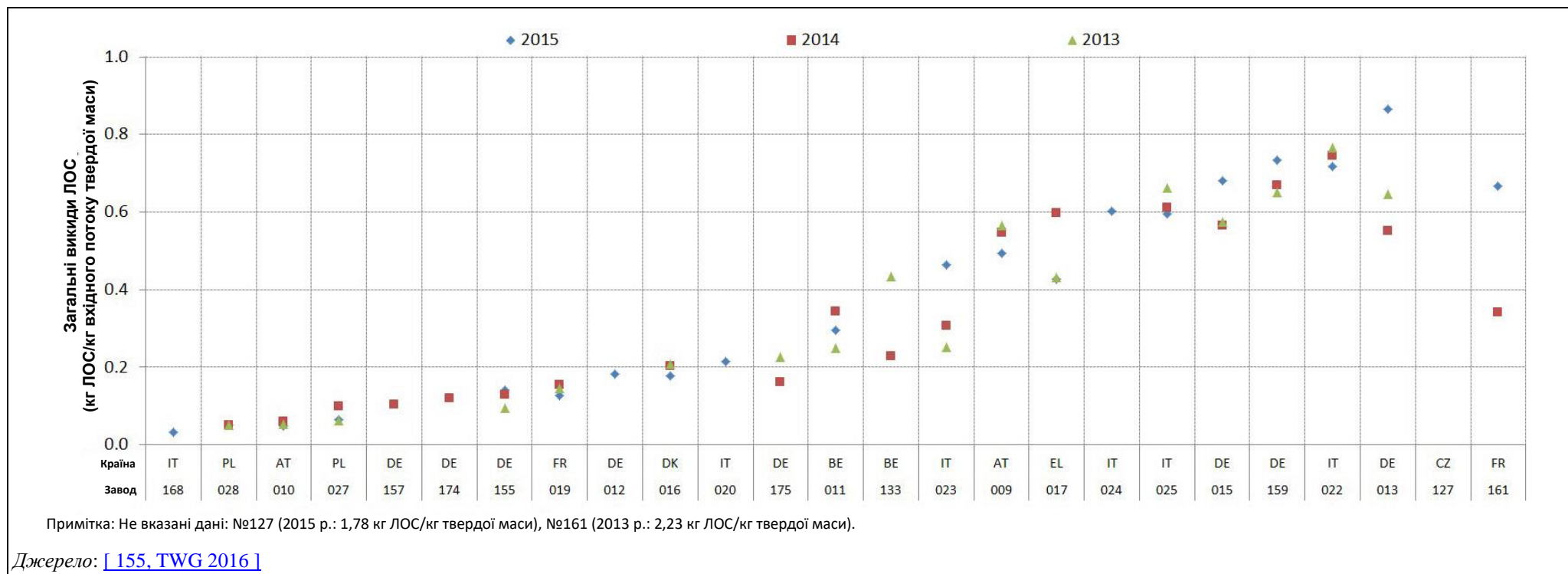


Рисунок 12.3: Загальні викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси за період 2013–2015 рр.

Основні параметри виробничих характеристик заводів, що звітують, надані в Таблиці 12.15 нижче. Пояснення скорочень, що використовуються в даних щодо упаковки та непублікаційного глибокого друку, надані в Таблиці 12.16.

**Таблиця 12.15: Основна виробнича та контекстуальна інформація про установки, що повідомляють про викиди ЛОС**

| Установка | Тип секції(-ий)                   | Система боротьби з викидами     | Ізоляція машини                   | Схема виробничого цеху | Подання друкарської фарби | Тип друкарської фарби | Система промивання друкарської машини | Тип очисного матеріалу | Машини, підключені до системи боротьби з викидами |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------------------|------------------------|---|
| 168       | 4Фл                               | РТО/<br>2МС/вуглецева адсорбція | ЗАКР                              | ЗАКР-ОЧИЩ              | Авто                      | SL                    | Авто                                  | SB                     | 4/4   |
| 028       | 3ГУ/2Фл/<br>1Л/1Д+Л               | РТО                             | ЗАКР                              | ЗАКР-без<br>ОЧИЩ       | ІВ                        | 6SB<br>1УФ            | Авто-<br>руч                          | SB                     | 6/7+М   |
| 010       | 1Фл/2ГУ/<br>3Л                    | 2КО/<br>РТО                     | ЗАКР                              | ЗАКР-ОЧИЩ              | ІВ                        | SB                    | Авто-<br>руч                          | SB                     | 6/6+М   |
| 027       | 2Д+Л/1Л                           | РекТО/<br>БОВГ                  | ІВ                                | ІВ                     | ІВ                        | SB                    | ІВ                                    | ІВ                     | ІВ  |
| 157       | 3Фл/2Л                            | РТО                             | ІВ                                | ІВ                     | ІВ                        | ІВ                    | ІВ                                    | ІВ                     | ІВ  |
| 174       | 2ГУ/1Л                            | РТО                             | ЗАКР                              | ЗАКР-ОЧИЩ              | Авто                      | 2SB/<br>1SL           | Руч                                   | SB                     | 3/3   |
| 155       | 2Фл/2ГУ/<br>1Л/3Д+Л               | РТО/РТО-5                       | 2ЗАКР/<br>6ВІДКР<br>(без<br>ОЧИЩ) | ІВ                     | 2 авто/ руч               | SB                    | 2 авто/<br>6 руч                      | SB                     | ІВ+М  |
| 019       | 3ГУ                               | 2РТО                            | ВІДКР                             | ЗАКР-без<br>ОЧИЩ       | Подання                   | SB                    | Руч                                   | SB                     | 3/3+М   |
| 012       | 4Фл/5ГУ/<br>2Д+Л/3ЛАК/<br>5Л/1Л+П | 4РТО/ ААВ-Ц                     | 4ЗАКР/<br>16ВІДКР                 | ЗАКР-без<br>ОЧИЩ       | Подання-авто              | 17SB/<br>1WB/<br>2УФ  | Руч                                   | 17SB/<br>3WB           | 17/20   |
| 016       | 2ГУ/4Л/1<br>Фл                    | ААВ-Ц/<br>ТО                    | 4ЗАКР/<br>4ВІДКР                  | ЗАКР-ОЧИЩ              | Авто                      | SB                    | 2 авто/<br>6 руч                      | SB/ WB                 | 7/7+М   |
| 020       | 8ГУ                               | ААВ-Ц                           | ВІДКР                             | ЗАКР-без<br>ОЧИЩ       | ІВ                        | SB                    | Руч                                   | СЛ                     | 8/8   |
| 175       | 4Фл/2Л                            | РТО/КО                          | ВІДКР                             | ЗАКР-без<br>ОЧИЩ       | Авто                      | 4SB/<br>2SL           | Авто-руч                              | SB                     | 5/6   |
| 011       | 7ГУ                               | РТО                             | ВІДКР                             | ЗАКР-без<br>ОЧИЩ       | Подання                   | 2SB/<br>5WB           | Руч                                   | 2SB/<br>5WB            | 2SB   |
| 133       | 2Д+Л/1ГУ<br>1Фл/1Л                | РТО/ТО                          | 7ВІДКР/<br>13АКР                  | ІВ                     | ІВ                        | SB/ 2SL               | Руч                                   | SB                     | 5/5   |
| 023       | 2Фл/3ГУ                           | ААВ-Ц                           |                                   | ЗАКР-ОЧИЩ              | Авто                      | SB                    | Авто                                  | SB                     | 5/5   |
| 009       | 4ГУ/8ЛАК/<br>10Л                  | 2РТО                            | 3ВІДКР/<br>53АКР                  | ЗАКР-без<br>ОЧИЩ       | ІВ                        | SB                    | Руч                                   | 14SB/<br>8УФ           | 17/22   |
| 017       | 4ГУ                               | ААВ-Ц                           | ВІДКР                             | Частково<br>ЗАКР       | ІВ                        | 3SB/<br>1SL           | Руч                                   | SB                     | 4/4   |
| 024       | 2ГУ/2Фл/<br>4Л                    | ААВ-Ц                           | ВІДКР                             | ЗАКР-ОЧИЩ              | Авто                      | SB                    | Авто                                  | SB                     | 6/8   |
| 025       | 3Л/2Е Д+Л/<br>2Д+Л/4Д             | ААВ-Ц                           | 3ЗАКР/<br>8ВІДКР                  | ЗАКР-без<br>ОЧИЩ       | Подання                   | SB                    | Руч                                   | SB                     | 11/11   |
| 015       | 2ГУ                               | РТО                             | ВІДКР                             | ЗАКР-ОЧИЩ              | ІВ                        | SB                    | Руч                                   | SB                     | 2/2   |
| 159       | 9Д+Л/1Фл/<br>3СД                  | РТО                             | 12ВІДКР/<br>13АКР                 | ЗАКР-без<br>ОЧИЩ       | ІВ                        | SB                    | Руч                                   | SB                     | 10/10<br>+М                                       |
| 022       | 4ГУ/4Л                            | ААВ-Ц                           | ВІДКР                             | ЗАКР-ОЧИЩ              | Авто                      | SB                    | 3 авто/ 5 руч                         | SB                     | 8/8   |
| 013       | 5ГУ                               | РТО-3                           | ВІДКР                             | ЗАКР-ОЧИЩ              | Безпер                    | SB                    | Авто                                  | SB                     | 5/5   |
| 127       | 2Фл/1ГУ                           | РТО                             | ЗАКР                              | Частково<br>ЗАКР       | Авто                      | SB                    | Руч                                   | SB                     | 3/3   |
| 161       | 2ГУ/1Фл<br>2Д+Л                   | ТО                              | ВІДКР                             | ЗАКР-без<br>ОЧИЩ       | Подання                   | 4SB/<br>1ФлУФ         | Руч                                   | SB                     | 5/5+М   |
| 005       | 3Фл/1ГУ                           | РТО-3                           | ЗАКР                              | ЗАКР-ОЧИЩ              | Авто                      | ІВ                    | ІВ                                    | SB                     | 4/4   |
| 006       | ІВ                                | РекТО/<br>2ААВ-Ц                | ІВ                                | ІВ                     | ІВ                        | ІВ                    | ІВ                                    | ІВ                     | ІВ  |
| 007       | 2ГУ/1Л                            | РТО-3/<br>ААВ-Ц                 | ІВ                                | ІВ                     | ІВ                        | ІВ                    | ІВ                                    | ІВ                     | 3/3   |

|       |      |             |                              |                  |  |    |                  |                      |     |
|-------|------|-------------|------------------------------|------------------|--|----|------------------|----------------------|-----|
| 008-F | 2Фл  | ТО          | ЗАКР                         | ЗАКР-без<br>ОЧИЩ | ІВ                                       | ІВ | ІВ               | ІВ                   | 2/2 |
| 008-L | 1Л   | ТО          | ЗАКР                         | ЗАКР-без<br>ОЧИЩ | ІВ                                       | ІВ | ІВ               | ІВ                   | 1/1 |
| 014   | 3ГУ  | 2 РТО/ААВ-Ц | ВІДКР                        | ЗАКР-без<br>ОЧИЩ | авто                                     | SB | 1 авто/2 руч     | SB (2016:<br>лужний) | 3/3 |
| 018   | 3Д+Л | ААВ-Ц       | 2 частково<br>ЗАКР/13АК<br>Р | Частково<br>ЗАКР | руч. для<br>змішування/авто<br>для машин | SB | Авто             | SB та СЛ (1/y)       | 3/3 |
| 021   | 4Фл  | РТО-3       | ЗАКР                         | ІВ               | Авто                                     | SB | 3 авто/<br>1 руч | SB                   | 4/4 |

Примітка:

ІВ: Інформація відсутня.

Джерело: [155, TWG 2016]

Таблиця 12.16: Пояснення скорочень, що використовуються для даних про флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк

| Тип секції                       |                            | Тип друкарської фарби — тип очисного матеріалу           |   |
|----------------------------------|----------------------------|--|---|
| Фл                               | Флексографічний друк       | SB   | На основі розчинника                                    |
| ГУ                               | Гравюрний друк на упаковці | SL   | Без розчинника  |
| Л                                | Ламінування                | WB   | На водній основі  |
| Д+Л                              | Друк та Ламінування        | УФ   | Затвердіння за допомогою УФ-випромінювання              |
| СД                               | Струминний друк            | СЛ   | Сухий лід   |
| Лак                              | Лакування                  | <b>Ізолювання машини / схема виробничого цеху</b>        |   |
| Л+П                              | Ламінування та Покриття    | ВІДКР  | Відкриті  |
| <b>Подання друкарської фарби</b> |                            | ЗАКР   | Закриті   |
| руч                              | Ручна                      | ЗАКР-без<br>ОЧИЩ   | Закриті з витяжкою повітря, але без подальшого очищення |
| авто                             | Автоматичне                | ЗАКР-<br>ОЧИЩ  | Закриті з витяжкою повітря з подальшим очищенням        |
| безпер                           | Безперервне                | <b>Машини, підключені до системи боротьби з викидами</b> |   |
| подання                          | Пряме подання              | М  | Мийна машина, підключена до системи боротьби з викидами |

Деякі основні статистичні дані щодо повідомлених рівнів загальних викидів ЛОС надані в Таблиці 12.17.

Таблиця 12.17: Статистичні параметри повідомлених даних про загальні викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси за період 2013–2015 рр.

| Параметр         | 2015 | 2014 | 2013 | Середнє значення (2013—2015) |
|------------------|------|------|------|------------------------------|
| Середнє значення | 0,45 | 0,33 | 0,44 | 0,41                         |
| Медіана          | 0,43 | 0,27 | 0,25 | 0,30                         |
| 25-й перцентиль  | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,12                         |
| 75-й перцентиль  | 0,67 | 0,55 | 0,61 | 0,61                         |

Джерело: [155, TWG 2016]

Про нижчі значення повідомлялося установками, що застосовують термічне знищення ЛОС, тоді як про дещо вищі значення повідомлялося установками, що застосовують технології відновлення розчинників.

Статистичні параметри повідомлених даних за застосуванням методом усунення забруднення довкілля надані в Таблиці 12.18.

**Таблиця 12.18:** Статистичні параметри повідомлених даних про загальні викиди ЛОС, виражені в кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси у зв'язку із застосовуваними методами усунення забруднення довкілля за період 2013–2015 рр.

| Параметр         | 2015 |             | 2014 |             | 2013 |             | Середнє значення (2013–2015 рр.) |             |
|------------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|----------------------------------|-------------|
|                  | РТО  | Відновлення | РТО  | Відновлення | РТО  | Відновлення | РТО                              | Відновлення |
| Середнє значення | 0,42 | 0,50        | 0,27 | 0,57        | 0,41 | 0,53        | 0,38                             | 0,50        |
| Медіана          | 0,18 | 0,53        | 0,18 | 0,61        | 0,23 | 0,55        | 0,18                             | 0,54        |
| 25-й перцентиль  | 0,10 | 0,44        | 0,12 | 0,53        | 0,08 | 0,39        | 0,10                             | 0,38        |
| 75-й перцентиль  | 0,67 | 0,60        | 0,39 | 0,65        | 0,57 | 0,69        | 0,57                             | 0,62        |

Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

На більшості установок використовуються друкарські фарби на основі розчинників, тоді як для невеликої кількості машин повідомляється про використання друкарських фарб без розчинників.

### 12.3.2.2 Неорганізовані викиди ЛОС

Повідомлені значення неорганізованих викидів ЛОС, виражені як відсоток від вхідного потоку розчинника, надані на Рисунку 12.4.

Майже всі повідомлені значення неорганізованих викидів ЛОС нижче граничного значення ДПВ, що становить 20% від вхідного потоку розчинника, і більш ніж половина повідомлених значень нижче 10% від вхідного потоку розчинника.

На більшості заводів виробничий цех повністю закритий, повітря з нього видаляється з подальшим очищенням або без нього (див. Таблицю 12.15). Очищення деталей машин переважно здійснюється за допомогою розчинників, і на значній кількості установок встановлені спеціальні машини для очищення, а їхня витяжна система підключена до системи боротьби з викидами.

Основними повідомленими технологіями мінімізації неорганізованих викидів ЛОС є:

- безпечне зберігання шкідливих речовин та заходи з попередження незапланованих викидів;
- поводження зі шкідливими матеріалами та їхнє використання;
- видалення повітря з процесів сушіння;
- закриті зони нанесення з витяжкою повітря;
- вентиляція цеху, що частково використовується як вхідний повітряний потік у сушарку, оброблений у РТО;
- рециркуляція повітря в сушарках;
- поводження з надлишковим тиском за допомогою встановлених труб для відпрацьованого повітря для мінімізації витоків, спричинених надлишковим тиском;
- методи поводження з друкарською фарбою, що передбачають автоматичну систему змішування друкарської фарби та поводження із залишками друкарської фарби;
- автоматичне дозування отверджувача за допомогою закритої трубопровідної системи (двокомпонентні системи);
- витяжка повітря з мийних машин, зони змішування клейких речовин та друкарської фарби;
- автоматична машина очищення деталей (на основі розчинника, підключена до «розгладжувача» та загальної системи видалення відпрацьованих газів для обробки в РТО);
- клейкі речовини, які не містять розчинників (термоклеї);
- машина ультразвукового очищення анілоксових валків.

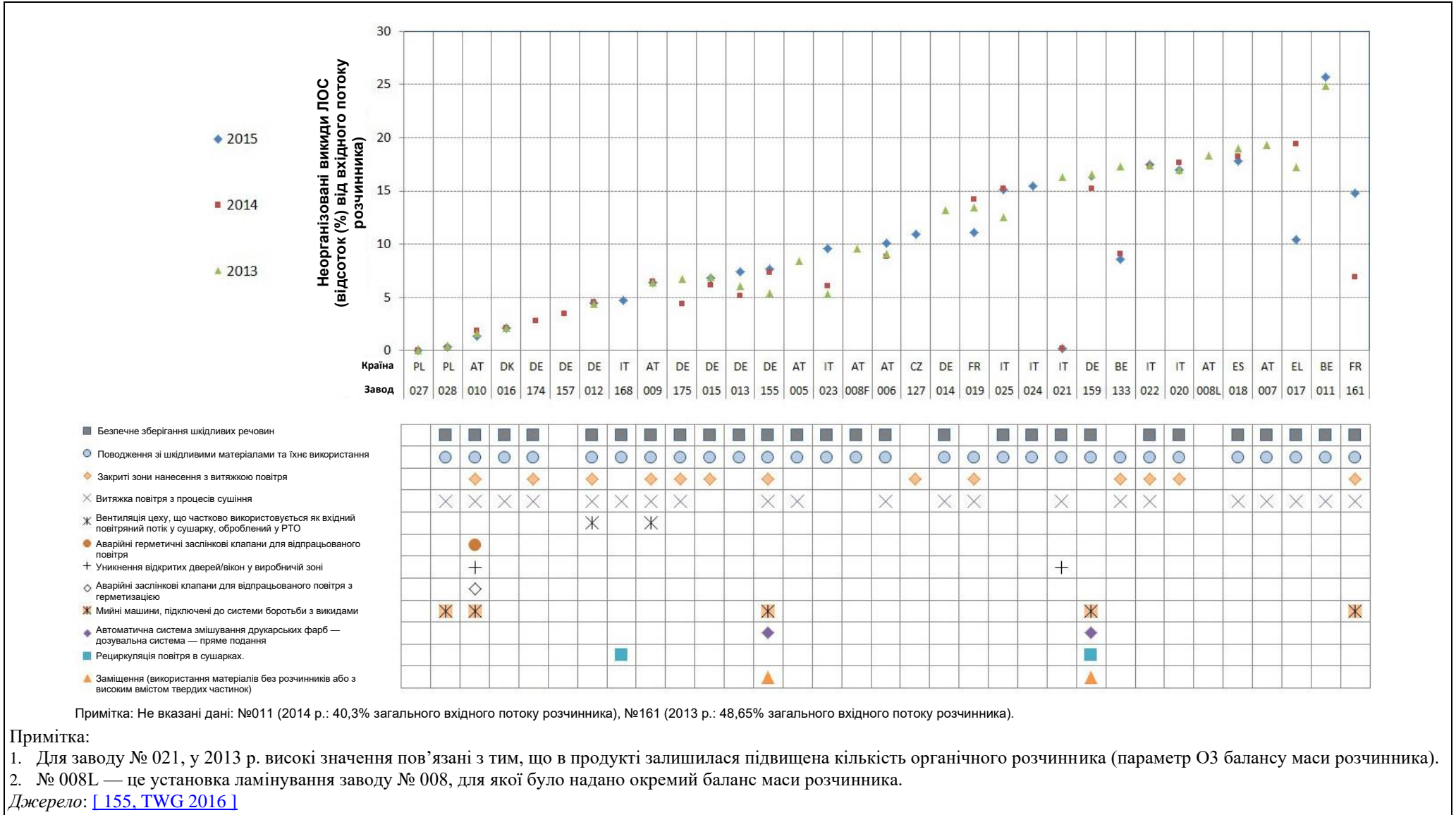


Рисунок 12.4: Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр.



### 12.3.2.3 Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах

Більшість повідомлених даних стосується періодичного моніторингу викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах із періодичністю моніторингу, що варіюється від двох разів на рік до одного разу на 3 роки. На більшості установок із періодичним моніторингом здійснюються щорічні вимірювання (раз на рік).

Повідомлені значення періодичного моніторингу викидів ЗЛОВ, виражені як мг С/Нм<sup>3</sup>, надані на Рисунку 12.5 та Рисунку 12.6.

Основні статистичні параметри повідомлених даних про викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах у результаті періодичного моніторингу надані в Таблиці 12.19.

**Таблиця 12.19: Статистичні параметри повідомлених даних про періодичний моніторинг викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.**

| Технологія, що застосовується | 2015         |                      |       |      | 2014         |                      |       |      | 2013         |                      |       |      |
|-------------------------------|--------------|----------------------|-------|------|--------------|----------------------|-------|------|--------------|----------------------|-------|------|
|                               | К-ть значень | Середнє значення     | Макс. | Мін. | К-ть значень | Середнє значення     | Макс. | Мін. | К-ть значень | Середнє значення     | Макс. | Мін. |
|                               |              | мг С/Нм <sup>3</sup> |       |      |              | мг С/Нм <sup>3</sup> |       |      |              | мг С/Нм <sup>3</sup> |       |      |
| ТО                            | 2            | 7,8                  | 15,0  | 0,5  | 1            | 19,9                 | НД    | НД   | 1            | 45,6                 | НД    | НД   |
| РекТО                         | 1            | 0,6                  | НД    | НД   | НД           | НД                   | НД    | НД   | 1            | 10,5                 | НД    | НД   |
| РТО-2                         | 1            | 18,0                 | НД    | НД   | НД           | НД                   | НД    | НД   | НД           | НД                   | НД    | НД   |
| РТО-3                         | 13           | 14,0                 | 61,5  | 1,1  | 7            | 12,2                 | 27,0  | 0,4  | 2            | 18,0                 | 31,0  | 5,0  |
| РТО-5                         | 2            | 14,5                 | 19,2  | 9,7  | НД           | НД                   | НД    | НД   | НД           | НД                   | НД    | НД   |
| СО                            | НД           | НД                   | НД    | НД   | 2            | 9,5                  | 10,0  | 9,0  | НД           | НД                   | НД    | НД   |
| ААВ-Ц                         | 24           | 46,8                 | 298,0 | 1,0  | 25           | 18,3                 | 83,5  | 3,8  | 23           | 10,3                 | 45,6  | 2,4  |
| ААВ-Ц + ТО                    | НД           | НД                   | НД    | НД   | 1            | 32,0                 | НД    | НД   | 1            | 23,0                 | НД    | НД   |
| МС                            | НД           | НД                   | НД    | НД   | 2            | 5,4                  | 8,3   | 2,4  | НД           | НД                   | НД    | НД   |
| Конд. з використанням N       | 1            | 5,2                  | НД    | НД   | НД           | НД                   | НД    | НД   | НД           | НД                   | НД    | НД   |
| Вуглецева адсорбція(ОД)       | 1            | 18,0                 | НД    | НД   | 1            | 2,5                  | НД    | НД   | НД           | НД                   | НД    | НД   |
| БОВГ                          | 1            | 63,2                 | НД    | НД   | НД           | НД                   | НД    | НД   | НД           | НД                   | НД    | НД   |
| ІВ                            | 7            | 149,0                | 297,0 | 13,0 | НД           | НД                   | НД    | НД   | НД           | НД                   | НД    | НД   |

Примітка:  
НД: немає даних. ІВ: Інформація відсутня.  
Джерело: [\[155, TWG 2016\]](#)

Повідомлені значення підкреслюють ефективність застосовуваних методів усунення забруднення довкілля в кінці виробничого циклу, які в середньому забезпечують низькі значення концентрації ЗЛОВ.

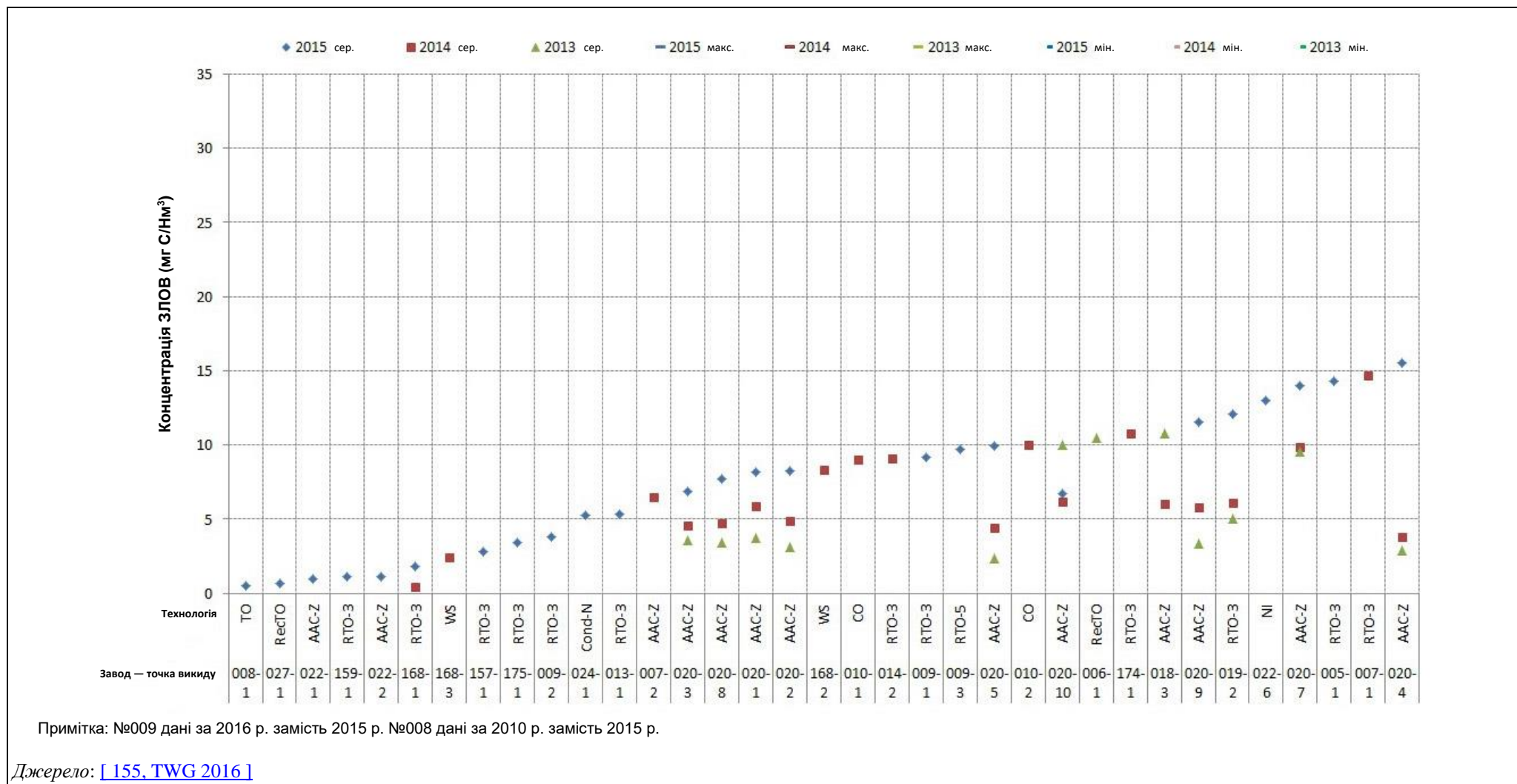
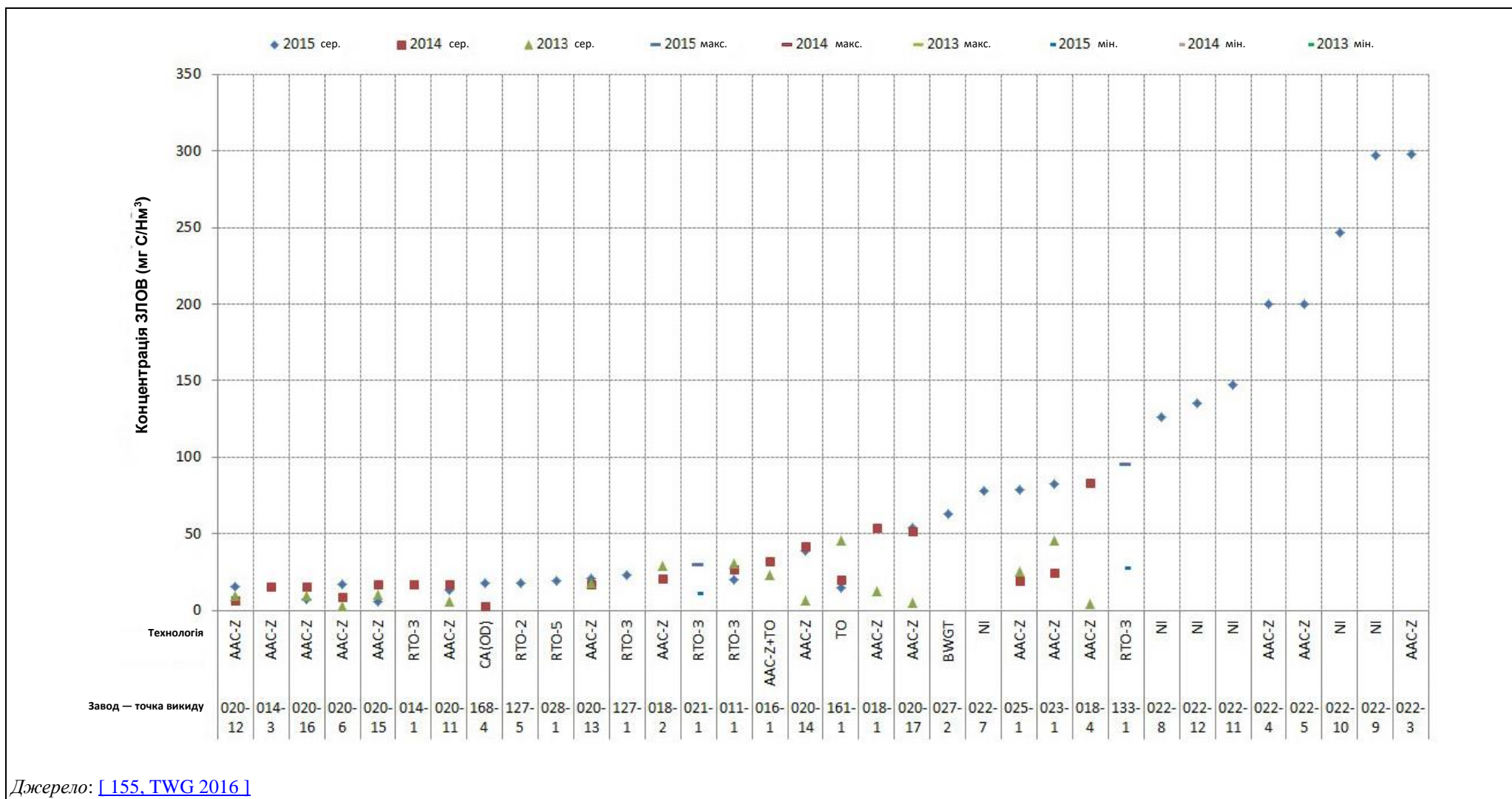


Рисунок 12.5: Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) за період 2013–2015 рр. (1/2)



Джерело: [155, TWG 2016]

Рисунок 12.6: Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (періодичний моніторинг) за період 2013–2015 рр. (2/2)

Невелика кількість установок повідомила значення безперервного моніторингу викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах. Ці дані показані на Рисунку 12.7.

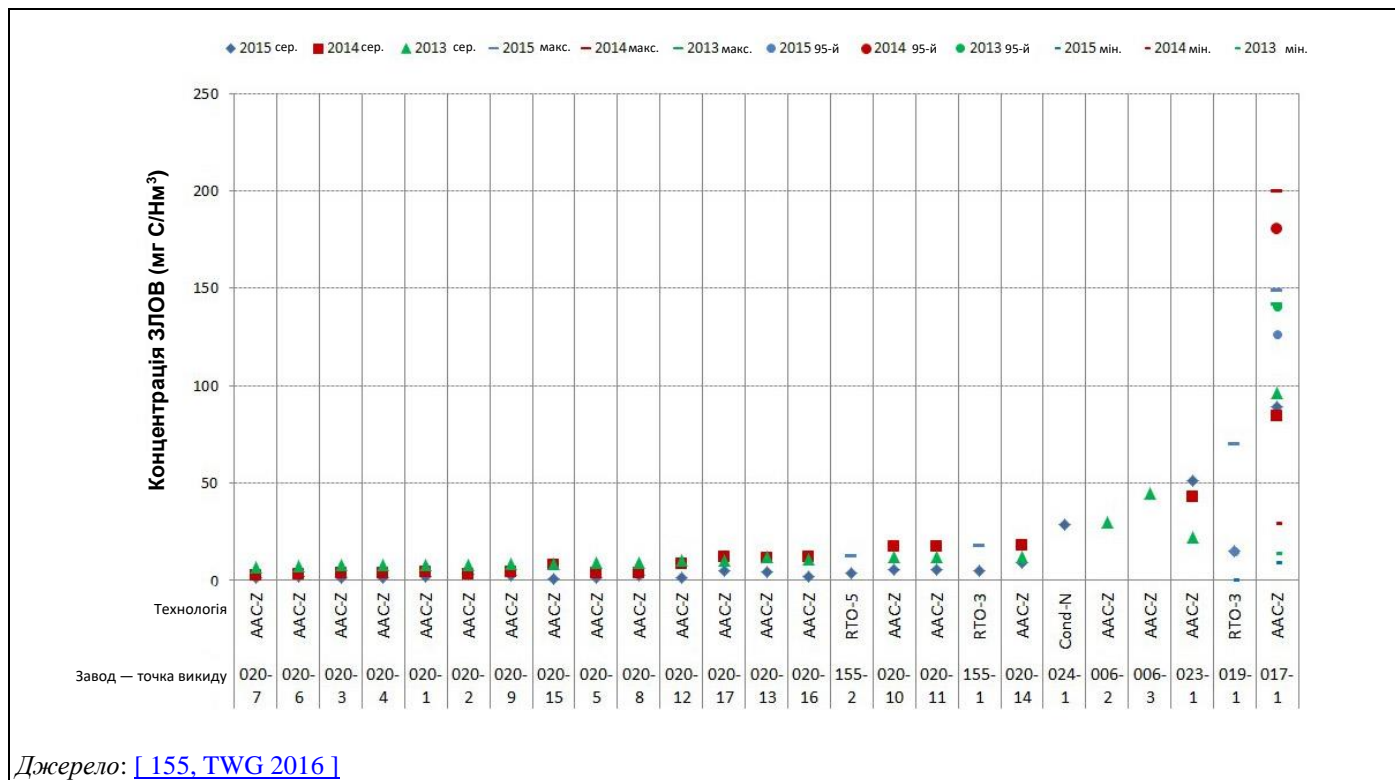


Рисунок 12.7: Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах (безперервний моніторинг) за період 2013–2015 рр.

Деякі основні статистичні параметри повідомлених даних про викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах у результаті безперервного моніторингу надані в Таблиці 12.20.

Таблиця 12.20: Статистичні параметри повідомлених даних про безперервний моніторинг викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.

| Технологія, що застосовується | 2015         |                  |       |      | 2014         |                  |       |      | 2013         |                  |       |      |
|-------------------------------|--------------|------------------|-------|------|--------------|------------------|-------|------|--------------|------------------|-------|------|
|                               | К-ть значень | Середнє значення | Макс. | Мін. | К-ть значень | Середнє значення | Макс. | Мін. | К-ть значень | Середнє значення | Макс. | Мін. |
|                               |              |                  |       |      |              |                  |       |      |              |                  |       |      |
| ААВ-Ц                         | 19           | 10,2             | 89,4  | 1,1  | 19           | 14,0             | 84,6  | 2,7  | 21           | 17,0             | 96,4  | 7,0  |
| РТО-3                         | 2            | 10,0             | 15,0  | 5,0  | НД           | НД               | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   |
| РТО-5                         | 1            | 4,0              | 4,0   | 4,0  | НД           | НД               | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   |
| Конд. з використанням N       | 1            | 28,9             | 28,9  | 28,9 | НД           | НД               | НД    | НД   | НД           | НД               | НД    | НД   |

Примітка:  
НД: немає даних.  
Джерело: [155, TWG 2016]

### 12.3.2.4 Викиди NO<sub>x</sub> та CO у відпрацьованих газах

Викиди оксидів азоту (NO<sub>x</sub>) та чадного газу (CO) виникають унаслідок термічного окиснення відхідних газів із сушарки. Повідомлені значення для концентрацій NO<sub>x</sub> та CO показані на Рисунку 12.8 та Рисунку 12.9.

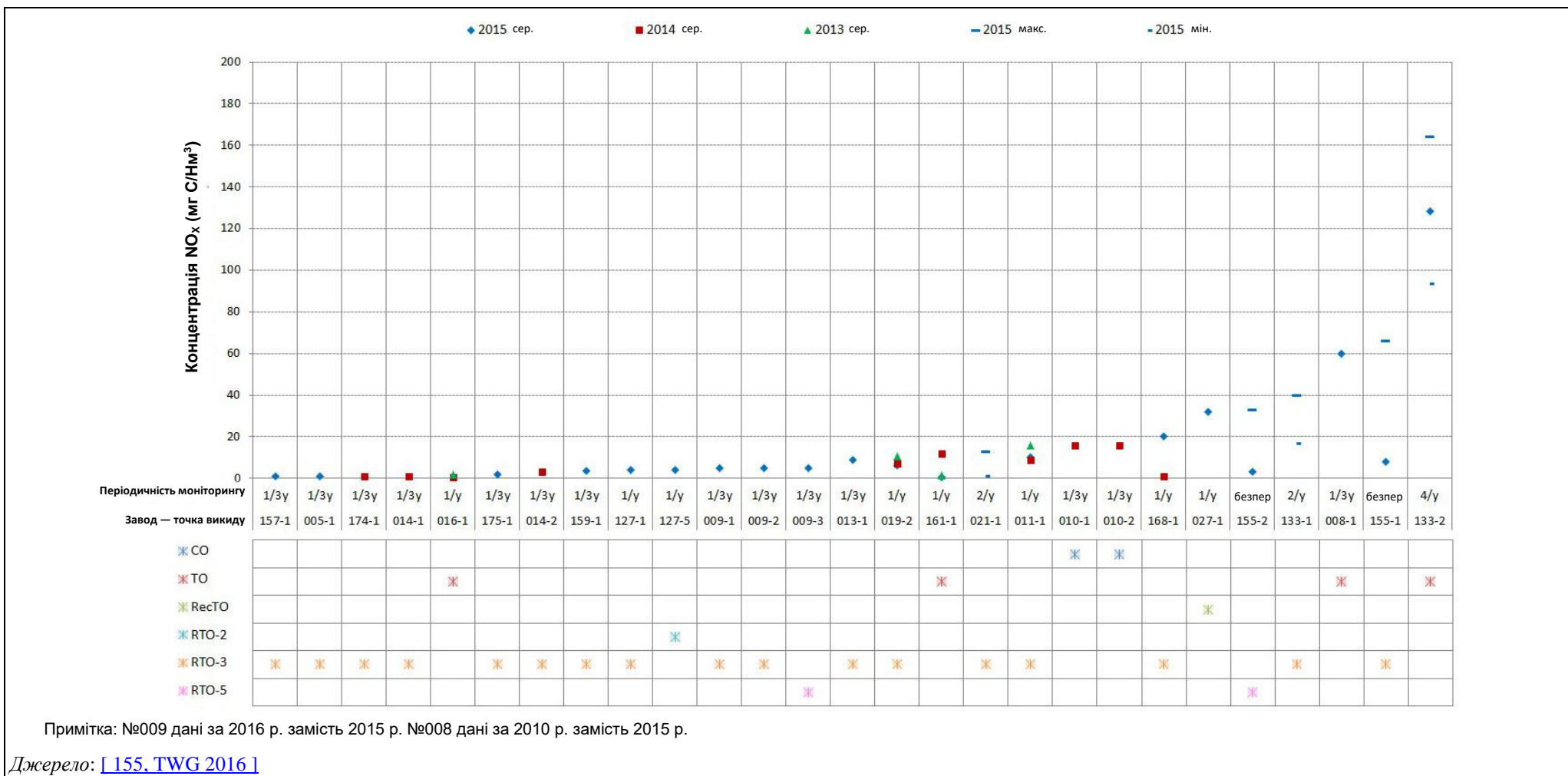
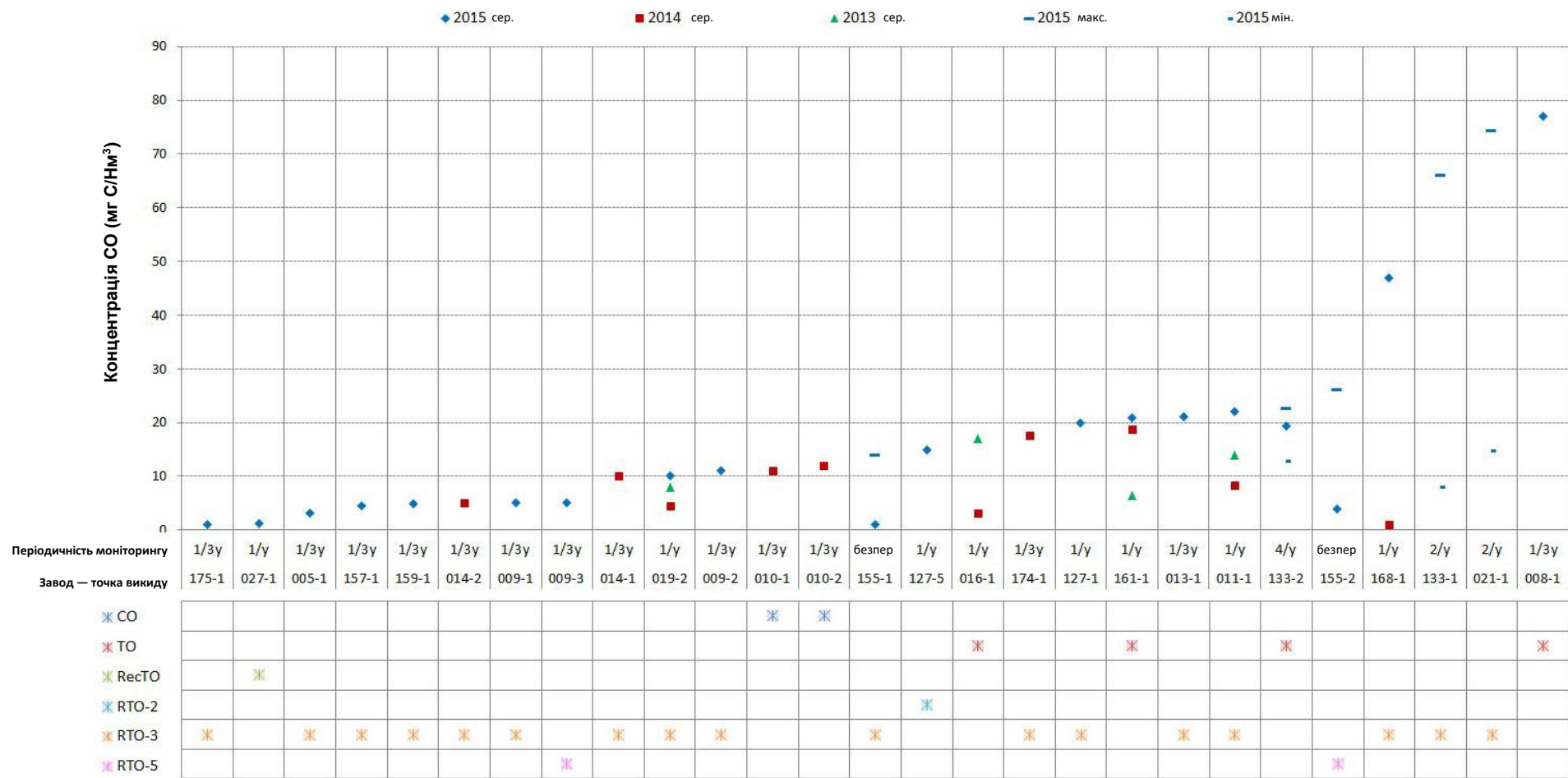


Рисунок 12.8: Викиди NO<sub>x</sub> у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.



Примітка: №009 дані за 2016 р. замість 2015 р. №008 дані за 2010 р. замість 2015 р.

Джерело: [155, Т WG 2016]

Рисунок 12.9: Викиди CO у відпрацьованих газах за період 2013–2015 рр.

Повідомлені значення демонструють, що можна досягти низьких рівнів NO<sub>x</sub> без істотного відхилення відповідних значень концентрації CO. Загалом для обох параметрів повідомлялося про рівні нижче 60 мг/Нм<sup>3</sup>.

### 12.3.2.5 Утворення відходів

[ 78, TWG 2005 ] [ 155, TWG 2016 ]

#### Основа для друку

Основа для друку втрачається марно під час запуску виконання нового завдання на друк, а також виникає через друкарські помилки внаслідок дефектів і коли необхідне обрізання краю рулону друкованого полотна. Кількість залежить від продукту, що виробляється [ 7, Germany 2003 ] [ 38, TWG 2004 ].

#### Друкарська фарба

Втрати друкарської фарби виникають у трьох випадках [ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ]:

- Кількість підготовленої друкарської фарби завжди перевищує потребу, щоб у друкарських машинах не закінчувалася друкарська фарба.
- Друкарська фарба, що подається у фарбовий апарат, але не використовуються, зберігається й пізніше використовуються для повторного замовлення для того ж клієнта. Більшість заводів мають великий запас таких готових друкарських фарб, які чекають на повторні замовлення. Періодично друкарські фарби, повторне використання яких не передбачається, видаляються.
- Змішування друкарської фарби призводить до отримання неправильного кольору. Щоб виправити цю помилку, необхідно додати більше друкарської фарби, у результаті чого готується занадто багато друкарської фарби.

Надлишки друкарської фарби утилізуються як відходи або, у якості альтернативи, дистилують на місці. Розчинник, що міститься в них, потім відновлюють і використовують для очищення; осад друкарської фарби утилізується як відходи.

Проте, сучасна практика з автоматизованими системами підбору кольорів дає змогу отримати вищу якість з першого разу, що призводить до дуже невеликої втрати друкарської фарби та мінімальної кількості залишкових порцій, які можна використовувати знову в дещо інших кольорах (див. Розділ 17.6.2.1).

#### Осад лаку та друкарської фарби

Осад розчинників, друкарських фарб і лаків утворюються в результаті виробничого процесу і часто в процесі дистиляції для відновлення вмісту розчинника, який можна повторно використовувати для процесів очищення. Повідомляється про значний вміст розчинника (до 70%), якщо відсутній попередній етап дистиляції [ 197, FPE 2017 ].

#### Очищення

Брудні серветки, що містять розчинники, абсорбенти, фільтри, тканина, захисний одяг, брудні очищувальні суміші води й розчинника, а також залишки друкарської фарби виникають у результаті проміжного очищення. Коли очищувальні засоби дистилуються, утворюються відходи, тобто осад друкарської фарби, у набагато меншій кількості, ніж без відновлення [ 7, Germany 2003 ].

Коли очищення виконується з використанням очищувальних засобів на водній основі стічні води можуть піддаватись очищенню і скидатися. Очищувальні розчини з розчинниками зазвичай вважаються шкідливими відходами [ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 38, TWG 2004 ].

Очищувальні засоби на основі розчинників можуть бути успішно відновлені шляхом дистилування.

#### Інші

До інших відходів належать: [ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 38, TWG 2004 ]:

- фотополімерні та гумові друкарські форми: сталеві, поліефірні або алюмінієві втулки використовуються повторно: до них приклеюються поліефірні або гумові матеріали;
- одноразові металеві контейнери;
- втулки рулону;
- відходи клею та клейких речовин;

- відходи плівки.

### 12.3.2.6 Викиди у воду

Відпрацьовані води від процесів із друкарськими фарбами на водній основі можна очищати та скидати в каналізаційну систему або утилізувати як відходи. Загальна кількість відпрацьованих вод сильно залежить від методів роботи, і в середньому використовується та скидається 2–3 м<sup>3</sup>/т друкарської фарби, переважно в проміжному очищенні та очищенні машин після роботи. У разі очищення воду можна використовувати повторно, а осад утилізувати як відходи [1, INTERGRAF and EGF 1999] [38, TWG 2004]. Характеристики цих відпрацьованих вод до та після очищення наведені в Таблиці 12.21. Мідь не присутня в кількості, яка зазначена в Таблиці 12.21, у друкарських фарбах, і, ймовірно, походить із паперу [38, TWG 2004].

Таблиця 12.21: Характеристики відпрацьованих вод від процесів із друкарськими фарбами на водній основі

| Забруднювальна речовина    | Перед очищенням (мг/л) | Після очищення (мг/л) |
|----------------------------|------------------------|-----------------------|
| АОХ                        | 1 500                  | 1                     |
| Cu                         | 20                     | -                     |
| Вуглеводні                 | 1 000–5 000            | 10                    |
| ХСК                        | 1000                   | 200                   |
| Джерело: [7, Germany 2003] |                        |                       |

Кількість осаду друкарської фарби, що утворюється в результаті очищення відпрацьованих вод, відрізняється залежно від технології очищення, що застосовується. Такі методи очищення, як коагуляція та флокуляція, що застосовуються найчастіше, призводять до утворення великої кількості осаду порівняно, наприклад, з ультрафільтрацією [7, Germany 2003].

Дослідження, виконане ТРГ, визначило основні параметри та інші речовини, що становлять інтерес, що можуть скидатися у відпрацьовані води (у тому числі вищезгадані) і тому мають бути враховані під час збору даних<sup>39</sup>. Вони наведені в Таблиці 12.22 нижче з результатами збору даних. Джерела відпрацьованих вод різноманітні, з різними комбінаціями типів очищення та скидання. Основною причиною занепокоєння в цьому секторі є можливі викиди під час підготування циліндрів для ротогравюрного друку; проте був наданий лише один набір даних, що демонструє низькі значення. Значення ХСК значно відрізнялися залежно від джерела.

<sup>39</sup> Робочий документ СОМ 09/06/2016 Європейського бюро комплексного запобігання та контролю забруднення: Оцінка даних технічної робочої групи (ТРГ), поданих щодо викидів металів та інших викидів у воду для їхнього розгляду як основних екологічних проблем для установок, які здійснюють діяльність, що охоплюється ДПВ, Додаток 1 6.7.



Таблиця 12.22: Дані про викиди у воду від установок для флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку

| Завод   | УОВВ           | Джерело   | Тип скидання | Середня концентрація (мг/л) – 2015 р. |     |       |              |        |      |
|---|----------------|---|--------------|---------------------------------------|-----|-------|--------------|--------|------|
|   |                |   |              | ХСК                                   | ЗОВ | Cu    | Cr загальний | Cr(VI) | Zn   |
| 006   | ІВ             | Переважно від дистилювання                              | ІВ           | 1933                                  | ІВ  | ІВ    | ІВ           | ІВ     | ІВ   |
| 023   | ІВ             | Система охолодження (випар.) для відновлення розчинника | ІВ           | 60                                    | ІВ  | ІВ    | ІВ           | ІВ     | ІВ   |
| 025-1   | Немає          | Охолодження   | Пряме        | 16                                    | ІВ  | 0,035 | 0            | ІВ     | 0,12 |
| 025-2   | Немає          | Очищення  | Непряме      | 5                                     | ІВ  | 0     | 0            | ІВ     | 0,16 |
| 020   | Комбінована    | Пара (регенерація активованого вугілля)                 | Непряме      | 807                                   | 276 | ІВ    | ІВ           | ІВ     | ІВ   |
| 022-1   | Спеціалізована | Обробка валка для глибокого друку                       | Непряме      | ІВ                                    | ІВ  | 0,01  | 0,01         | 0,01   | ІВ   |
| 022-2   | ІВ             | Охолодження   | ІВ           | 300                                   | ІВ  | ІВ    | ІВ           | ІВ     | ІВ   |
| 024   | Немає          | ІВ  | Непряме      | 23                                    | ІВ  | 0,05  | ІВ           | 0,001  | 0,43 |
| Примітка:<br>ІВ: Інформація відсутня.<br>Джерело: <a href="#">[ 155, TWG 2016 ]</a> |                |   |              |                                       |     |       |              |        |      |

## 12.4 ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ ФЛЕКСОГРАФІЧНОГО ДРУКУ ТА НЕПУБЛІКАЦІЙНОГО РОТОГРАВЮРНОГО ДРУКУ

[ 78. TWG 2005 ] [ 227. TFTEI 2017 ]

У Главі 17 описані технології, які також можуть застосовуватись до флексографічного друку та непублікаційного ротографюрного друку. У Таблиці 12.23 показані загальні технології, що стосуються флексографічного друку та непублікаційного ротографюрного друку. Ці технології не повторюються в цьому розділі, якщо тільки не була надана інформація, що стосується цієї галузі. Опис типу інформації, що розглядається для кожної технології, наведено в Таблиці 17.1.

Звіт TFTEI щодо друку на гнучкій упаковці містить корисні дані про витрати та вигоди на європейському рівні застосування первинних та вторинних заходів для скорочення викидів ЛОС, а також технологій мінімізації неорганізованих викидів [ 227. TFTEI 2017 ].

**Таблиця 12.23: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі**

| Технологія   | Номер розділу |
|--|---------------|
| Технології екологічного менеджменту                | 17.1          |
| Зберігання та поводження із сировиною              | 17.2          |
| Моніторинг   | 17.3          |
| Використання води та утворення стічних вод         | 17.4          |
| Управління енергоспоживанням та енергоефективність | 17.5          |
| Управління сировиною (у тому числі заміщення)      | 17.6          |
| Процеси та обладнання для нанесення покриття       | 17.7          |
| Технології сушіння та/або затвердіння              | 17.8          |
| Технології очищення                                | 17.9          |
| Видалення та очищення відхідних газів              | 17.10         |
| Технології очищення відпрацьованих вод             | 17.11         |
| Технології управління відходами                    | 17.12         |
| Виділення запахів                                  | 17.13         |

### 12.4.1 Баланс маси розчинника для флексографічного друку та непублікаційного ротографюрного друку

Загальний опис та загальні принципи балансу маси розчинника див. у Розділі 17.3.1. Приклад БМР для цього сектора також наведено в Додатку 21.5.4.

### 12.4.2 Технології на основі матеріалів

#### 12.4.2.1 Друкарські фарби, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання

##### Опис

Друкарські фарби, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання, не містять органічних розчинників. Затвердіння досягається за допомогою УФ-випромінювання. Див. також Розділи 17.7.2.3 та 17.8.5.4.

##### Досягнуті екологічні переваги

Можна досягти значного скорочення викидів розчинників.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Друк із фарбами, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання, у флексографічному процесі вимагає слабкого тиску. Друкарські фарби, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання, мають набагато сильніші пігменти, ніж інші фарби. Кількість друкарської фарби, що переноситься, має бути набагато меншою. Тоді як у процесі «звичайного» флексографічного друку основа сильно затиснута між носієм зображення та друкарським циліндром, у процесі УФ-друку ця сила має бути значно меншою. Використовується лише дуже слабкий тиск. Це одна з основних причин, через яку модернізація неможлива для більшості наявних флексографічних друкарських машин. У процесі флексографічного друку у випадку обриву полотна кінець обірваного полотна може на шляху до кінця друкарської машини пройти через кілька фарбових резервуарів і перенести друкарську фарбу з одного фарбового резервуара до наступного. Їх, звичайно, необхідно піддати очищенню перед поновленням друку. У процесі «звичайного» флексографічного друку це складно, але в процесі УФ-флексографічного друку це майже неможливо через сильну пігментацію і той факт, що друкарська фарба не висихає. Під час УФ-флексографічного друку конструкція друкарської машини повинна бути такою, щоб у разі обриву полотна воно негайно зупинилося до того, як кінець полотна зможе пройти через будь-який фарбовий резервуар.

Основною проблемою є труднощі очищення друкарських машин, у яких використовуються друкарські фарби УФ-затвердіння. Сильна пігментація і той факт, що УФ-фарба не висихає ніде, окрім як на основі, означає, що найменше забруднення призводить до серйозних проблем із якістю. Очищення – це дуже працемісткий процес, тому що друкарські фарби важко розчиняються в будь-якому розчиннику. Проблема ускладнюється, коли кольори необхідно змінювати між завданнями, як у випадку з друком на пакувальних матеріалах.

На голландському заводі очищення між завданнями займало надто багато часу та спричиняло неприйнятні проблеми з якістю. Щоб обмежити очищення, було розроблено запатентовану систему, яка сильно зменшує кількість змін кольору. Сім стандартних кольорів використовуються для створення необхідних кольорів. Це означає, що сім із восьми друкарських секцій не потребують очищення між завданнями. Восьма друкарська секція використовується для додавання додаткового кольору, якщо це ще необхідно. Для кожного завдання, яке перемикається зі «звичайного» флексографічного друку на УФ-флексографічний друк, необхідно замінити всі носії зображення. У публікаціях кольорові фотографії створюються із чотирьох стандартних кольорів. Проте, ця система не може забезпечити всі кольори та яскравість, необхідні для друку на упаковці.

Спочатку друкарські фарби, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання, виготовлялися для друку етикеток, і спектр їхнього використання постійно поширюється. Фарби УФ-затвердіння використовуються для флексографічного друку на папері, картоні та самоклеючих паперових етикетках, особливо коли потрібен якісний результат [\[148, COM 2009\]](#).

Про використання фарб, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання, для флексографічного друку повідомлялося на трьох заводах у межах процесу збору даних [\[155, TWG 2016\]](#).

### Вплив на різні компоненти довкілля

У деяких випадках споживання енергії УФ-лампами може перевищувати споживання звичайною сушаркою, хоча один завод повідомляє про загальну економію енергії. УФ-лампи містять ртуть і потребують особливого поводження з ними як із відходами.

Друкарські фарби УФ-затвердіння містять реактивні акрилати, мономери та олігомери, деякі з яких спричиняють алергію.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Друкарські фарби УФ-затвердіння можуть застосовуватись у процесах флексографічного друку для друку на паперових пакувальних матеріалах, етикетках та картонних пакувальних матеріалах для молочних продуктів. Проте, виробники пакувальних матеріалів для харчових продуктів часто не хочуть використовувати друкарські фарби УФ-затвердіння, оскільки перенесення незначних кількостей інгредієнтів цих фарб в упаковані харчові продукти може призвести до невідповідності вимогам законодавства щодо контакту з харчовими продуктами. Одним із рішень цієї проблеми може бути додаткове нанесення лаку на друк, щоб захистити інгредієнти (наприклад, залишкові мономери тощо) від переміщення.

На більшості видів можна друкувати УФ-фарбою. Обмеженням, проте, є не основа, а наявне обладнання. Флексографічний друк з УФ-затвердінням використовується для декількох галузей застосування (наприклад, самоклеючі етикетки, картонні упаковки для напоїв).

В обох випадках використовуються спеціально призначені для цієї мети друкарські машини: етикетки на невеликих вузькорулонних друкарських машинах (до 25 см) і картонні упаковки для напоїв на друкарських машинах шириною від 100 до 150 см.

Не всі друкарські фарби на основі розчинників можуть бути замінені альтернативними фарбами УФ-затвердіння через необхідність особливих характеристик нанесення.

### Економічні аспекти

У випадку флексографічного друку для картонної упаковки для напоїв машини значно дорожче, ніж «звичайні» флексографічні друкарські машини. Проте можна отримати вищу якість, необхідну для відповідності вимогам ринку.

Або ж коли підвищені вимоги до якості призводять до переходу з флексографічного друку на ротогравюрний друк, поєднання тривалості циклу, вимог замовника до регулярних змін друкованого зображення та спеціальних основ, що використовуються для цих картонних упаковок, робить флексографічний друк з УФ-затвердінням придатною технологією в цьому випадку.

### Стимул до впровадження

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

### Приклади заводів

Thomas Grafische Veredelung GmbH & Co, KG, Німеччина. Elopak (Тернезен, Нідерланди). Заводи №012, №028 та №161 у [ [155, TWG 2016](#) ].

### Довідкова література

[ [7, Germany 2003](#) ] [ [8, Nordic Council of Ministers 1998](#) ] [ [14, Aminimal et al. 2002](#) ] [ [38, TWG 2004](#) ] [ [78, TWG 2005](#) ] [ [148, COM 2009](#) ] [ [155, TWG 2016](#) ] [ [197, FPE 2017](#) ]

## 12.4.2.2 Друкарські фарби електронно-променевого затвердіння (ЕП)

### Опис

Друкарські фарби ЕП-затвердіння, складаються з низькомолекулярних полімерів, які вступають у реакцію із потоком електронів із вакуумної трубки. Ці друкарські фарби не містять розчинників і не твердіють, поки не піддаються впливу світла, і тому можуть залишатися у фарбових апаратах протягом тривалого проміжку часу, що знижує потребу в очищенні. Електрони керують реакцією, утворюючи полімери та закріплюючи друкарську фарбу. Див. також Розділи 17.7.2.3 та 17.8.5.5.

В електронно-променевих сушарках використовується полімеризація під дією бомбардування електронами для сушіння рідких та порошкових покриттів.

### Досягнуті екологічні переваги

Викиди ЛОС від друкарської фарби зведені до нуля.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

До проблем, пов'язаних із друкарськими фарбами ЕП-затвердіння, про які повідомляється, належать погіршення якості паперу та вплив випромінювання на робітників. Іноді вони використовуються для глянцевого покриття вищої якості та оздоблення металів.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується тільки для нових процесів.

### Економічні аспекти

Ці сушарки мають високі початкові витрати та низькі або помірні експлуатаційні витрати.

### Приклади заводів

Широко не використовується.

**Довідкова література**

[ 18, US EPA et al. 2003 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 197, FPE 2017 ] [ 212, TWG 2018 ]

**12.4.2.3 Друкарські фарби на водній основі****Опис**

Друкарські фарби на водній основі містять меншу кількість органічних розчинників. Звичайна друкарська фарба на водній основі створюється на основі відносно висококіслотних смол для диспергування у воді; нещодавно розроблені друкарські фарби засновані на вододисперсійних поліефірних смолах. Вони не потребують нейтралізувальних агентів, як-от аміак або аміни, для збереження їхніх властивостей дисперсності і, отже, відповідають вимогам флексографічного друку. Див. також Розділ 17.7.2.2.

**Досягнуті екологічні переваги**

Для флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку готові до друку фарби містять до 80% розчинників. Це завжди суміші декількох розчинників, тобто, етанолу та етилацетату. Заміщення друкарськими фарбами на водній основі може призвести до значного скорочення викидів розчинників, особливо неорганізованих викидів. Коли відхідні гази ефективно очищуються та вдається уникнути надмірних летких викидів, перехід на друкарські фарби на водній основі дає небагато переваг. Іншою потенційною проблемою є можлива недостатня ефективність під час застосування технологій термічного окиснення для очищення відхідних газів (неавтотермічний режим).

Очищення від друкарських фарб на водній основі можна виконувати водою, якщо фарба або лак не висохли.

Друкарські фарби на водній основі можуть вимагати більше енергії для сушіння; проте загальне споживання енергії заводом буде зменшено, оскільки система очищення відхідних газів може не знадобитися (див. Розділ 17.7.2.2. та Додаток 14 до ДД НДТМ для економічних та міжсередовищних наслідків).

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

У процесі флексографічного друку на більшості паперових пакувальних матеріалів можна успішно друкувати фарбами на водній основі. На простих пластмасових пакувальних матеріалах, як-от пакети з ручками, мішки для сміття, пакети для хліба та надмічні мішки для важких вантажів також можна успішно друкувати фарбами на водній основі в процесі флексографічного друку. Застосування керамічних анілоксових циліндрів покращує якість друку.

Гнучкі пакувальні матеріали для харчових продуктів можуть бути стійкими до кислот, розчинників, жирів або олій, що надходять із харчових продуктів, які мають бути упаковані. Високоякісні продукти, що відповідають цим вимогам, часто друкуються в процесі ротогравюрного друку фарбою на основі розчинника. Проте іноді білу друкарську фарбу, тобто колір, який використовується найчастіше, може бути замінено.

Перехід від фарб на основі розчинника до фарб на водній основі у флексографічному або непублікаційному ротогравюрному друку зазвичай вимагає іншої попередньої обробки матеріалу-носія й нових друкарських форм і циліндрів.

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Друкарські фарби на водній основі, що використовуються в процесах флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку досі містять етанол, ізопропанол та/або н-пропанол.

Кількість енергії, необхідної для сушіння фарб на водній основі більша, ніж для фарб на основі розчинників. Проте відсутність розчинників дозволяє частіше рециркулювати повітря для сушіння й тим самим зменшує ефект. На практиці збільшення споживання енергії для сушіння може становити близько 10%.

Утворюється більше відходів друкарської фарби. Кількість відновленого розчинника менша і її недостатньо для очищення.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Фарби на водній основі (не лаки) успішно застосовуються в процесах флексографічного та непублікаційного ротогравюрного друку для друку на паперових мішках, пластикових мішках для сміття та пакетах із ручками. Проте, у цих процесах у деяких виняткових ситуаціях усе ще необхідно застосовувати звичайні друкарські фарби, наприклад, для флуоресцентних ефектів, золотих чи срібних кольорів або коли потрібен дуже високий глянець.

Коли продукти на водній основі (фарби, лаки тощо) застосовуються в наявних друкарських машинах, системи сушіння часто мають недостатню потужність. Це зменшує застосовність у старих наявних друкарських машинах. Сучасні сушарки мають достатню потужність для сушіння як фарб на основі розчинників, так і фарб на водній основі, тому додаткові інвестиції не потрібні [148, COM 2009].

Друкарські фарби на водній основі застосовні для непублікаційного ротогравюрного друку та повідомлені двома заводами в процесі збору даних [Заводи №011 та №012 у [155, TWG 2016]].

### Економічні аспекти

Перехід із друкарських фарб на основі розчинників на друкарські фарби на водній основі передбачає значні витрати. Інвестиції в нові друкарські машини, що використовують друкарські фарби на водній основі, приблизно такі ж, як і в друкарські машини для друкарських фарб на основі розчинників. У випадку модернізації можуть знадобитися значні інвестиції, якщо необхідно збільшити потужність сушарки.

Оскільки друкарські фарби на водній основі більш пігментовані, потрібно менше друкарської фарби, а експлуатаційні витрати на м<sup>2</sup> друкованого матеріалу, як правило, будуть дещо нижчими, ніж вартість друкарської фарби на основі розчинників.

Якщо у випадку з друкарськими фарбами на водній основі можна зберегти швидкість та гнучкість друку та уникнути інших витрат, пов'язаних із розчинниками, можна досягти суттєвої економії.

### Приклади заводів

Заводи №011 та №012 у [155, TWG 2016].

### Довідкова література

[1, INTERGRAF and EGF 1999] [3, IMPEL 2000] [8, Nordic Council of Ministers 1998] [14, Aminimal et al. 2002] [18, US EPA et al. 2003] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [197, FPE 2017]

## 12.4.2.4 Лаки та клейкі речовини на водній основі

### Опис

Лаки та клейкі речовини на водній основі зазвичай не містять розчинників (див. також Розділ 17.7.2.2).

### Досягнуті екологічні переваги

Готові до використання лаки та клейкі речовини містять близько 80% розчинників. Вони можуть бути сумішами декількох розчинників, наприклад, етанолу, етилацетату та МЕК, або системами з одним розчинником. Заміщення продуктами на водній основі може призвести до значного скорочення викидів розчинників, особливо неорганізованих викидів. Коли відхідні гази ефективно очищуються, та вдається уникнути надмірних неорганізованих викидів, перехід на лаки та клейкі речовини на водній основі дає небагато переваг. Іншою потенційною проблемою є можлива недостатня ефективність під час застосування технологій термічного окиснення для очищення відхідних газів (неавтотермічний режим).

Очищення від лаків та клейких речовин на водній основі можна здійснювати водою, поки вони не висохнуть. Проте, якщо вони висохли, необхідно використовувати етанол, ІПС тощо.

Лаки та клейкі речовини на водній основі вимагають більше енергії для сушіння; проте загальне споживання енергії буде зменшено, оскільки система очищення відхідних газів не потрібна (див. Розділ 12.4.2.3, , а також Розділ 17.7.2.2).

Те саме стосується кількості відпрацьованих вод, яка, з одного боку, збільшиться, але в ситуаціях, коли система адсорбції відпрацьованих газів і відновлення розчинників більше не використовується, загальна кількість відпрацьованих вод зменшиться.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Передбачено велику кількість різних вимог до якості та стійкості, що висуваються до пакувального матеріалу, тому застосування альтернатив традиційним фарбам, лакам і клейким речовинам на основі розчинників ніколи не буває очевидним варіантом. Наприклад, може вимагатися, щоб лак мав певну стійкість до ковзання, щоб відповідати специфіці пакувальних машин, що може бути досягнуто тільки із застосуванням спеціальних лаків на основі розчинників. Вони також демонструють нижчу хімічну стійкість у порівнянні з клейкими речовинами на основі розчинників, крім нижчої початкової адгезії та міцності композиту; з цих причин друкарська фарба на водній основі може використовуватися не для всіх типів застосувань.

У спеціальному процесі ламінування, коли тонкий папір прикріплюється до пластмаси або алюмінію, продукти на водній основі є придатними, оскільки вода може випаровуватися через папір. Для ламінування двох непористих плівок продукти на водній основі є менш придатними, оскільки вони вимагають більш тривалого часу сушіння, перш ніж плівки можна буде з'єднати. У цих ситуаціях використовуються клейкі речовини на основі розчинників або двокомпонентні клейкі речовини без вмісту розчинників.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Споживання енергії на посилене сушіння продуктів на водній основі дещо вище, й утворюється більше відходів. Кількість енергії, необхідної для сушіння фарб на водній основі більша, ніж для лаків та клейких речовин на водній основі. Проте відсутність розчинників дає змогу частіше рециркулювати повітря для сушіння й тим самим зменшує ефект. На практиці збільшення споживання енергії для сушіння може становити близько 10%.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ця технологія застосовна до всіх процесів друку та ламінування у виробництві гнучкої упаковки. Вона широко застосовується на заводах флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку. Проте вони не можуть замінити лаки на основі розчинників у всіх ситуаціях.

Коли продукти на водній основі (фарби, лаки тощо) застосовуються в наявних друкарських машинах, системи сушіння часто мають недостатню потужність. Це зменшує застосовність у наявних друкарських машинах.

### **Стимул до впровадження**

Охорона праці.

### **Приклади заводів**

Завод №012 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### **Довідкова література**

[\[ 6, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 8, Nordic Council of Ministers 1998 \]](#) [\[ 14, Aminal et al. 2002 \]](#)  
[\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 197, FPE 2017 \]](#)

## **12.4.2.5 Лаки та клейкі речовини з високим вмістом твердих частинок**

### **Опис**

Використання лаків та клейких речовин із високим вмістом твердих частинок, які містять 40% і більше твердих частинок, що призводить до скорочення споживання розчинника та викидів. Див. також Розділ 17.7.2.1.

### **Технічний опис**

Традиційні клейкі речовини на основі розчинників містять до 80% розчинників, а клейкі речовини з високим вмістом твердих частинок містять до 60% розчинників. Якщо для оригінальних клейких речовин потрібно 4 кг розчинника на кожен кг твердої речовини, то для альтернативних клейких речовин потрібно лише до 1,5 кг. У цьому випадку досягається скорочення споживання розчинника

більш ніж на 60%, якщо не здійснюється відновлення розчинника; з відновленням розчинника скорочення споживання розчинника становить до 90%.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Скорочення викидів ЛОС, скорочення споживання розчинників.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Клейкі речовини з високим вмістом твердих частинок застосовуються в процесах ламінування гнучкої упаковки. Вони застосовуються у високопродуктивному секторі для упаковок, що піддаються механічному, термічному або хімічному впливу, та у виробництві композитів із різним складом матеріалу.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Технології очищення відхідних газів усе ще можуть бути необхідні.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується на нових та наявних заводах.

### **Економічні аспекти**

Залежить від майданчика.

### **Приклади заводів**

Завод №174 (клейка речовина з вмістом твердих частинок ~ 60%) в [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### **Довідкова література**

[\[ 6, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 197, FPE 2017 \]](#)

## **12.4.2.6 Лаки та клейкі речовини, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання**

### **Опис**

Лаки та клейкі речовини, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання, які використовуються для ламінування, не містять органічних розчинників.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Коли використовуються лаки та клейкі речовини на основі летких розчинників, можна досягти значного скорочення викидів розчинників. Див. також Розділ 17.7.2.3.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

У галузі флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку, крім друку, часто виготовляються ламінати, що містять низку різних пластмасових плівок та алюмінієву фольгу. Тут використовуються клейкі речовини УФ-затвердіння, але тільки для стандартних композитів до середнього рівня якості.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Лаки та клейкі речовини, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання, вимагають енергії для сушіння спеціальними УФ-сушарками. Проте навряд цей обсяг буде більший, ніж для сушіння звичайних систем на основі розчинників. Крім того, лампи, що використовуються, містять ртуть і вимагають спеціального поводження з ними як із відходами.

Лаки та клейкі речовини УФ-затвердіння містять реактивні акрилати, мономери та олігомери, деякі з яких спричиняють алергію.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується на нових та наявних заводах.

### **Приклади заводів**

Завод №012 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).



**Довідкова література**

[\[ 6, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 8, Nordic Council of Ministers 1998 \]](#) [\[ 14, Aminimal et al. 2002 \]](#)  
[\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 197, FPE 2017 \]](#)

**12.4.2.7 Двокомпонентні клейкі речовини без вмісту розчинників****Опис**

Клейкі речовини без вмісту розчинників є двокомпонентними клейкими речовинами зі 100% вмістом твердих частинок, що часто містять ізоціанати.

**Досягнуті екологічні переваги**

Викиди розчинника від нанесення клейкої речовини зведені до нуля.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Вони зазвичай застосовуються у флексографічному друку та непублікаційному ротогравюрному друку в процесах ламінування на непористих основах, як-от пластмаса та алюміній.

На відміну від клейких речовин на основі розчинників, де товщина шару може контролюватися в'язкістю, товщина повинна контролюватися процесами механічного розкатування. Клейовий шар може мати трохи більше дефектів поверхні в порівнянні з клеями на основі розчинників.

Багато комплексних ламінатів можна виробляти за допомогою двокомпонентних систем. Для них потрібне спеціальне обладнання.

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Ризик викидів ізоціанатів у робочих зонах.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Широко використовується.

**Економічні аспекти**

Залежить від вимог/специфікацій до продукту.

**Стимул до впровадження**

Специфікації клієнта для продукту.

**Довідкова література**

[\[ 6, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 8, Nordic Council of Ministers 1998 \]](#) [\[ 14, Aminimal et al. 2002 \]](#)  
[\[ 197, FPE 2017 \]](#)

**12.4.2.8 Коекструзія****Опис**

Основа для друку з'єднується з теплою розрідженою пластмасовою плівкою й потім охолоджується. Ця плівка замінює необхідний додатковий шар покриття. Її можна використовувати між двома різними шарами різних носіїв, і вона діє як клейка речовина.

**Досягнуті екологічні переваги**

Усуваються викиди розчинників.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Застосовується для гнучкої упаковки.

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Для коекструзії необхідна енергія.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Ця технологія залежить від конкретного випадку та не застосовується, коли потрібна висока міцність зчеплення або стійкість до температури стерилізації.

### Стимул до впровадження

- Охорона праці.
- Вимоги/специфікації до продукту.

### Приклади заводів

Широко застосовується для флексографічного друку; приклад заводу: №133 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### Довідкова література

[\[ 14, Amino et al. 2002 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 180, COM 2017 \]](#)  
[\[ 197, FPE 2017 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## 12.4.3 Видалення та очищення відхідних газів

Широко застосовуються такі технології:

- Окиснення: рекуперативне, каталітичне та регенеративне, див. Розділ 17.10.5.
- Адсорбція з використанням активованого вугілля або цеолітів, див. Розділ 17.10.6.2.
- Конденсація (з використанням азоту), див. Розділ 17.10.6.1. Представники галузі зазначають, що конденсація в цьому секторі не набула широкого використання (див. коментар FPE №14 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)); проте ця технологія застосовується на Заводі № 024 із шістьма машинами, підключеними до системи відновлення.
- Мокре скуперне очищення, див. Розділ 17.10.6.3.
- Біологічне очищення відхідних газів, див. Розділ 17.10.7.

### 12.4.3.1 Витяжка та очищення повітря від друкарських машин та інших виробничих зон

#### Опис

Розчинники, що випаровуються з друкарських машин та інших виробничих зон, наприклад, з контейнерів для друкарської фарби, лаків та клейких речовин, з вентиляційних автоматичних очисних машин (див. Розділ 17.10.2) та уникають сушарки, видаляються локально та потім обробляються.

#### Технічний опис

Розчинники не тільки випаровуються в сушарці; вони також випаровуються з фарбових апаратів, регуляторів в'язкості, контейнерів тощо. Ці розчинники треба видаляти локально з міркувань охорони праці та техніки безпеки, щоб не перевищувати границі впливу на робочому місці (OEL).

#### Можна застосувати такі заходи:

- Ізолювання ламінувальних та лакувальних машин.
- Спрямування місцевого витяжного повітря із зони навколо виробничого обладнання на боротьбу з викидами.
- Відповідні неорганізовані викиди з фарбових апаратів уловлюються та обробляються. Це зменшує потребу в системі місцевої витяжки у відкритих ділянках.
- Встановлення та використання ракельних камер
- Спрямування вентиляційного потоку мийної машини в систему боротьби з викидами (див. Розділ 17.9.7).

### Досягнуті екологічні переваги

Споживається менше розчинників, і більше розчинників спрямовується на обладнання для боротьби з викидами. Скорочуються викиди ЛОС, особливо неорганізовані, оскільки технологія забезпечує вловлювання та обробку викидів із фарбових апаратів та мийних машин.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Сучасні машини для непублікаційного ротогравюрного друку обладнані, крім витяжної системи сушарок, нижньою витяжною та/або витяжною з контейнерів для друкарських фарб у систему очищення відхідних газів. Цей вміст розчинника у витяжному повітрі залежить від вживаних заходів щодо скорочення неорганізованих викидів. Ці додаткові витяжні системи розміщуються між друкарськими секціями. Для флексографічних друкарських машин, обладнаних центральним друкарським циліндром, можуть бути передбачені деякі обмеження, пов'язані з доступним простором між друкарськими секціями, який може бути недостатнім для встановлення місцевої витяжної системи (див. Рисунок 12.1). У цьому випадку може застосовуватися повне закриття машин для флексографічного друку, як зазначено в зібраних даних [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

Для цього зазвичай обладнані сучасні автономні секції для лакування та ламінування.

Перед розвантаженням автоматичні очисні машини необхідно вентилувати. Протягом кількох хвилин відносно невеликий потік повітря (кілька тисяч м<sup>3</sup>/год) сильно насичується парами розчинника. Цей потік повітря спрямовується на обладнання для боротьби з викидами.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Витяжка вимагає енергії, але ця місцева витяжка здійснюється для запобігання високим рівням впливу на робочому місці. Питання полягає в тому, чи треба спрямовувати витяжне повітря в систему очищення відхідних газів. Проте, оскільки може знадобитися потужніша боротьба з викидами, головний вентилятор окисника також буде набагато більшим. Це значно збільшило б кількість необхідної енергії. Збільшений потік повітря з низьким вмістом розчинника збільшить кількість допоміжного палива, необхідного для боротьби з викидами.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Місцева витяжна система може бути незастосовною до наявних флексографічних друкарських машин, обладнаних центральним друкарським циліндром. Вона вбудована в нові автономні секції лакування та ламінування.

Ця технологія зазвичай застосовується до автоматизованих машин. Закриття фарбових апаратів, регуляторів в'язкості, контейнерів тощо використовуються все частіше. Можлива модернізація (керування машиною має бути повністю автоматизоване). Сушарки завжди закриті.

### Економічні аспекти

Вартість залежить переважно від потужності системи очищення відхідних газів. Закриття або ізолювання зменшують обсяги витяжного повітря і, отже, зменшують розміри моторів витяжних вентиляторів і системи очищення відхідних газів, де вони застосовуються.

### Приклади заводів

Широко застосовується. Майже всі заводи, що надали інформацію (див. Таблицю 12.15).

### Довідкова література

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 8, Nordic Council of Ministers 1998 \]](#)  
[\[ 14, Amina et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)  
[\[ 197, FPE 2017 \]](#)

### 12.4.3.2 Огляд та технічне обслуговування для скорочення викидів розчинників під час УЕВВ

#### Опис

Забезпечення здійснення планового технічного обслуговування та швидкого ремонту, див. також Розділ 17.2.6.

#### Досягнуті екологічні переваги

Дефекти в обладнанні для окиснення можуть призвести до викидів ЛОС до 0,4% річного вхідного потоку на день (за умови 250 робочих днів на рік).

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

На семи голландських заводах із виробництва гнучкої упаковки з масштабом виробництва відповідно до ДПВ час простою спалювальних установок варіювався від 1 до 14 робочих днів. У середньому майже 7,5 днів, тобто, близько 3–8% від загального річного вхідного потоку. Це дані за 2004 р.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується для всіх заводів.

#### Приклади заводів

Широко застосовується.

#### Довідкова література

[ 38, TWG 2004 ]

### 12.4.4 Технології очищення

#### 12.4.4.1 Заміна ЛОС менш леткими розчинниками для очищення підлоги

##### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.9.5.

##### Досягнуті екологічні переваги

Можна досягти скорочення викидів ЛОС на 1–2% у порівнянні із ситуацією, коли підлоги очищаються шляхом змочування їх із використанням відер із розчинниками. Проте, коли вже вжито деякі профілактичні заходи, як-от зменшення забруднення підлоги та контроль за використанням розчинників, скорочення викидів є меншим.

#### 12.4.4.2 Очищення деталей машин та обладнання в закритих мийних машинах

Загальний опис див. у Розділі 17.9.7.

##### Приклади заводів

Декілька заводів, що надали інформацію (див. Таблицю 12.15).

#### 12.4.4.3 Очищення деталей машин за допомогою розпилення води під високим тиском

Загальний опис див. у Розділі 17.9.9.

#### 12.4.4.4 Очищення сухим льодом

##### Опис

Гранули сухого льоду видуваються за допомогою стисненого повітря зі швидкістю близько 300 м/с на поверхню, що очищається. Досягається високий рівень чистоти, і не залишається слідів [\[148, COM 2009\]](#). Див. також Розділ 17.9.11.

##### Приклади заводів

Декілька заводів, що надали інформацію (див. Таблицю 12.15)



## 13 ПУБЛІКАЦІЙНИЙ РОТОГРАВЮРНИЙ ДРУК

### 13.1 Загальна інформація про публікаційний ротогравюрний друк

[ [148, COM 2009](#) ] [ [149, ERA 2016](#) ] [ [196, ERA 2015](#) ]

Європейська індустрія публікаційного ротогравюрного друку щороку використовує 180 000 тонн друкарської фарби (дані за 2006 р.) Вона складається з 30 кт пігментів, 50 кт смол та 100 кт толуолу. Понад 95% толуолу використовується повторно: це можливо завдяки тому, що для ротогравюрного друку використовується система з одним розчинником. Утворення азеотропних сумішей (постійно киплячих сумішей, що ускладнюють очищення) неможливе, тому не потрібно дистилювати відновлений розчинник. Це економить час, витрати та енергію. Відновлений чистий толуол може бути використаний повторно на місці або повернутий виробнику друкарської фарби.

Продуктивність ротогравюрного друку дуже висока. Удосконалені друкарські машини можуть друкувати на паперовому полотні шириною 4,32 м зі швидкістю до 16 м/с. Навіть із меншим обладнанням обсяг енергії, яка використовується на квадратний метр друкованої продукції, менше, ніж для альтернативних методів друку. Проте ця перевага зростає в міру збільшення тиражу.

Основні екологічні переваги публікаційного ротогравюрного друку:

- використання сировини, що легко переробляється;
- використання поновлюваної сировини;
- виробництво продукту, що дуже легко переробляється.

Наразі в Європі є 32 поліграфічних підприємства, на яких експлуатується 125 машин ротогравюрного друку (дані за 2017 рік). Публікаційний ротогравюрний друк застосовується для друку журналів, каталогів та додатків великими тиражами:

- новинні журнали, тележурнали, жіночі журнали тощо;
- публікації;
- каталоги;
- додатки, вкладені та листівки, що виробляються великими універмагами та мережами супермаркетів тощо.

Оборот підприємств публікаційного ротогравюрного друку зараз становить близько 3,5 млрд євро на рік (дані 2017 року).

У порівнянні з іншими технологіями друку, публікаційний ротогравюрний друк пов'язана з найвищими інвестиційними витратами на обладнання та найвищими витратами на виробництво носія зображення. Отже, публікаційний ротогравюрний друк зазвичай використовується великими компаніями, що іноді також працюють із рулонним офсетним друком із температурним закріпленням на одному заводі, щоб мати можливість друкувати різні тиражі [ [148, COM 2009](#) ].

Близько 60% усіх журналів та 50% усіх каталогів друкуються за технологією публікаційного ротогравюрного друку; інші виготовляються методом рулонного офсетного друку з температурним закріпленням [ [148, COM 2009](#) ].

Продукти, надруковані методом публікаційного ротогравюрного друку, мають тираж не менше 200 000 екземплярів, що обґрунтовує додаткові витрати на виготовлення циліндрів для ротогравюрного друку в порівнянні з виготовленням друкарських форм для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням. Більшість тиражів становлять понад 500 000 екземплярів [ [148, COM 2009](#) ].

Циліндр може надрукувати понад 10 мільйонів екземплярів без втрати якості. Публікаційний ротогравюрний друк зазвичай здійснюється на папері. У порівнянні з рулонним офсетним друком із температурним закріпленням, у процесі публікаційного ротогравюрного друку також можна друкувати з дуже хорошими результатами на частково покритих або непокритих паперових поверхнях [ [148, COM 2009](#) ].

Публікаційний ротогравюрний друк характеризується використанням гравійованих циліндрів, друкарських фарб на основі толуолу та системи відновлення розчинника для толуолу у відхідних газах.



## 13.2 Прикладні процеси та технології для публікаційного ротогравюрного друку

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 3, IMPEL 2000 ] [ 8, Nordic Council of Ministers 1998 ]  
[ 78, TWG 2005 ] [ 149, ERA 2016 ]

Носієм зображення в процесі ротогравюрного друку зазвичай є сталевий циліндр із покритою міддю поверхнею, у якій зроблені невеликі заглиблення, які називаються «комірками», для перенесення друкарської фарби. Потім поверхня зазвичай покривається твердим хромом для підвищення зносостійкості.

У друкарській машині для кожного циліндра є друкарська секція. У друкарській машині для кожного циліндра є друкарська секція. Поверхня циліндра, що обертається, занурюється у фарбовий резервуар, комірки заповнюються друкарською фарбою (фарба для ротогравюрного друку дуже рідка, тоді як фарба для офсетної літографії пастоподібна). Потім надлишки друкарської фарби видаляються з поверхні циліндра за допомогою гумового ракеля, залишаючи друкарську фарбу тільки в комірках. Потім друкарський валок притискає паперове полотно до циліндра і фарба переноситься на папір.

У процесі ротогравюрного друку друкарська фарба наноситься контрольованими дозами з комірок різного розміру. Чим більший розмір друкарських комірок, тим більше фарби переноситься і тим сильніший тон вони утворюють.

Ротогравюрний друк використовується для друку двох основних графічних продуктів: друкованих видань та гнучкої упаковки, що описується в Главі 12 цього документа. Другорядними галузями поліграфічного застосування є етикетки, обгортковий папір, картонна упаковка, банкноти та поштові марки. За межами поліграфічної промисловості цей метод використовується для друку шпалер, імітації дерева (ламінат) та імітації плитки для підлоги та стін.

**Таблиця 13.1: Технічні характеристики машин для публікаційного ротогравюрного друку**

| Параметр                             | Технічні характеристики  |
|--------------------------------------|--|
| Ширина рулону                        | 900–4 320 мм   |
| Друкарські секції                    | Переважно 8 секцій, іноді 9 або 10 секцій                              |
| Робоча швидкість                     | 15 м/с = 900 м/хв  |
| Конструкція                          | Переважно 4 секції на кожну сторону паперу                             |
| Кольори                              | Чотири фарби у 8 секціях, п'ять фарб у випадку 9 або 10 секцій можливо |
| Основи                               | Папір  |
| Використовувані розчинники           | Толуол > 99,9% чистоти   |
| Методи усунення забруднення докільця | Установка відновлення розчинника                                       |

Публікаційний ротогравюрний друк найбільш відомий тим, що здатний виробляти кольоровий друк дуже високої якості на менш якісному та дешевшому папері. Ширина полотна друкарської машини може бути від 900 мм до 4320 мм. Більшість машин публікаційного ротогравюрного друку мають вісім друкарських секцій по одній для кожного з чотирьох основних кольорів: блакитного, пурпурового, жовтого та чорного (СМУК) для кожної сторони паперу. Іноді додається п'ята друкарська секція на кожну сторону (тобто всього 10 секцій), що дає змогу використовувати «плашкові кольори», як-от металева або флуоресцентна друкарська фарба, для створення спеціальних ефектів [ 149, ERA 2016 ]. Після друку одним кольором паперове полотно переміщується в сушарку для випаровування розчинника друкарської фарби (толуол) перед надходженням до секції наступного кольору. Сушіння зазвичай відбувається без нагрівання повітряного потоку, щоб запобігти зміні розмірів паперового полотна. Сучасні ротогравюрні друкарські машини друкують зі швидкістю 15 м/с і вище.

Ротогравюрний друк – це майже повністю рулонний процес, хоча доступні листові друкарські машини, що працюють зі швидкістю до 10 000 листів на годину.

Вони мають сушарки з гарячим повітрям та призначені для спеціалізованих ринків високоякісних оздоблювальних ефектів із використанням металевих фарб на металізованому папері та фользі. Проте наразі вони рідко використовуються, імовірно, через великі витрати на виготовлення циліндрів, що робить великі цикли (полотно) більш економічними [ [1, INTERGRAF and EGF 1999](#) ].

Іншими подібними процесами є друк із мідних форм та тамподрук. Обидва використовують заповнення заглиблених друкувальних зон фарбою, але в цих випадках фарба густа і висихає через окиснення та адсорбцію, а не внаслідок випаровування розчинника. Мідна форма використовується для друку банкнот та інших захищених документів, а тамподрук використовується для заголовків бланків.

#### **Підготування циліндра**

[ [149, ERA 2016](#) ]

У минулому циліндри для ротогравюрного друку виготовлялися з використанням фотоплівок і травлення. Це був складний процес, який вимагав часу, сировини та енергії, а також призводив до утворення деяких хімічних відходів. Сьогодні ці виробничі етапи повністю замінені на цифрову обробку даних. Завершальний етап виготовлення комірок на поверхні друкарських циліндрів для ротогравюрного друку виконується або електромеханічним способом, або за допомогою лазерної установки, тому травлення більше не потрібне. Потім поверхня покривається шаром твердого хрому для підвищення зносостійкості. Сьогодні більшість підприємств ротогравюрного друку купують необхідні сполуки хрому в розчиненому вигляді, а це означає, що утворення пилу більше не є можливим. Крім того, поверхня має більш високу якість, тому що безперервний потік розчину підтримує постійну концентрацію іонів хрому під час гальванізації.

#### **Фарбовий апарат**

[ [15, СІТЕРА 2003](#) ] [ [38, TWG 2004](#) ] [ [148, COM 2009](#) ] [ [155, TWG 2016](#) ]

Висока швидкість ротогравюрних друкарських машин вимагає використання друкарських фарб швидкого висихання, які сушаться між змінами кольору в сушарках. Отже, у сфері ротогравюрного друку друкарські фарби мають низьку в'язкість, і майже всі вони на основі розчинників. Фарби для публікаційного друку містять 25–55% толуолу на виході з заводу з виробництва друкарських фарб. Розведення толуолом здійснюється на поліграфічному підприємстві для отримання належної концентрації толуолу: готова до використання друкарська фарба містить 70–80% толуолу. Розчинники випаровуються під впливом тепла та повітря в сушильних секціях; див. Рисунок 13.1, на якому показано, що кожна друкарська секція обладнана сушаркою у верхній частині [ [38, TWG 2004](#) ].

Один завод повідомив про застосування електростатичного (ЕС) перенесення фарб у друкарських секціях. Електричне поле створюється в зоні зазору між друкарським валком та циліндром для ротогравюрного друку (де відбувається перенесення фарби). Основними перевагами цієї технології є: покращення якості друку, особливо на менш дорогій сировині, менша кількість відходів, зниження потреби в сильному притисканні, вища швидкість друку, зменшення нагрівання друкарського валка і, як наслідок, збільшення терміну служби валка [Завод №030 у [ [155, TWG 2016](#) ]].

Більша частина толуолу, що міститься в друкарських фарбах, випаровується в сушарці та прямує в систему відновлення розчинника. Відновлення здійснюється шляхом адсорбції на декількох установках для обробки активованим вугіллям (наприклад, протягом 70 хвилин), десорбцією толуолу шляхом пропускання через гарячу пару (~ 45 хвилин) і сушінням вугілля витяжним повітрям (1–7 хвилин). Гаряча пара охолоджується, переважно з теплообміном, а толуол, оскільки він легший за воду, може бути відділений у системі розділення шляхом використання різниці густини [ [148, COM 2009](#) ].

Усі установки в галузі публікаційного ротогравюрного друку в Європі оснащені адсорберами з активованим вугіллям для відновлення толуолу, що випаровується [ [15, СІТЕРА 2003](#) ]. Друкарські машини зазвичай ізольовані. Відновлений толуол повторно використовується або на об'єкті для розведення друкарської фарби, або продається постачальнику друкарської фарби.

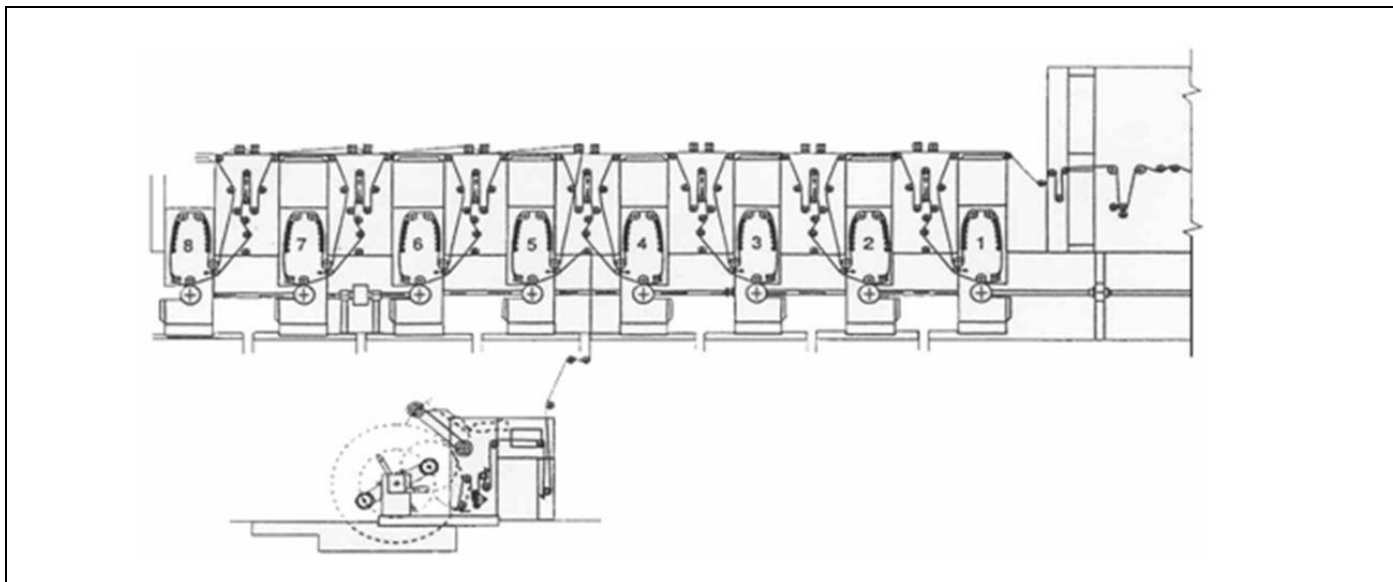


Рисунок 13.1: 4 + 4-колірна друкарська машина публікаційного ротогравюрного друку

### Друкарська фарба

[ 149, ERA 2016 ]

Деяка кількість толуолу втрачається у вигляді слідів у друкованій продукції. Ця кількість була значно знижена за останні роки. Переважно це було досягнуто шляхом модифікації складу друкарської фарби. Поверхня надрукованої фарби потребує трохи більше часу для затвердіння. За цей короткий період (близько 10 мілісекунд) у друкарській секції випаровується додаткова кількість толуолу й уловлюється системою відновлення. Коли друкована продукція залишає виробничий майданчик, сліди толуолу в будь-якому разі складають менше ніж 0,04%. У результаті концентрація толуолу в повітрі в прилеглих вразливих зонах набагато нижча за  $260 \text{ мкг/м}^3$  повітря. Значення  $260 \text{ мкг/м}^3$  є максимальною границею, прийнятою ВООЗ для приватних будинків. У робочій зоні, і з урахуванням високого коефіцієнта безпеки, максимально допустима концентрація становить  $190 \text{ мг/м}^3$  в середньому за 8-годинний робочий день.

Пігменти у фарбах для ротогравюрного друку синтетичні, переважно на основі нафтохімічних продуктів. Постачальники друкарської фарби (Європейська асоціація виробників друкарських фарб) встановили «Список винятків для друкарських фарб та супутніх продуктів», який виключає токсичні та інші дуже шкідливі матеріали у якості інгредієнтів. Смоли фарб для ротогравюрного друку приблизно на 80% складаються з натуральних матеріалів, наприклад, каніфолі, живичної каніфолі, смоли на основі талової олії. Остання є побічним продуктом виробництва целюлози в паперовій промисловості.

### Папір

[ 149, ERA 2016 ]

Деякі роки тому здавалося неможливим, що високоякісна продукція публікаційного ротогравюрного друку може бути надрукована на папері, що містить перероблені волокна. Останні розробки в паперовій промисловості змінили цю ситуацію та дають можливість виробляти високоякісну продукцію та задовольняти вимоги клієнтів.

Водночас вдалося зменшити основну масу паперу (граматуру) без втрати оптичних властивостей. Рівень переробки друкованої продукції в Європі становить 55% (2005 р.): якщо врахувати європейський відновлений папір, який переробляється за межами Європи, цей показник досягає 63% (2005 р.).

### **Очищення**

Циліндри автоматично або вручну очищаються тим самим розчинником, що й у друкарській фарбі. Якщо очікується, що завдання повторюватиметься, циліндри можна зберегти; в іншому випадку їх готують до наступного завдання друку шляхом заміни гравійованого шару міді/хрому новим [\[ 38, TWG 2004 \]](#).

### **Оздоблювальна обробка**

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 8, Nordic Council of Ministers 1998 \]](#)

Послуги оздоблювальної обробки друку надаються як самими поліграфічними компаніями, так і низкою спеціалізованих, незалежних заводів (заводів, що займаються виключно оздоблювальною обробкою друку).

До найбільш важливих послуг оздоблювальної обробки друку належить обробка:

- книг шляхом фальцювання, складання, зшивання, оправляння та обрізання;
- журналів, листівок, каталогів та друкованих рекламних продуктів (наприклад, брошур, карток зрізків тощо) шляхом фальцювання, складання, склеювання та безшвейного скріплення;
- інших друкованих продуктів, друкованого паперу або картону (наприклад, бланків, етикеток, упаковки, календарів) шляхом згинання, штампування, тиснення, склеювання та ламінування.

Кожен із цих етапів передбачатиме гільйотинне різання та компоунання. У цих механічних процесах, а також у згинанні, оправлянні та штампуванні не використовуються розчинники, і тому вони не описуються далі в цьому документі. Проте в таких процесах, як склеювання та ламінування, іноді використовуються продукти на основі розчинників, тому вони описані далі.

### **Ламінування**

Традиційно більшість процесів ламінування виконувалися за допомогою систем на основі розчинників, де плівка з клейовим покриттям пропускала через піч для видалення розчинника перед притисканням до поверхні друку. Також використовуються двокомпонентні клейкі речовини, часто епоксидного типу, що містять розчинники, як-от етанол та етилацетат, або уретанового типу. Викиди від цього процесу є значними. У деяких місцях пари спрямовуються до окисника або відновлюються для повторного використання. Також застосовуються клейкі речовини на водній основі та без вмісту розчинників або клейкі речовини для ламінування, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання [\[ 38, TWG 2004 \]](#).

### **Оправляння за допомогою клейких речовин (склеювання)**

Склеювання є частиною багатьох робочих процесів у справі оправляння та оздоблювальної обробки друку. Для обробки книжкового блоку та виробництва, наприклад, обкладинки для книг у твердій палітурці, клейове скріплення є найчастіше використовуваною технологією оправляння як для книг, так і для багатосторінкових листівок. Клейове скріплення часто називають «безшвейним скріпленням».

Клейка речовина, що використовується, може бути на основі натуральних продуктів, або може бути синтетичною. Остання може бути дисперсною, термоклеєм або поліуретановою речовиною. До натуральних продуктів переважно належать крохмальні клейстери, декстрини та міздряні клеї.

Традиційно найчастіше використовуються клеї на водній основі або термоклеї, а деякі клеї – на основі розчинників.

### **Лакування**

«Покриття», «лакування» та «покривний друк» є синонімами покриття, яке наноситься на поверхню друку для захисту або оздоблення. Покривний лак є безбарвною прозорою фарбою без пігментів. Лаки висихають шляхом випаровування, окиснення або УФ-затвердіння, і лаки можна наносити як на друкарській машині, так і на окремій машині [\[ 8, Nordic Council of Ministers 1998 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#).

## 13.3 Поточні рівні споживання та викидів від публікаційного ротогравюрного друку

### 13.3.1 Баланси маси

[ 7, Germany 2003 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 148, COM 2009 ] [ 155, TWG 2016 ]

У 1999 р. було опубліковано результати обліку заводів публікаційного ротогравюрного друку в Німеччині. Одним із результатів цього обліку було те, що дані про продуктивність різних установок різних заводів були порівняні та використані для моделювання віртуального заводу, який міг би відповідати вимогам законодавства, особливо вимогам Директиви про викиди розчинників (ДВР). У цьому розділі повідомляється баланс маси для заводу, що представляє передову практику (вибраного за результатами обліку), а також дані для віртуального заводу, що доповнюється даними з нещодавньої процедури збору даних [ 155, TWG 2016 ].

#### Завод, що представляє передову практику

У цьому розділі повідомляються дані про завод, що представляє передову практику, із цього обліку разом із балансами маси віртуального заводу. Завод передової практики – це сучасне видавниче підприємство з п'ятьма друкарськими машинами, що мають загалом 40 фарбових апаратів. Продукція — це переважно журнали та каталоги, які мають бути високої якості. Інформація про функціонування цього заводу передової практики надані в Таблиці 13.2.

Таблиця 13.2: Баланс маси заводу публікаційного ротогравюрного друку передової практики

| Вхідний потік           | Сума    | Одиниця вимірювання        | Коментарі             | Вихідний потік                              | Сума   | Одиниця вимірювання | Коментарі                         |
|-------------------------|---------|----------------------------|-----------------------|---|--------|---------------------|-----------------------------------|
| <i>Матеріал</i>         |         |                            |                       | <i>Продукти</i>                             |        |                     |                                   |
| Напівфабрикати          | 3 100   | т/р.                       |                       | Напівфабрикати                              | 86 367 | т/р.                | Папір та друкарська фарба         |
|                         |         |                            |                       | <i>Відходи</i>                              |        |                     |                                   |
| Основа для друку        | 91 300  | т/р.                       |                       | Основа/дефект друку                         | 8 005  | т/р.                |                                   |
| Друкарські фарби        | 2 210   | т/р.                       | У тому числі лак      | Залишки друкарської фарби/лаку              | 15,7   | т/р.                | Шкідливі                          |
| Вода: з якої            | 158 150 | м3/рік                     | Вода зі свердловини   | Осад  | 7,5    | т/р.                | Шкідливі                          |
|                         | 123 100 | м3/рік                     | Охолодження           |   |        |                     |                                   |
|                         | 9 000   | м3/рік                     | Підготування циліндра | Активоване вугілля                          | 2,6    | т/р.                | 3 адсорберів                      |
|                         | 6 500   | м3/рік                     | Нагрівання            | <i>Стічні води</i>                          |        |                     |                                   |
| Серветки                | 600 125 | Одиниць/рік, що очищаються | Багаторазові серветки | До каналізації                              | 33 200 | м3/рік              | 2 418 м3/рік від електролакування |
| <i>Енергія</i>          |         |                            |                       | <i>Відпрацьований газ</i>                   |        |                     |                                   |
| Загальний обсяг енергії | 67 509  | МВт-год/р.                 |                       | ЛОС в очищеному газі                        | 7,2    | т/р.                | У середньому 35 мг С/м3           |
| Енергія газу            | 44 051  | МВт-год/р.                 |                       | NO <sub>x</sub> від спалювальної установки. | 7,6    | т/р.                | Спалювання природного газу        |
| Електроенергія          | 24 011  | МВт-год/р.                 |                       | СО від спалювальної установки               | 0,2    | т/р.                | Спалювання природного газу        |
|                         |         |                            |                       | <i>Неорганізовані</i>                       |        |                     |                                   |
|                         |         |                            |                       | Неорганізовані ЛОС                          | 365    | т/р.                |                                   |

Джерело: [ 7, Germany 2003 ] [ 38, TWG 2004 ]

#### Віртуальний завод

Віртуальний завод, як пояснювалося вище, не є фактичним заводом, а складається з ефективних установок різних наявних заводів. Баланс ЛОС віртуального заводу з використанням коефіцієнтів викидів, типових для галузі, дає результати, показані Рисунок 13.2 нижче.

Покупні друкарські фарби містять у середньому 50–55% толуолу, а не 45% (лаки для глибокого друку містять 45–55% ЛОС). Проте це не впливає на розрахунки, оскільки після розведення показники приблизно врівноважуються.

Ефективність відновлення ЛОС в «очищеному газі» дорівнює 99,9%, що є винятковим значення й набагато перевищує звичайну передову практику, і його технічно дуже складно досягти, а також воно призводить до великого попиту на енергію. Середній потік повітря становить 19 000 Нм<sup>3</sup>/год, що на практиці не є звичним показником; значення 100 000 м<sup>3</sup>/год було б набагато більш вірогідним [ 38, TWG 2004 ].

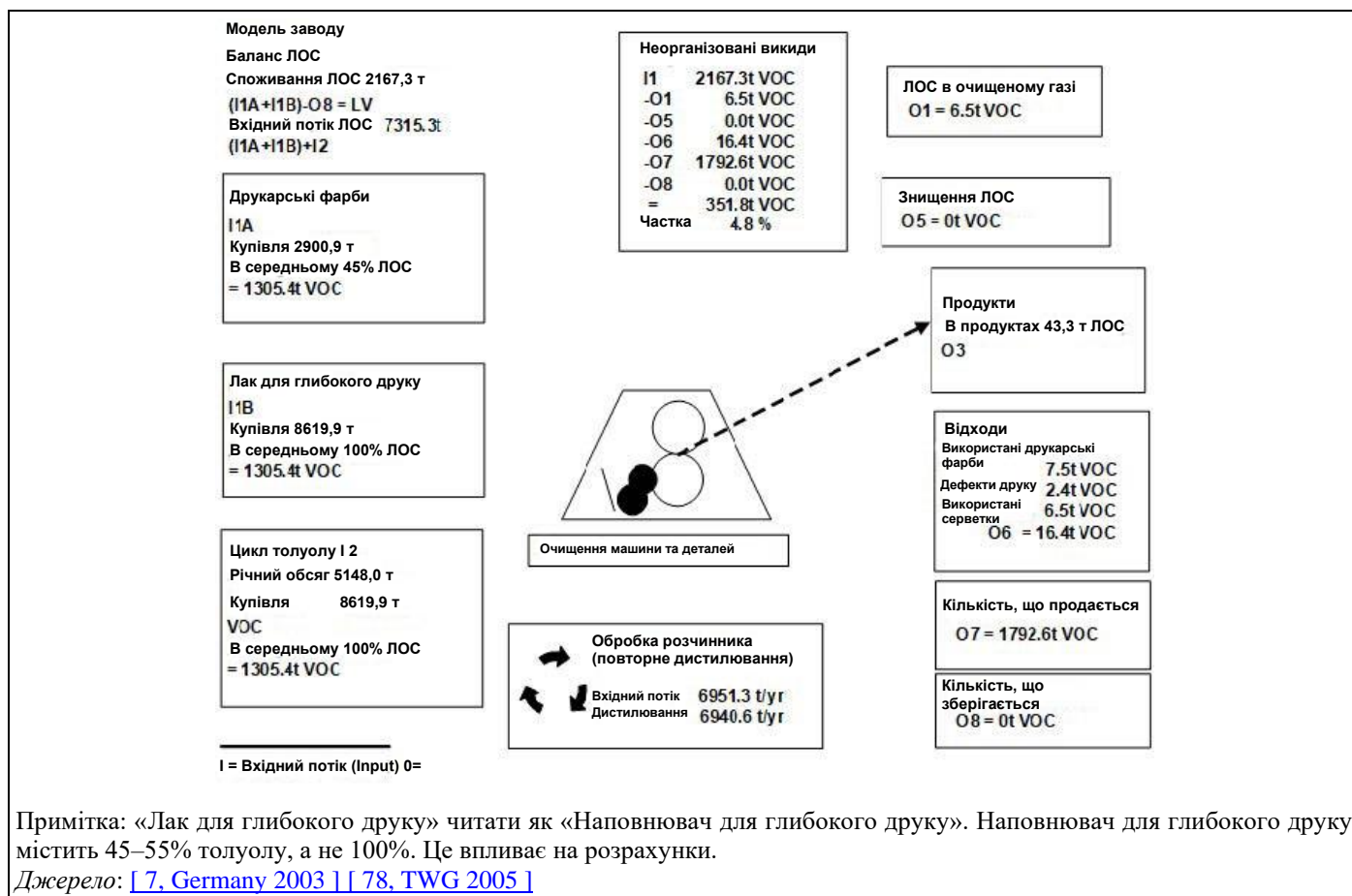


Рисунок 13.2: Баланс ЛОС віртуального заводу публікаційного ротогравюрного друку

Цей баланс маси теоретично досягається через впровадження таких заходів щодо скорочення:

- друкарські фарби, що застосовуються, є затримувальними фарбами (див. пояснення нижче та в Розділі 13.4.1.1);
- у місцях збору залишків друкарської фарби та просочених розчином серветок застосовується витяжна система;
- періодичне очищення від стійких забруднень здійснюється сухим льодом замість розчинників;
- здійснюється безперервний моніторинг продуктивності адсорбера для толуолу;
- повітря для сушіння з адсорбера толуолу спрямовується через скрубер для відхідних газів.

У «затримувальних фарбах» утворення плівки на поверхні друкарської фарби затримується через модифікований склад. Отже, більш високий відсоток толуолу, що міститься в друкарській фарбі, може відводитися безпосередньо в секцію сушіння фарби поліграфічного заводу [ 7, Germany 2003 ].

Деякі основні ЛОС у ротогравюрному друку ілюстрацій показані в Таблиці 13.3. З цієї таблиці можна розрахувати, що на кожну тону закуплених друкарських фарб використовується 1,86 тонни толуолу (частково відновленого й частково нового). Дані з двох заводів демонструють, що питоме споживання толуолу складає 1,96 тонни та 1,48 тонни відповідно на кожну тону закупленої друкарської фарби (див. Таблицю 13.4). Проте неясно, чи це стосується співвідношення толуолу до твердих частинок; це єдина точна основа для порівняння вхідного потоку толуолу з вхідним потоком друкарської фарби [ 38, TWG 2004 ].

**Таблиця 13.3:** ЛОС у публікаційному ротогравюрному друці

| Речовина           | Тиск пари з 20 °C (кПа) | Питоме споживання (% мас. вхідного потоку купленої друкарської фарби) | Використання  |
|--------------------|-------------------------|---|---|
| Толуол             | 2,9                     | 54,7  | Розчинник у друкарській фарбі та лаку для глибокого друку |
|                    |                         | 100   | Розріджувач у процесі друку                               |
|                    |                         | 2,5–7,5 <sup>(1)</sup>  | Очищувальний засіб <sup>(2)</sup>                         |
| Етанол             | 5,9                     | < 1   | Сикатив для коригування циліндру                          |
| Замінник скипидару | 0,04                    | < 1   | Очищувальний засіб для коригування циліндру               |
| Ацетон             | 24,0                    | < 1   | Очищувальний засіб для коригування циліндру               |

Джерело: [ 7, Germany 2003 ], <sup>(1)</sup> [ 78, TWG 2005 ], <sup>(2)</sup> [ 38, TWG 2004 ]

**Таблиця 13.4:** Питоме споживання толуолу на двох заводах у Фландрії, Бельгія

| Номер заводу | Вхідний потік купленої друкарської фарби (т/р) | Загальний вхідний потік толуолу (новий та відновлений) (т/р) | Питоме поживання толуолу (% мас. вхідного потоку купленої друкарської фарби) |
|--------------|--|--|--|
| Завод 1      | 1 312  | 2 571  | 196  |
| Завод 2      | 1 475  | 2 179  | 148  |

Джерело: [ 13, Amino et al. 2002 ]

Більш свіжі зібрані дані [ 155, TWG 2016 ] вказують на значно вищі рівні вхідного потоку толуолу, виражені або у відношенні до закуплених друкарських фарб та лаків, або у відношенні до вмісту твердої маси закуплених друкарських фарб та лаків (див. Таблицю 13.5).

**Таблиця 13.5:** Дані про питоме споживання толуолу

| Завод | Питоме споживання толуолу (нового та відновленого) (т/р) на куплені друкарські фарби та лаки (т/р) |      |      | Питоме споживання толуолу (нового та відновленого) (т/р) на вміст твердої маси в куплених друкарських фарбах та лаках (т/рік) |      |      |
|-------|--|------|------|---|------|------|
|       | 2015   | 2014 | 2013 | 2015  | 2014 | 2013 |
| Рік   | 2015   | 2014 | 2013 | 2015  | 2014 | 2013 |
| 1     | 2,68   | 2,74 | 2,65 | 5,88  | 6,04 | 5,75 |
| 2     | 2,49   | 2,68 | 2,89 | -   | -    | -    |
| 3     | 2,25   | 2,24 | 2,26 | 5,74  | 5,35 | 5,28 |

Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

Баланси толуолу на двох заводах ротогравюрного друку з п'ятьма машинами, розташованих у Фландрії (Бельгія), наведені в Таблиці 13.6. Неорганізовані викиди толуолу становлять 10% та 6% від вхідного потоку розчинника (толуолу) відповідно. Технологія досягнення нульового вмісту толуолу у відходах Заводу 2 не визначена [ 38, TWG 2004 ].

Таблиця 13.6: Баланси толуолу на двох заводах ротогравірного друку

| Параметр   | Завод 1        | Завод 2     | Одиниця вимірювання        |
|--|----------------|-------------|----------------------------|
| Загальне споживання толуолу (нового та відновленого)             | 2 571          | 2 179       | т/р.                       |
| Толуол у відходах  | 11             | 0           | т/р.                       |
| Толуол у твердому продукті                                       | 10             | 10          | т/р.                       |
| Толуол, що відновлюється та повторно використовується на об'єкті | 1 694          | 1 428       | т/р.                       |
| Толуол, що відновлюється та продається                           | 599            | 613         | т/р.                       |
| <i>Викиди</i>  |                |             |                            |
| Викиди толуолу після обробки                                     | 1,1            | 4           | т/р.                       |
| Неорганізовані викиди толуолу <sup>(1)</sup>                     | 265            | 133         | т/р.                       |
| Загальні викиди толуолу  | 266,1<br>(10%) | 137<br>(6%) | т/р.<br>(% від споживання) |

<sup>(1)</sup> включно з 10 тоннами толуолу в проданому продукті.  
 Джерело: [ 13, Aminimal et al. 2002 ]

На Рисунку 13.3 показані основні відповідні вхідні потоки розчинника та ЛОС. Стрілки вказують на віднесеність кількості ЛОС [ 148, COM 2009 ].

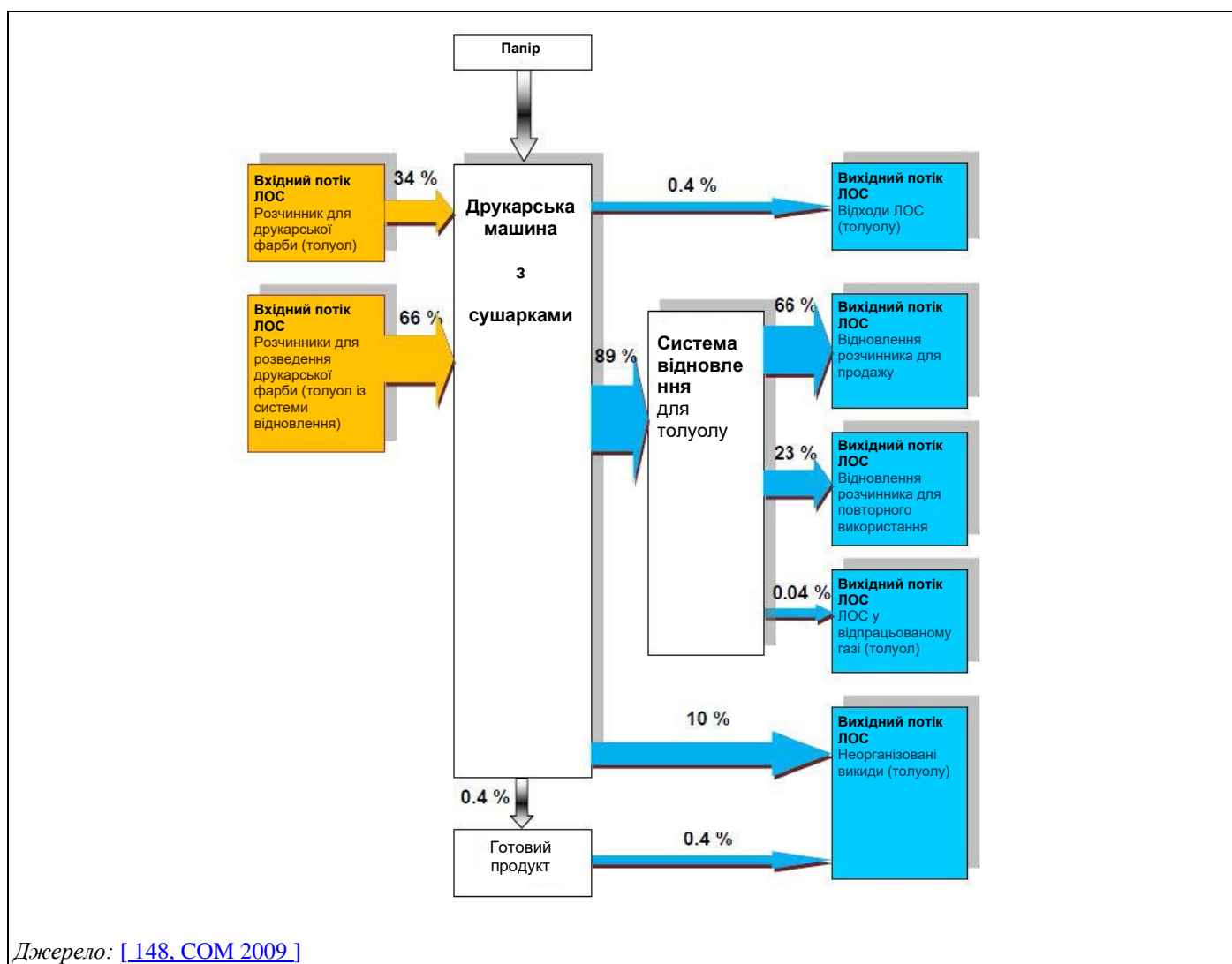


Рисунок 13.3: Основні вхідні потоки розчинника та вихідні потоки ЛОС для заводу з публікаційного ротогравірного друку



У рамках збору даних було надано дані з чотирьох заводів публікаційного ротогравюрного друку [ 155, TWG 2016 ].

### 13.3.2 Споживання

[ 7, Germany 2003 ] [ 155, TWG 2016 ]

#### 13.3.2.1 Друкарські фарби

Європейська індустрія публікаційного ротогравюрного друку щороку використовує 180 000 тонн друкарської фарби (дані за 2006 р.) Вона складається з 30 кт пігментів, 50 кт смол та 100 кт толуолу [ 149, ERA 2016 ].

Усі друкарські фарби, які використовуються для публікаційного ротогравюрного друку, на основі толуолу. У Таблиці 13.7 наведено середній базовий склад для публікаційного ротогравюрного друку. На поліграфічному підприємстві друкарські фарби цього типу складу значно розбавляються перед використанням. Концентрація толуолу готової до друку друкарської фарби перебуває в діапазоні 70–80% мас.

Таблиця 13.7: Середній базовий склад покупної друкарської фарби для публікаційного ротогравюрного друку

| Компонент                             | Зміст   | Концентрація (% мас.) |
|---------------------------------------|---|-----------------------|
| <i>В'язуча речовина:</i>              |   |                       |
| - Компонент розчинника                | Толуол  | 50–60                 |
| - Компонент в'язучої речовини         | наприклад, фенольні смоли, вуглеводневі смоли, етилцелюлоза | 30–40                 |
| <i>Барвники</i>                       | Органічні та неорганічні пігменти                           | 8–20                  |
| <i>Допоміжні речовини для кольору</i> | наприклад, воски, диспергатори, антивспінювачі              | 1–4                   |
| <i>Джерело: [ 7, Germany 2003 ]</i>   |   |                       |

Повідомлені дані про вміст розчинника в друкарській фарбі для публікаційного ротогравюрного друку показують коливання від 54% до 61% [ 155, TWG 2016 ].

Кількість друкарських фарб, що використовуються на заводах публікаційного ротогравюрного друку, що беруть участь у зборі даних, варіюється від 1 мільйону кг до 2,8 мільйона кг. Вміст розчинника в куплених друкарських фарбах, а також кількість повторно використовуваного розчинника наведено в Таблиці 13.8.

Таблиця 13.8: Дані про споживання друкарської фарби та споживання розчинника від заводів із публікаційного ротогравюрного друку

| Завод                             | Вміст розчинника в куплених друкарських фарбах (%) | Кількість розчинника, що відновлюється й повторно використовується як вхідний розчинник (% куплених друкарських фарб) |
|-----------------------------------|--|---|
| 1                                 | 54,3   | 215   |
| 2                                 | 51,9   | 217   |
| 3                                 | 58,7   | 166   |
| <i>Джерело: [ 155, TWG 2016 ]</i> |  |   |

Повідомлені цифри про споживання розчинника основою варіюються від 70 кг/т до 92 кг/т, а середнє споживання розчинника на мільйон м<sup>2</sup> основи варіюється від 2,1 кг до 4,8 кг [ 155, TWG 2016 ].

Друкарські фарби на водній основі були предметом експерименту. Основна проблема полягає в тому, з наявними процесами переробки паперу видалення друкарської фарби з паперу неможливе. Це, у поєднанні з нижчою швидкістю друкарської машини, проблемами друку у разі великої ширини полотна та впливом на різні компоненти доквілля, призвело до припинення їхнього використання [ 1. INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 38. TWG 2004 ].

Успішна розробка фарб для публікаційного ротогравюрного друку призвела до появи нового покоління фарб на основі толуолу, відомих як «затримувальні фарби» (див. Розділ 13.4.1.1). Їхня рецептура була змінена так, щоб толуол випаровувався в сушарках більш ефективно. Хоча вони містять приблизно на 5% більше толуолу, коли вони готові до друку, їхнє використання може призвести до меншої кількості неорганізованих викидів. Ці нові друкарські фарби розповсюджуються кількома виробниками [ 7. Germany 2003 ] [ 14. Aminimal et al. 2002 ] [ 15. CITEPA 2003 ].

### 13.3.2.2 Очищувальні засоби

Усі друкарські фарби, які використовуються для публікаційного ротогравюрного друку, є фарбами на основі толуолу. Після висихання вони знову розчиняються в толуолі, який із цієї причини використовується як очищувальний засіб. Проте, дані про кількість використовуваних очищувальних засобів недоступні; тільки відносне значення в Таблиці 13.3 демонструє, що на кожну тонну закуплених друкарських фарб для очищення використовується 2,5–7,5% мас. толуолу [ 78. TWG 2005 ].

Системи без вмісту ЛОС (сухий лід) також застосовуються для регулярного очищення машин [ 155. TWG 2016 ].

### 13.3.2.3 Енергія

[ 155. TWG 2016 ]

Повідомлені значення питомого споживання енергії варіюються від 0,4 МВт-год до 0,75 МВт-год на тонну основи або від 10 МВт-год до 30 МВт-год на мільйон м<sup>2</sup> задрукованої площі.

Система відновлення толуолу (місцева витяжка, утворення пари, перекачування охолоджувальної води) становить значну частку (у деяких випадках майже половину) від загального споживання енергії заводом.

На додаток до загальних технологій (енергозберігальне освітлення, оптимізація рівня тиску), основними технологіями збереження енергії, визначеними для сектора, є:

- теплообмін у системах вентиляції, включно з установкою відновлення толуолу, кондиціонуванням повітря, лініями видалення пилу, лінією обрізання;
- зменшена вентиляція повітря під час роботи в холостому режимі або під час технічного обслуговування;
- теплова ізоляція резервуарів та чанів, що містять нагріті рідини (адсорбери установки відновлення толуолу, резервуар із гарячою водою);
- установка відновлення толуолу з частотно-регульованим приводом;
- регенерація тепла від установки відновлення толуолу;
- видалення повітря та регенерація енергії з процесів сушіння.

Більше інформації про можливі варіанти енергоефективності для поліграфічного сектора загалом можна знайти на вебсторінці проєкту EMPSI<sup>40</sup>.

<sup>40</sup> EMPSI: Стандартизація управління енергоспоживанням в поліграфічній промисловості, <http://www.emspi.eu/index.html>

### 13.3.2.4 Вода

[ 155, TWG 2016 ]

У процесі відновлення толуолу використовується близько 2–8 кг пари на 1 кг відновленого толуолу. Коли на «звичайному» заводі з чотирма друкарськими машинами щорічно відновлюється близько 7 000 тонн толуолу, потрібно від 20 000 до 30 000 тонн води. Зазвичай ця вода повторно використовується для охолодження або, у випадку нових установок для відновлення, поєднується з новими паровими котлами та знову використовується як пара для відновлення толуолу. У випадку використання у якості охолоджувальної води можна зекономити близько 30–50% води. У ситуаціях, коли конденсована пара повторно використовується як котлова вода, можна досягти економії 100% [ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 13, Aminal et al. 2002 ].

Дві установки повідомили про такі значення питомого споживання води: 1,146 м<sup>3</sup>/т продукту та 10,15 мл/м<sup>2</sup> продукту. Повідомлялося також про повторне використання води у відділі підготовки циліндрів після належної обробки (седиментація, фільтрування, іонний обмін) [ 155, TWG 2016 ].

Типовий розподіл вхідного та вихідного потоків води наданий на схемі Рисунка 13.4.

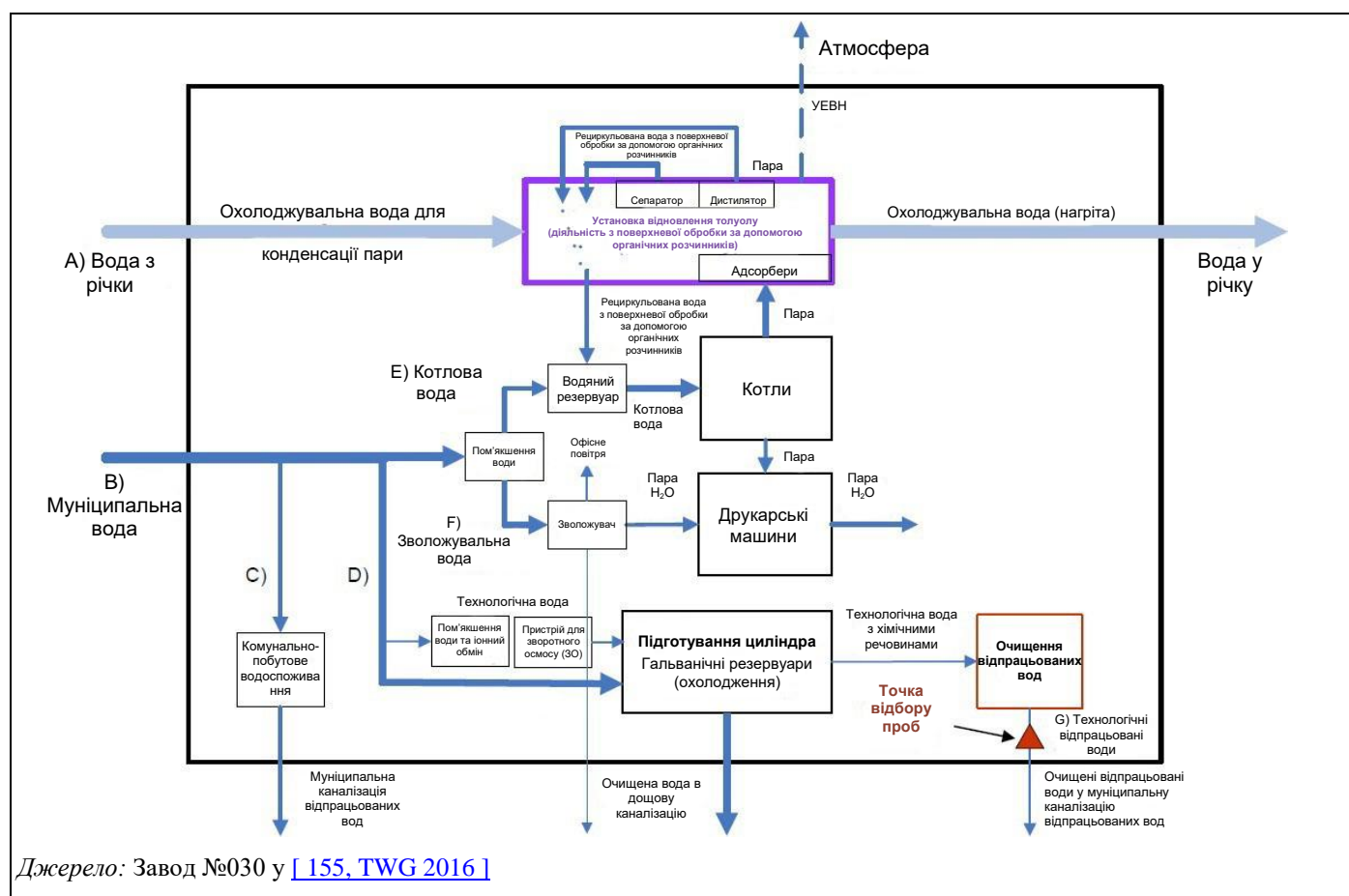


Рисунок 13.4: Схема використання води на установці з публікаційного ротографічного друку

### 13.3.2.5 Основи для друку та інші матеріали

Повідомлені дані про річне споживання основ для друку для заводів із двома або трьома друкарськими секціями показують діапазон від 40 000 т до 90 000 т [ 155, TWG 2016 ].

Повідомлені значення використання паперових основ варіюються від 50 кг до 70 кг паперу на кг розчинника або від 25 кг до 40 кг паперу на кг друкарської фарби [ 155, TWG 2016 ].

### 13.3.3 Викиди

Сьогодні на всіх заводах для публікаційного ротогравюрного друку є установки для відновлення толуолу. Попри систему відновлення толуолу, частина толуолу все одно викидається.

Основними джерелами викидів ЛОС є:

- процес друку та його операції з очищення;
- система відновлення розчинника;
- друкований продукт.

Толуол (номер CAS 108-88-3) пов'язаний із деякими небезпечними ризиками, зокрема, передбачається, що він токсичний для репродуктивної функції (репродуктивна токсичність, категорія 2; H361d<sup>41</sup>). Толуол внесений до Змінного плану дій спільноти (CoRAP, дані за 2018 р.<sup>42</sup>).

Для мінімізації викидів толуолу в повітря були визначені різні технології:

- пряме подання друкарської фарби;
- система дистилювання замкнутого циклу під час відновлення толуолу для відновлення залишку толуолу з декантованої води;
- використання затримувальних фарб;
- підключення до системи відновлення толуолу всіх видів діяльності/процесів, які можуть призвести до викиду толуолу: друкарських секцій, толуолових мийних машин, сушарок, повітря друкарського цеху в секціях.

Крім того, широко застосовується безперервна витяжка повітря з друкарської машини, сушарок та друкарського цеху [155, TWG 2016].

#### 13.3.3.1 Загальні викиди ЛОС

[155, TWG 2016]

Повідомлені значення загальних викидів ЛОС, виражені як відсоток від вхідного потоку розчинника, надані на Рисунку 13.5.

---

<sup>41</sup> Див. <https://echa.europa.eu/es/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/30426>

<sup>42</sup> Див. <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/evaluation/community-rolling-action-plan/corap-table/-/dislist/details/0b0236e1807e45ba>

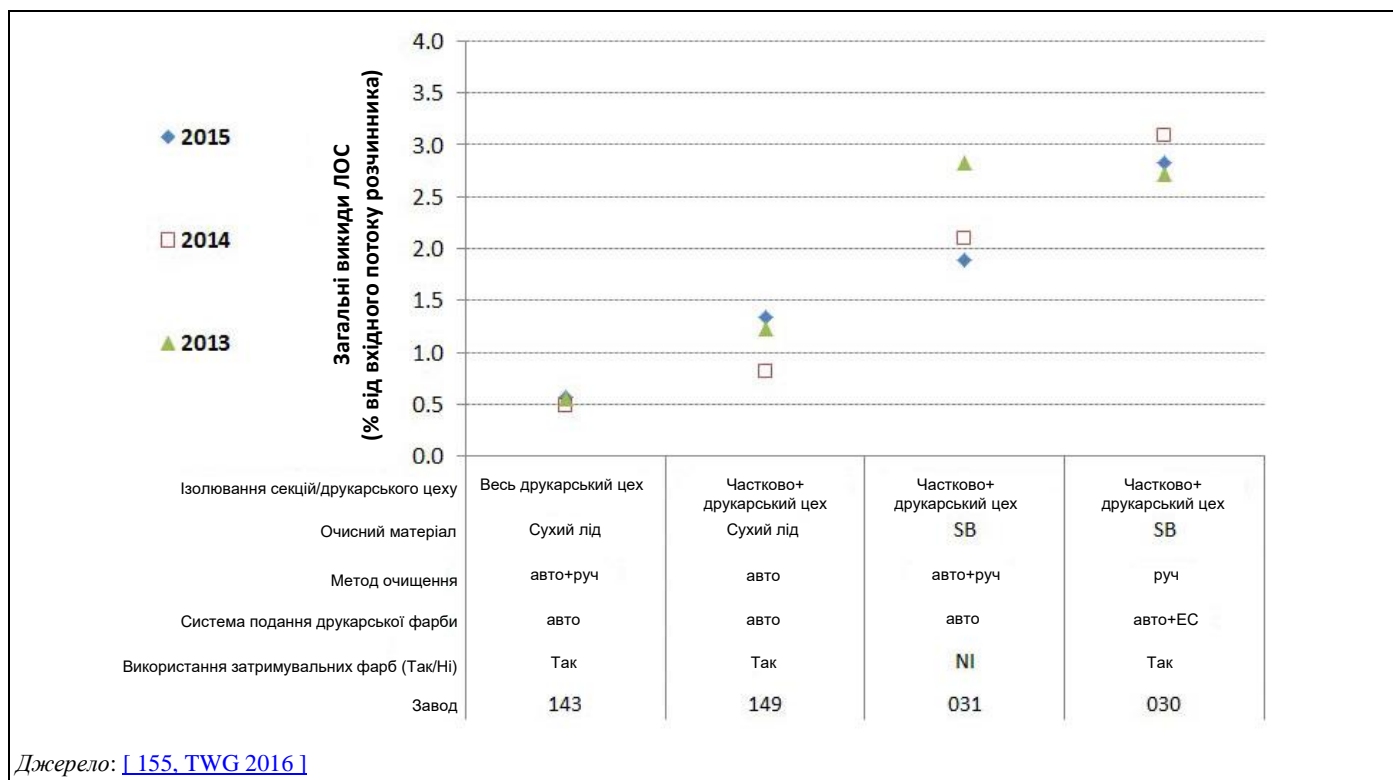


Рисунок 13.5: Загальні викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр.

Скорочення, що використовуються в цій главі, пояснені в Таблиці 13.9.

Таблиця 13.9: Скорочення, що використовуються в цій главі

| Процес                              | Скорочення               | Додаткова інформація   |
|-------------------------------------|--------------------------|--|
| Ізолювання секцій/друкарського цеху | Весь друкарський цех     | Герметизований друкарський цех та витяжка повітря з подальшою обробкою на установці відновлення толуолу  |
|                                     | Частково+друкарський цех | Місцева витяжка з друкарських секцій та вентиляція цеху з подальшою обробкою на установці відновлення толуолу  |
| Очисний матеріал                    | Сухий лід                | Видалення засохлої фарби шляхом дробострумнинної обробки гранулами сухого льоду  |
|                                     | SB                       | Використання очищувальних засобів на основі розчинників  |
| Подання друкарської фарби           | Авто                     | Автоматичне подання друкарської фарби з контейнерів  |
|                                     | EC                       | Електростатичний спосіб  |
| Використання затримувальних фарб    | Так/Ні                   | Затримувальні фарби мають модифіковану рецептуру, яка уповільнює утворення плівки й дає змогу випаровувати толуол протягом більш тривалого проміжку часу. Використання затримувальних фарб допоможе скоротити неорганізовані викиди на 1% від вхідного потоку розчинника |

Повідомлені значення загальних викидів ЛОС та контекстуальна інформація про схему та роботу заводів для публікаційного ротографічного друку, які надали дані, надані в Таблиці 13.10.

Таблиця 13.10: Повідомлені значення загальних викидів ЛОС та контекстуальна інформація з заводів із публікаційного ротогравюрного друку

| Завод | Використання затримувальних фарб (Так/Ні/ІВ) | Поточна структура з року | Ізолювання секцій/друкарського цеху | Подання друкарської фарби | Очищувальні засоби | Система промивання друкарської машини (кількість друкарських машин) | Загальні викиди ЛОС (% від вхідного потоку розчинника) |      |      |
|-------|--|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------|---|--|------|------|
|       |  |                          |                                     |                           |                    |   | 2015   | 2014 | 2013 |
| 143   | Так  | 2000                     | Весь друкарський цех                | Авто                      | Сухий лід          | Авто (2)<br>Ручна (1)   | 0,56   | 0,49 | 0,55 |
| 149   | Так  | 2009                     | Весь друкарський цех                | Авто                      | Сухий лід          | Авто  | 1,34   | 0,82 | 1,23 |
| 031   | ІВ   | 2006                     | Весь друкарський цех                | Авто                      | SB                 | Ручна (1)<br>Авто (1)   | 1,89   | 2,10 | 2,82 |
| 030   | Так  | 2000                     | Частково+друкарський цех            | Авто+ЕС                   | SB                 | Ручна   | 2,82   | 3,09 | 2,71 |

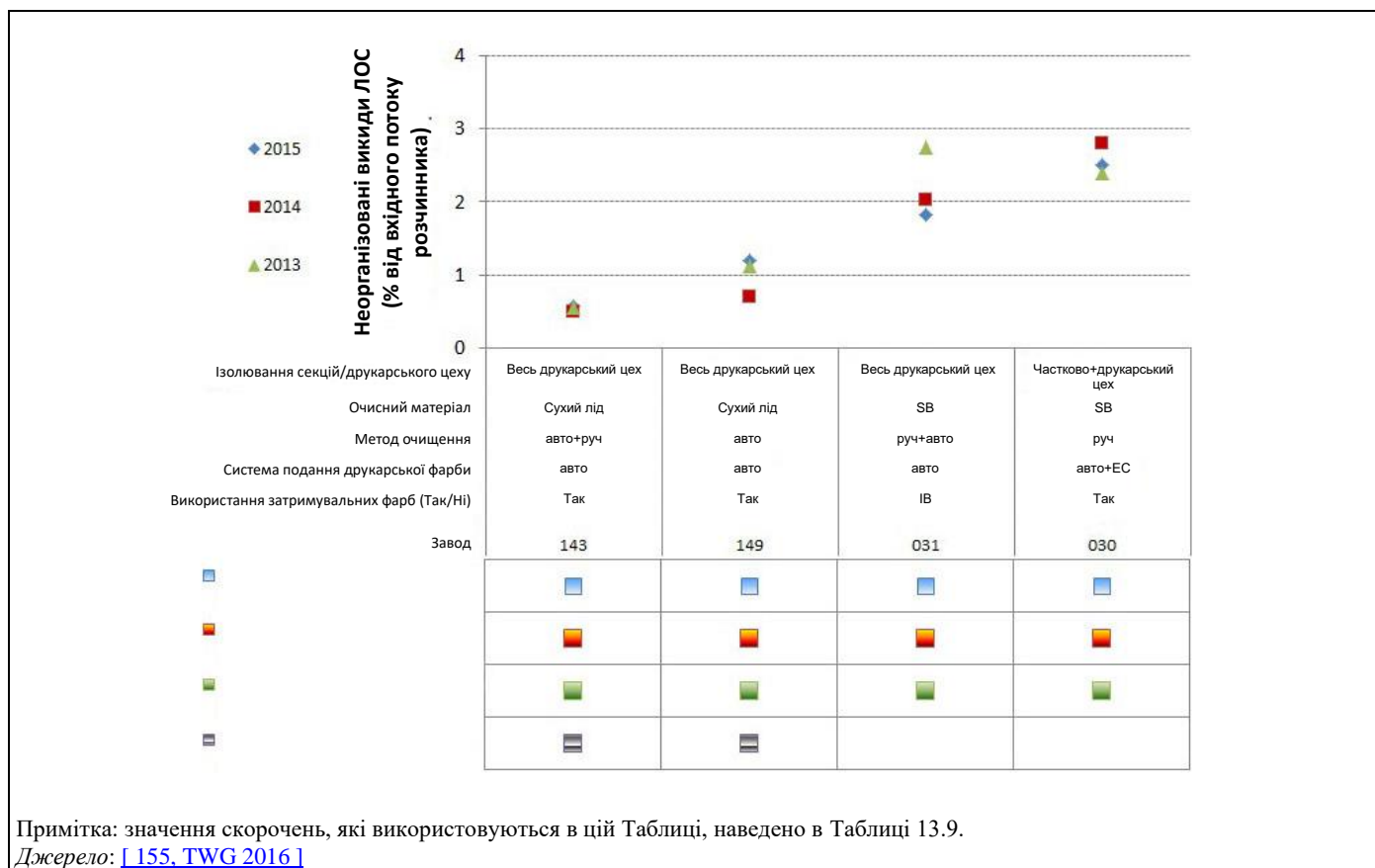
Джерело: [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

Як видно на Рисунку 13.5, загальні викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідного потоку розчинника, у всіх випадках складають менше ніж 3% і близько або менше ніж 1% у випадку використання очищувальних засобів, що не містять розчинників.

### 13.3.3.2 Неорганізовані викиди ЛОС

[\[ 155, TWG 2016 \]](#)

Повідомлені значення неорганізованих викидів ЛОС, виражених як відсоток від вхідного потоку розчинника за звітний період 2013–2015 рр. надані на Рисунку 13.5.



**Рисунок 13.6: Неорганізовані викиди ЛОС, виражені як відсоток від вхідних потоків розчинника за період 2013–2015 рр.**

Повідомлені значення неорганізованих викидів ЛОС та контекстуальна інформація про схему та роботу заводів для публікаційного ротогравюрного друку, які надали дані, надані в Таблиці 13.11.

**Таблиця 13.11: Повідомлені значення неорганізованих викидів ЛОС та контекстуальна інформація з заводів із публікаційного ротогравюрного друку**

| Завод | Використання затримувальних фарб (Так/Ні/ІВ) | Поточна структура з року | Ізолювання секцій/друкарського цеху | Подання друкарської фарби | Очищувальні засоби | Система промивання друкарської машини (кількість друкарських машин) | Неорганізовані викиди ЛОС (% від вхідного потоку розчинника) |      |      |
|-------|--|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------|---|--|------|------|
|       |  |                          |                                     |                           |                    |   | 2015   | 2014 | 2013 |
| 143   | Так  | 2000                     | Весь друкарський цех                | Авто                      | Сухий лід          | Авто (2)<br>Ручна (1)   | 0,56   | 0,49 | 0,55 |
| 149   | Так  | 2009                     | Весь друкарський цех                | Авто                      | Сухий лід          | Авто  | 1,19   | 0,7  | 1,12 |
| 031   | ІВ   | 2006                     | Весь друкарський цех                | Авто                      | SB                 | Ручна (1)<br>Авто (1)   | 1,83   | 2,03 | 2,74 |
| 030   | Так  | 2000                     | Частково+друкарський цех            | Авто+EC                   | SB                 | Ручна   | 2,5  | 2,8  | 2,4  |

Джерело: [155, TWG 2016]

### 13.3.3.3 Викиди у відпрацьованих газах

[ 155, TWG 2016 ]

На всіх заводах, що звітують, працюють централізовані системи відновлення толуолу, а на трьох заводах здійснюється безперервний моніторинг вмісту толуолу на виході з системи відновлення. Результати наведені на Рисунку 13.7.

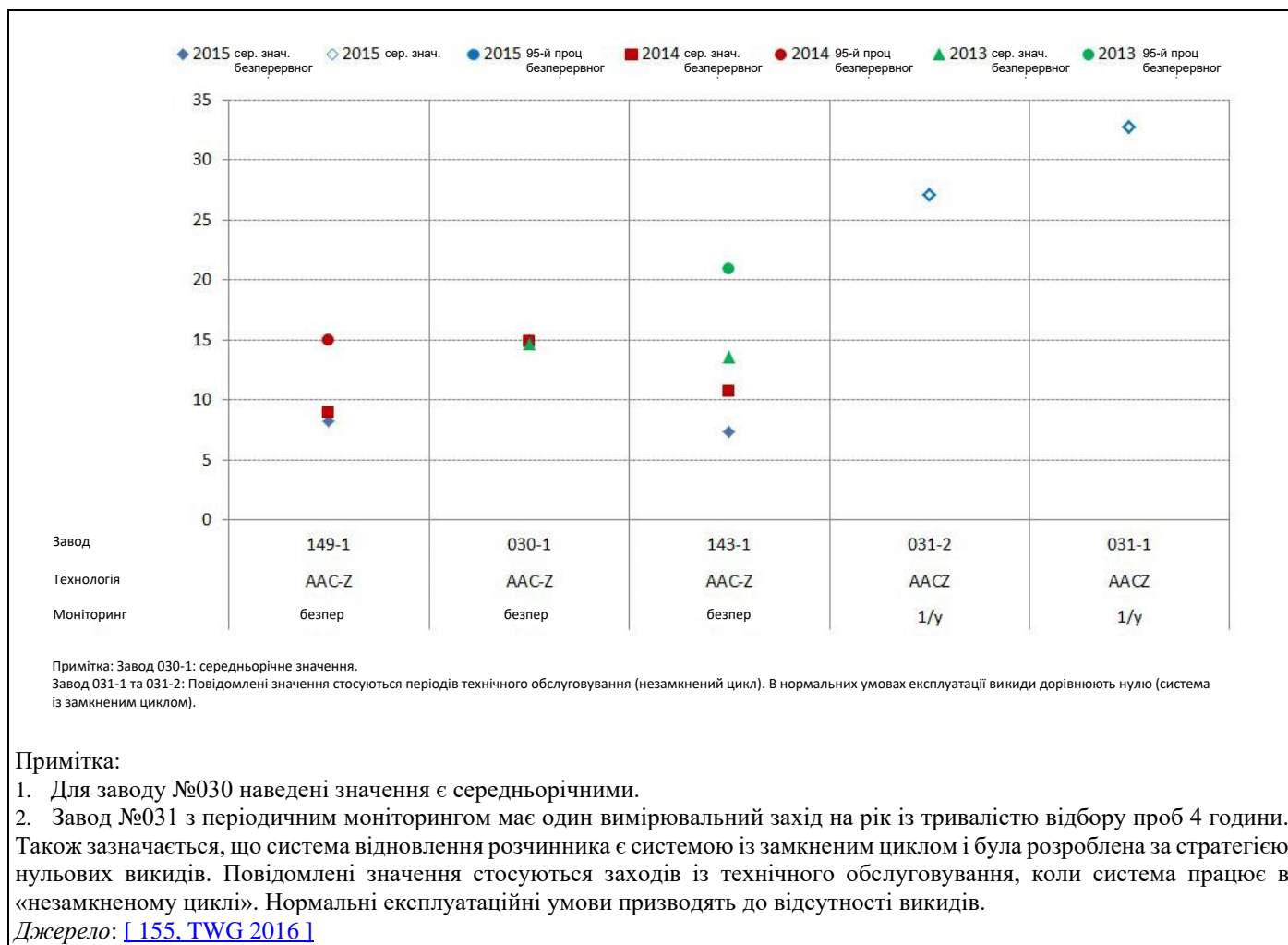


Рисунок 13.7: Викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах установки відновлення толуолу за період 2013–2015 рр.



### 13.3.3.4 Утворення відходів

[ 155, TWG 2016 ]

Основні види відходів, що утворюються в галузі публікаційного ротогравюрного друку, надані в Таблиці 13.12.

Таблиця 13.12: Основні види відходів, що утворюються в галузі публікаційного ротогравюрного друку

| Тип відходів   | Джерело   | Кінцеве призначення  | Вміст ЛОС (%) | Кількість                                    |
|--|---|--|---------------|--|
| Макулатура   | Виробничі процеси                               | Продається за межами об'єкта   | 0–0,5         | 6–12% від вхідного потоку паперу             |
| Відходи толуолу  | Боротьба з викидами в повітря                   | Передається за межі об'єкта як шкідливі відходи  | 80–100        | 0,1–0,2% від вхідного потоку толуолу         |
| Суспензія толуолу  | Очищення фарбового бака                         | Передається за межі об'єкта як шкідливі відходи  | 40–80         | 0,07–0,1% від вхідного потоку толуолу        |
| Відходи друкарської фарби                                  | Виробничі процеси                               | Передається за межі об'єкта як шкідливі відходи  | 20–85         | < 0,1% від вхідного потоку друкарської фарби |
| Металева мідь  | Підготування циліндру – мідне покриття          | Продається за межами об'єкта   | 0             | < 0,4 г/кг вхідного потоку паперу            |
| Тверді відходи, що містять Cr(VI)                          | Підготування циліндра                           | Передається за межі об'єкта як шкідливі відходи  | 0             | < 50 г/т вхідного потоку паперу              |
| Електроліт кислотної ванни для видалення хрому             | Виробничі процеси                               | Передається за межі об'єкта як шкідливі відходи, що містять іони Cr та 35% сірчану кислоту | 0             | < 0,3 г/т вхідного потоку паперу             |
| Осад від очищення відпрацьованих вод, пресований у фільтрі | Очищення (попередня обробка) відпрацьованих вод | Передається за межі об'єкта як шкідливі відходи  |               | < 0,02 кг/т вхідного потоку толуолу          |
| Ганчірки для протирання з друкарських цехів                | Процеси очищення                                | Передається за межі об'єкта як шкідливі відходи  | 1             | < 0,05 г/т вхідного потоку паперу            |
| Картонна, паперова рулонна упаковка                        | Виробничі процеси                               | Передається за межі об'єкта як нешкідливі відходи  | 0             | < 4 г/т вхідного потоку паперу               |
| Оливи та мастила   | Технічне обслуговування                         | Передається за межі об'єкта як шкідливі відходи  | 0             | 2–4 т/р < 0,04 г/кг вхідного потоку паперу   |
| Дерево   | Матеріал від постачання                         | Продається за межами об'єкта   | 0             | < 0,4 г/кг вхідного потоку паперу            |
| Брухт  | Технічне обслуговування                         | Продається за межами об'єкта   | 0             | < 0,33 г/кг вхідного потоку паперу           |

Джерело: [ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

#### Макулатура

Відходи задрукованого паперу містять дуже невелику кількість (1%) залишку толуолу, який із часом викидається в атмосферу. Відходи задрукованого паперу становлять близько 50% загального обсягу макулатури. Відносно загального вхідного потоку паперу на установку, макулатура становить 6–12% від загальної кількості.

#### Друкарські фарби

У більшості випадків робота виконується з використанням чотирьох стандартних тріадних фарб, і змішування фарб відбувається в дуже незначному обсязі. Друкарські машини працюють позмінно і якщо взагалі зупиняються, то лише у вихідні дні та державні свята. Тільки невелика частка друкарських фарб стає відходами, а повторне використання повернених є загальноповсюдною практикою [ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ].

Залишки кольорової друкарської фарби можна змішувати з чорною друкарською фарбою і, таким чином, повторно використовувати, економлячи чорну фарбу. Відходи друкарської фарби можна дистилювати для відновлення толуолу. Осад дистилювання, що становить близько 20% початкової ваги відходів фарби, утилізується. Проте через невелику кількість толуолу, що відновлюється, дистилювання застосовується нечасто через потребу у відносно дорогому обладнанні [1, INTERGRAF and EGF 1999]. З огляду на дані двох установок, відсоток відходів друкарської фарби оцінюється в менше ніж 0,1% від вхідного потоку друкарської фарби. Відходи друкарської фарби передаються за межі об'єкта як шкідливі відходи [155, TWG 2016].

#### Очисні матеріали (серветки, ганчірки)

Використані серветки та ганчірки, що містять залишки друкарської фарби та толуолу, сушаться в сушильних камерах, звідки витяжне повітря спрямовується на установку відновлення толуолу. Після сушіння в ганчірках може міститися дуже невелика кількість залишку толуолу.

### 13.3.3.5 Викиди у воду

На Рисунок 13.8 продемонстровано схему утворення відпрацьованих вод на заводі з публікаційного ротогравюрного друку.

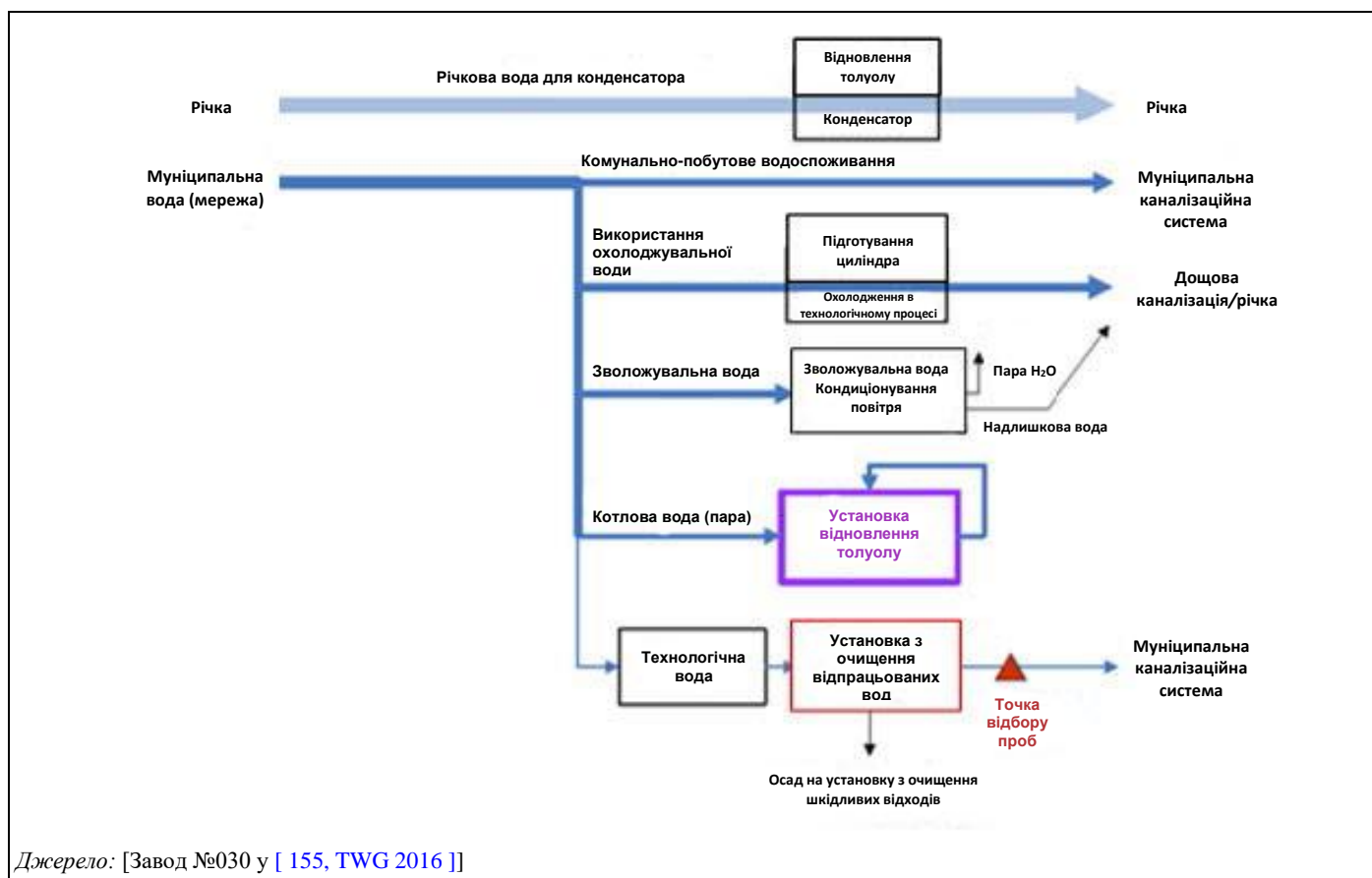


Рисунок 13.8: Схема утворення відпрацьованих вод на заводі з публікаційного ротогравюрного друку

Відпрацьовані води, що утворюються в результаті спеціалізованого очищення відпрацьованих вод відділу підготовки циліндру, спрямовуються в муніципальну каналізаційну систему. Цей потік відпрацьованих вод становить менше ніж 1% вхідного потоку води для загальних виробничих потреб установки [Завод №030 у [155, TWG 2016], також див. Рисунок 13.7)].

За 2015 р. було подано лише два набори даних із даними про викиди металів у відпрацьованих водах. Результати наведені в Таблиці 13.13.

Інша установка повідомила про скидання відпрацьованих вод тільки з приміщень санітарно-побутового призначення та вод від видалення осаду з котла та градирень. Відпрацьовані води з відділу покриття металом випаровуються з утворенням осаду (шкідливих відходів).

**Таблиця 13.13: Викиди металу в стічні води від двох заводів із публікаційного ротогравюрного друку (дані за 2015 р.)**

| Завод   | №030 |       |      |                | №031  |       |      |                |
|---|------|-------|------|----------------|-------|-------|------|----------------|
|   | Сер. | Макс. | Мін. | Кількість проб | Сер.  | Макс. | Мін. | Кількість проб |
| Забруднювальна речовина   |      |       |      |                |       |       |      |                |
| Cu  | 0,39 | 0,85  | 0,04 | 100            | 0,144 | 0,538 | ІВ   | 104            |
| Cr(VI)  | 0,01 | 0,06  | 0,01 | 100            | 0,278 | 0,359 | ІВ   | 104            |
| Сг загальний  | 0,08 | 0,2   | 0,01 | 100            | 0,003 | 0,003 | ІВ   | 104            |
| Примітка:<br>ІВ: Інформація відсутня.<br>Джерело: <a href="#">[ 155, TWG 2016 ]</a> |      |       |      |                |       |       |      |                |

## 13.4 ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ ПУБЛІКАЦІЙНОГО РОТОГРАВЮРНОГО ДРУКУ

У Главі 17 описані технології, які також можуть застосовуватись до публікаційного ротогравюрного друку. У Таблиці 13.14 показані загальні технології, що стосуються публікаційного ротогравюрного друку. Ці технології не повторюються в цьому розділі, якщо тільки не була надана інформація, що стосується цієї галузі. Опис типу інформації, що розглядається для кожної технології, наведено в Таблиці 17.1.

Таблиця 13.14: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі

| Технологія   | Номер розділу |
|--|---------------|
| Технології екологічного менеджменту                | 17.1          |
| Зберігання та поводження із сировиною              | 17.2          |
| Моніторинг   | 17.3          |
| Використання води та утворення стічних вод         | 17.4          |
| Управління енергоспоживанням та енергоефективність | 17.5          |
| Управління сировиною (у тому числі заміщення)      | 17.6          |
| Процеси та обладнання для нанесення покриття       | 17.7          |
| Технології сушіння та/або затвердіння              | 17.8          |
| Технології очищення                                | 17.9          |
| Видалення та очищення відхідних газів              | 17.10         |
| Технології очищення відпрацьованих вод             | 17.11         |
| Технології управління відходами                    | 17.12         |
| Виділення запахів                                  | 17.13         |

### 13.4.1 Технології на основі матеріалів

#### 13.4.1.1 Використання затримувальних фарб

##### Опис

Затримувальна фарба сповільнює утворення висушеної поверхні плівки, що дає можливість толуолу випаровуватися протягом більш тривалого часу і, отже, більшої кількості толуолу виділятися в сушарці та відновлюватися за допомогою системи відновлення толуолу.

##### Досягнуті екологічні переваги

Залишковий вміст толуолу в продукті, виміряний безпосередньо в зоні видачі друкарської машини, може бути знижено на 30–50%.

Дифузні викиди можна скоротити приблизно на 1% від вхідного потоку розчинника. Це відповідає скороченню на 20% загальних викидів від заводу для публікаційного ротогравюрного друку передової практики (де загальні викиди становлять 5–6% від вхідного потоку розчинника, у тому числі викиди від очищення відхідних газів; вхідний потік розчинника відповідає ДПВ) [7, Germany 2003].

Ці переваги можуть бути досягнуті лише в тому випадку, якщо відпрацьований газ із сушарок видаляється та очищається.

##### Вплив на різні компоненти довкілля

Повідомляється, що у випадку використання адсорбції потрібно більше енергії для десорбції більшої кількості толуолу, утвореного в сушарках.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується для всіх процесів публікаційного ротогравюрного друку, за винятком випадків, коли потрібні спеціальні друкарські фарби, що не мають аналога серед затримувальних фарб.

У країнах ЄС-15 70% фарб, що використовуються для публікаційного ротогравюрного друку, наразі є затримувальними фарбами, а в Німеччині - 100 % (дані за 2003 р.).

### **Економічні аспекти**

Ціна затримувальних фарб така сама, як і у звичайних друкарських фарб; проте потрібно менше фарби (хоча це не є технологією зменшення кількості друкарської фарби).

Економія на кожен кг відновленого толуолу становить близько 0,50 євро (дані 2006 р.).

### **Стимул до впровадження**

Менша кількість толуолу в кінцевому продукті.

### **Приклади заводів**

Велика кількість заводів у всій Європі.

Заводи №143, №149 та №030 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### **Довідкова література**

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 7, Germany 2003 \]](#) [\[ 14, Aminimal et al. 2002 \]](#)  
[\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

## **13.4.2 Технології видалення та очищення відхідних газів**

Для очищення відхідних газів від усіх видів діяльності/процесів, які потенційно можуть призвести до викидів толуолу, зазвичай застосовується адсорбція та відновлення толуолу (тобто система відновлення толуолу) (див. Розділ 17.10.6.2).

### **13.4.2.1 Безперервна витяжка повітря з друкарської машини, сушарок та друкарського цеху**

Див. також Розділ 17.10.2.

#### **Опис**

Витягне повітря з друкарського цеху спрямовується в систему очищення відхідних газів разом із повітрям із сушарок і ізольованої друкарської машини.

Є установки, де персонал, який контролює процес друку, перебуває в окремих диспетчерських кімнатах. У таких ситуаціях окремий друкарський цех, у якому розміщені машини, можна розглядати як ізоляційну оболонку друкарської машини. Повітря з цього цеху видалається і спрямовується в систему очищення відхідних газів.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Основною перевагою є низький рівень викидів толуолу. Додаткового скорочення викидів ЛОС можна досягти, якщо повітря видалається не тільки із закритої машини та сушарки, але й з усього друкарського цеху. Шляхом спрямування повітря друкарського цеху до адсорбційної системи можна відновити вміст толуолу.

Три з чотирьох заводів, що надали дані про викиди, застосовують повне ізолювання друкарського цеху, а четвертий завод застосовує місцеву витяжку повітря з друкарської секції та друкарського цеху. Рівні викидів, виражені у відсотках від вхідного потоку розчинника, досягаються в діапазоні від 0,5% до 3,1% [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Усі заводи публікаційного ротогравюрного друку обладнані системою очищення відхідних газів.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Підвищене споживання енергії для витяжки повітря та відновлення толуолу.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Для цієї системи може знадобитися адаптація системи з активованим вугіллям, щоб вона могла ефективно адсорбувати та десорбувати нижчі концентрації толуолу [[148, COM 2009](#)].

### **Економічні аспекти**

Економія на кожен кг відновленого толуолу становить близько 0,50 євро. Додаткові інвестиційні витрати в порівнянні з ситуацією, коли до системи очищення відхідних газів підключені тільки сушарки, становлять близько 0,5 млн євро на кожну друкарську машину. Додаткові експлуатаційні витрати становлять близько 100 000 євро на рік на одну машину (дані за 2006 р.).

### **Стимул до впровадження**

Охорона праці.

### **Приклади заводів**

Заводи №030, №031, №143 та №149 у [[155, TWG 2016](#)].

### **Довідкова література**

[[12, Netherland 1996](#)] [[14, Amina et al. 2002](#)] [[38, TWG 2004](#)] [[148, COM 2009](#)] [[155, TWG 2016](#)]

## **13.4.2.2 Внутрішня концентрація розчинників (вентиляція з замкненим циклом)**

Загальний опис див. також у Розділі 17.10.3.2.

### **Опис**

Витяжне повітря із системи очищення відхідних газів повертається в сушарки або друкарський цех. Для цього потрібна система очищення відхідних газів із набагато більшою потужністю, ніж зазвичай. Частота циклів адсорбції/десорбції дуже мала для досягнення дуже низького рівня толуолу в повітряному потоці, що рециркулюється. Перш ніж знову направити потік витяжного повітря в будівлю, необхідно охолодити це повітря.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Залежно від розміру друкарської машини, загальні викиди толуолу можуть бути знижені до 20-75 т/рік.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Інформацію не надано.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Більша частота циклів адсорбції/десорбції утворює більше відпрацьованих вод і потребує більше енергії. Також потрібно більше енергії, тому що потужність системи очищення відхідних газів вища. Проте зазвичай встановлюються кілька варіантів скорочення або повторного використання енергії.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ця технологія застосовується до нових друкарських машин у поєднанні з новою системою очищення відхідних газів. Ця технологія також застосовується до наявних друкарських машин, коли необхідно встановити нову систему очищення відхідних газів. Модернізація наявної системи очищення відхідних газів може бути занадто дорогою.

Для триметрової друкарської машини на заводі в Нідерландах, включно із системою очищення відпрацьованих газів і вентиляцією із замкненим циклом, вдалося досягти скорочення викидів толуолу на 75 т/рік. Для двох фламандських заводів із меншими та повільнішими друкарськими машинами досягнення скорочення може становити

20 т/рік на кожну друкарську машину; проте на цих заводах технологія не встановлюється, оскільки витрати на модернізацію є занадто високими.

#### **Економічні аспекти**

Для триметрової друкарської машини додаткові інвестиційні витрати, крім витрат на нову систему очищення відхідних газів, становлять 5 мільйонів євро. Експлуатаційні витрати є такими самими в разі встановлення технологій енергозбереження. Витрати на тонну відвернутих викидів толуолу становлять близько 10 000 євро з огляду на кредит на строк 10 років із відсотковою ставкою 7% (1999 р.)

Економія на кожен кг відновленого толуолу становить близько 0,50 євро.

#### **Стимули для впровадження**

Охорона праці.

#### **Приклади заводів**

Еттен Леур, Нідерланди.

#### **Довідкова література**

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 7, Germany 2003 ] [ 14, Aminimal et al. 2002 ]  
[ 38, TWG 2004 ]

### **13.4.2.3 Повітряні ножі на друкованому полотні**

Загальний опис див. також у Розділі 17.10.2.3.

#### **Опис**

Повітряні ножі запобігають тому, щоб полотно виносило насичене розчинниками повітря із сушарок.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Скорочуються неорганізовані викиди ЛОС.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Рівні шуму можуть збільшуватися разом зі збільшенням споживання енергії.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до процесів рулонного друку з використанням систем примусового повітряного сушіння.

#### **Економічні аспекти**

Відносно низька вартість; підвищені витрати на енергію.

#### **Стимул до впровадження**

Охорона праці.

#### **Приклади заводів**

Ця технологія широко застосовується для публікаційного ротогравюрного друку.

#### **Довідкова література**

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ]

### **13.4.3 Технології очищення**

#### **13.4.3.1 Автоматичні системи очищення, підключені до системи відновлення толуолу**

##### **Опис**

Автоматизоване очищення циліндру з відведенням повітря в систему відновлення толуолу.

##### **Технічний опис**

Друкарські циліндри в друкарських машинах для публікаційного ротогравюрного друку очищаються автоматично. Повітря відводиться в систему відновлення толуолу.

##### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів ЛОС.

##### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

##### **Стимул до впровадження**

Скорочення неорганізованих викидів ЛОС та відновлення толуолу.

##### **Приклади заводів**

Заводи №143 та №149 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

##### **Довідкова література**

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

#### **13.4.3.2 Сушіння використаних очисних матеріалів (серветок, ганчірок) у сушильних камерах, підключених до системи відновлення толуолу**

##### **Опис**

Використані серветки та ганчірки, що містять залишки друкарської фарби та толуолу, сушаться в сушильних камерах, звідки витяжне повітря спрямовується на установку відновлення толуолу. Після сушіння в ганчірках може міститися дуже невелика кількість залишку толуолу. Див. також Розділ 17.12.3.2.

##### **Приклади заводів**

Заводи №030, №143 та №149 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### **13.4.3.3 Очищення сухим льодом**

##### **Опис**

Див. Розділ 17.9.11.

##### **Приклади заводів**

Заводи №143 та №149 та [\[ 155, TWG 2016 \]](#)



## 14 НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА ДЕРЕВНІ ПОВЕРХНІ

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 57, VDI 2005 ] [ 78, TWG 2005 ]  
[ 148, COM 2009 ] [ 162, COM 2014 ]

### 14.1 Загальна інформація про нанесення покриття на деревні поверхні

Деревина є природною сировиною, що характеризується своєю неоднорідністю та анізотропією, а також демонструє нерегулярні властивості з погляду структури поверхні, різного вмісту різних речовин (наприклад, воску, води, смол) та змінного електричного опору. Волокна деревини часто мають таку властивість, що вони набухають і стають прямими під впливом рідин (зокрема води). На деревні поверхні наноситься покриття для збереження або посилення кольору, структури поверхні та/або пористості. Покриття наноситься, наприклад, для забезпечення стійкості до:

- впливу хімічних речовин;
- механічного впливу;
- кліматичного впливу;
- плям.

Наразі деревообробна та меблева промисловість стикається з новими вимогами ринку, оскільки потрібна складна геометрія продукту та вища якість (наприклад, різноманітність кольорів, нові ефекти поверхні). Щоб задовольнити ці наростаючі вимоги, усе частіше використовуються технології нанесення шляхом розпилення.

Для цієї галузі характерно сильне переважання середніх компаній, водночас 75% підприємств мають менше ніж 100 працівників. У 2012 році на Німеччину, Італію, Польщу, Францію та Великобританію припадало понад двох третин усього виробництва меблів у ЄС (див. Таблицю 14.1). Половина всіх європейських компаній із виробництва меблів розташовані в цих країнах, і разом у них працює близько 60% робочої сили європейського сектора (див. Таблицю 14.2) [162, COM 2014].

Таблиця 14.1: Виробництво меблів у ЄС-28 у 2012 р.

| Країна                | Мільйонів євро | Частка від загального обсягу ЄС | Середньорічний темп приросту (2003–2012) |
|-----------------------|----------------|---------------------------------|--|
| Німеччина             | 17 738         | 21%                             | 1,5%                                     |
| Італія                | 15 950         | 19%                             | -2,1%                                    |
| Польща                | 8 323          | 10%                             | 7,4%                                     |
| Франція               | 7 929          | 9%                              | 0,2%                                     |
| Сполучене Королівство | 7 022          | 8%                              | -2,5%                                    |
| Іспанія               | 4 611          | 5%                              | -4,8%                                    |
| Швеція                | 3 021          | 4%                              | 2,4%                                     |
| Данія                 | 2 147          | 3%                              | -2,2%                                    |
| Нідерланди            | 2 119          | 3%                              | -0,7%                                    |
| Австрія               | 2 115          | 3%                              | -0,4%                                    |
| Бельгія-Люксембург    | 1 953          | 2%                              | -0,6%                                    |
| Румунія               | 1 594          | 2%                              | 6,3%                                     |
| Чеська Республіка     | 1 459          | 2%                              | 1,5%                                     |
| Португалія            | 1 354          | 2%                              | -0,4%                                    |
| Литва                 | 1 090          | 1%                              | 11,2%                                    |
| Угорщина              | 1 017          | 1%                              | 1,8%                                     |
| Фінляндія             | 929            | 1%                              | -2,6%                                    |
| Словаччина            | 928            | 1%                              | 6,6%                                     |
| Словенія              | 619            | 1%                              | -3,4%                                    |
| Греція                | 532            | 1%                              | -7,9%                                    |
| Ірландія              | 376            | 0%                              | -3,5%                                    |
| Естонія               | 373            | 0%                              | 2,0%                                     |
| Хорватія              | 369            | 0%                              | 1,8%                                     |
| Болгарія              | 268            | 0%                              | 2,6%                                     |
| Латвія                | 188            | 0%                              | -0,3%                                    |
| Кіпр                  | 82             | 0%                              | -4,1%                                    |
| Мальта                | 41             | 0%                              | -3,4%                                    |
| <b>ЄС-15</b>          | <b>67 796</b>  | <b>81%</b>                      | <b>-1,0%</b>                             |
| <b>ЄС-13</b>          | <b>16 351</b>  | <b>19%</b>                      | <b>5,1%</b>                              |
| <b>ЄС-28</b>          | <b>84 147</b>  | <b>100%</b>                     | <b>-0,1%</b>                             |

Джерело: [ 162, COM 2014 ]

Таблиця 14.2: Сектор виробництва меблів у ЄС-28

| Рік  | 2003      | 2004      | 2005      | 2006      | 2007      | 2008      | 2009    | 2010    | 2011    |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|
| Підприємства   | 134 557   | 134 879   | 134 577   | 135 266   | 135 902   | 130 750   | 126 061 | 131 077 | 126 000 |
| Працівники   | 1 178 781 | 1 191 393 | 1 162 084 | 1 144 611 | 1 151 988 | 1 096 161 | 993 919 | 937 247 | 919 311 |
| Частка виробництва в загальному обсязі виробництва (%) | 1,8       | 1,9       | 1,8       | 1,8       | 1,8       | 1,7       | 1,7     | 1,6     | 1,4     |

Джерело: [ 162, COM 2014 ]

Сьогодні рівень автоматизації нанесення фарб у меблевій промисловості значно підвищився, переважно через підвищення якості, ефективності та екологічних вимог.

У деревообробній та меблевій промисловості обробляються та покриваються різні матеріали. Їх можна розрізнити за низкою галузей застосування:

- зовнішня конструкція, фурнітура та меблі;
- внутрішня конструкція, фурнітура та меблі;
- комерційна та громадська галузі застосування, наприклад, школи;
- побутове застосування;
- застосування у вологих умовах, наприклад, для обхідних доріжок басейнів, саун, кухонь та ванних кімнат.

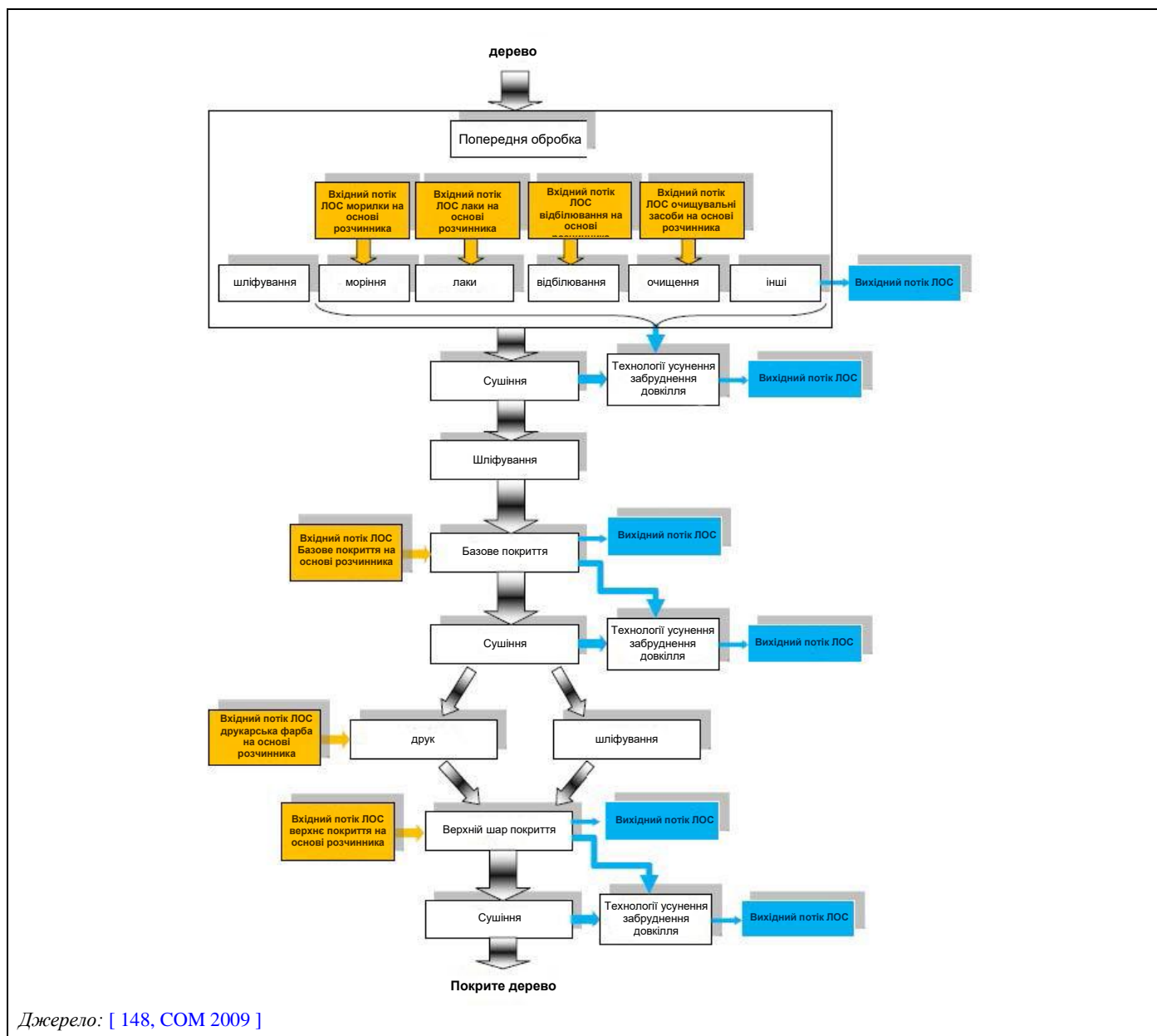
## 14.2 Прикладні процеси та технології для нанесення покриття на деревні поверхні

Нанесення матеріалів покриття на деревні поверхні передбачає:

- попередню обробку деревної поверхні;
- нанесення базового шару покриття;
- нанесення верхнього шару покриття;
- нанесення фарби;
- випаровування та сушіння/затвердіння.

Залежно від необхідної структури поверхні (тобто відкритої або закритої структури пір) можуть використовуватися різні фарбові системи. Якщо деревні волокна повинні бути видимими, наприклад, для цільної деревини або шпону, використовуються безбарвні фарби (наприклад, прозорі покриття), олії та воски. Наприклад, панелі з деревноволокнистої плити середньої щільності (МДФ) покривають пігментними фарбами необхідного кольору. Якщо використовують системи пігментних фарб, перед базовим шаром наноситься бар'єрний шар, який обмежує проникнення фарби на деревну підповерхню й дає змогу нанести більш рівномірний шар фарби.

Огляд типових етапів технологічного процесу для нанесення покриття на деревні поверхні показаний на Рисунку 14.1.



**Рисунок 14.1: Типові етапи технологічного процесу та основні вхідні та вихідні потоки ЛОС для нанесення покриття на деревні поверхні**

### 14.2.1 Попередня обробка деревної поверхні

Через нерівномірний ріст і різну структуру поверхні, а також через різний вміст деяких речовин, як-от смола або віск, дуже важлива попередня обробка поверхні, на яку буде нанесено покриття. Ця попередня обробка може бути спрямована на різні аспекти деревини, як-от наявна площинність поверхні, видалення робочих відміток, обробка різниці кольорів, нерівностей, випрямлення волокон, тріщин, сучків, а також вологість деревини. До типових технологій попередньої обробки належать:

- механічна попередня обробка, наприклад, шліфування;
- методи фарбування, такі як:
  - моріння,
  - глазурування,
  - відбілювання.

Для деяких особливих порід деревини необхідно використовувати процеси хімічного очищення, у яких використовуються мильні розчини, аміак або органічні розчинники, а також технологія шліфування для утилізації несумісних із фарбою речовин деревини, як-от смола та віск.

### Шліфування

Зазвичай для отримання ідеальних результатів фарбування дерево та матеріали на основі дерева потребують проміжного шліфування після нанесення базового шару, або після моріння, або нанесення інших шарів фарби, оскільки випрямлення деревних волокон викликається взаємодією з рідинами. Цей вид ворсування деревної поверхні є особливо значним, коли використовуються фарби на водній основі.

### Моріння

Метою моріння є зміна кольору деревини на темніший відтінок. Структура дерева та структура пір залишаються незмінними. Час сушіння значно відрізняється залежно від типу нанесеної морилки. Морилки є суспензіями пігментів або розчинами барвників у воді або органічних розчинниках. Найчастіше застосовуваною є морилка на основі розчинника. Якщо використовуються хімічні морилки, наприклад, однокомпонентні позитивні морилки, необхідно враховувати більш тривалий час витримки. У разі використання морилок на водній основі необхідно враховувати набухання та зазубиння деревини (ворсування). Також можна використовувати комбінації водорозчинних органічних розчинників та води (комбіновані морилки). Традиційно застосовувана морилка є матеріалом на водній основі. Склади різних типів морилок перелічені в Таблиці 14.3 нижче.

**Таблиця 14.3:** Склад різних морилок для деревини

| Тип морилки для деревини   | Вміст води (%) | Вміст органічних розчинників (%) | Частка пігментів (%) |
|--|----------------|----------------------------------|----------------------|
| Морилка на водній основі   | До 95          | 0                                | До 15                |
| Морилка на основі розчинника   | 0              | 85–95                            | 5–15 *               |
| Комбінована морилка  | 65–70          | 25–30                            | 5                    |
| * У деяких випадках валикового нанесення частка пігментів може досягати 15%. |                |                                  |                      |
| Джерело: [ 38, TWG 2004 ]  |                |                                  |                      |

Нанесення здійснюється або вручну (губкою, пензлем, валиками, розпиленням) або автоматизовано (автоматизоване розпилення, нанесення валками, валиками з губчастої гуми). Подальше сушіння відбувається за температури навколишнього середовища або в конвективних сушарках, плоских сушарках або струминних сушарках.

### Глазурування

Сучасні глазури — це дуже рідкі покриття деревини на основі лакових смол. Матеріали забезпечують належне проникнення в деревину та часто містять водовідштовхувальні та протигрибкові інгредієнти для вдосконалення деревини. Вони можуть бути безбарвними або пігментованими різними кольорами. Для зовнішнього і внутрішнього використання застосовуються різні матеріали. Глазури без фунгіцидів, а також безбарвні глазури для дерева придатні лише для використання в приміщенні.

### Відбілювання

Як правило, відбілювання освітлює колір деревини. Іноді доводиться відбілювати кілька разів, наприклад, якщо використовується клен. Для відбілювання використовують перекис водню (30–35%) та деякі добавки або випромінювання. Час впливу необхідно регулювати відповідно до необхідного ефекту. Оскільки відбілювання відщеплює кисень, необхідно забезпечити достатнє сушіння для уникнення здуття. Відбілювання також використовується для деревини з не світлотривким забарвленням, таким як вишня або палісандр. Після відбілювання використовується моріння пігментами високої світлотривкості для відтворення оригінального забарвлення деревини. Якщо використовуються системи покриття на основі поліуретану, отверджувач має бути стійким до пероксидів.

## 14.2.2 Нанесення базового покриття

Матеріал базового покриття має бути придатним для шліфування. До технологій нанесення належать:

- розпилення (вручну або автоматично; звичайне, безповітряне, комбіноване безповітряно-повітряне розпилення («airmix») та електростатичне);
- лиття;
- нанесення валиком (наприклад, з використанням лаку УФ-затвердіння, придатного для нанесення валиком);
- занурення (лише для спеціальних виробів).

Після сушіння на етапі попередньої обробки виконується шліфування (матеріалом відповідного розміру зерна) перед нанесенням безбарвного базового шару. Після цього поверхня шліфується знову перед нанесенням верхнього шару. У деяких випадках деревна структура друкується прямо на базовому покритті. Як основа переважно використовуються прості шпони або, як альтернатива, поверхня, на яку наноситься покриття, може вже мати кольорове базове покриття/шпаклівку.

## 14.2.3 Нанесення верхнього шару

Для нанесення покриття на деревні поверхні використовують фарби, фольгу або інші панельні матеріали покриття, а також текстиль або шкіру. Деякими спеціальними покриттями є:

- нітрофарба (NC), яка іноді називається нітроцелюлозною фарбою (CN);
- фарби кислотного затвердіння;
- поліуретанові фарби (PUR);
- фарби на основі ненасиченого полієфіру (НП):
  - відкритопористі НП матеріали,
  - системи товстоплівкових шарів;
- фарби на водній основі;
- порошкові покриття;
- алкідні фарби/глазурі;
- комбіновані/змішані фарбові системи;
- лаки на водній основі УФ-затвердіння;
- 100% лаки УФ-затвердіння.

Використовуються ті самі технології нанесення, які описані в Розділі 14.2.2.

У Таблиці 14.4 перераховані основні властивості морилок і фарб для дерева, що найчастіше використовуються.

Таблиця 14.4: Огляд властивостей морилок та фарб для деревини

| Тип морилки та фарби для деревини  | Частка розчинника (%)  | Частка води (%)                      | Компоненти   | Тип реакції  | Каталізатор  | Примітки   |
|--|--|--------------------------------------|--|--|--|--|
| <b>Морилка для деревини</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>на основі розчинника <ul style="list-style-type: none"> <li>тип а) 95</li> <li>тип б) 70</li> <li>тип с) 25–30</li> </ul> </li> <li>на водній основі 0</li> </ul>  |  | 0<br>25–30<br>70–80<br>85–95         |  |  |  | Органічні розчинники;<br>водорозчинні розчинники;<br>комбінована морилка для деревини;<br>водорозчинні розчинники;<br>ворсування деревини  |
| <b>NC фарба (CN фарба)</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>безбарвна</li> <li>пігментована</li> </ul>  | Приблизно 75<br>Приблизно 60   | 0<br>0                               | Піроксилін<br>(нітроцелюлоза)                                | Фізичне сушіння  |  | Поверхневий опір з обмеженим використанням   |
| <b>Фарба кислотного затвердіння</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>двокомпонентна; безбарвна</li> <li>двокомпонентна; пігментована</li> <li>однокомпонентна; безбарвна</li> </ul>   | 40–50<br>20–30<br>20–30  |                                      | Алкідноемеламінова<br>карбамідна смола на<br>основі поліолів | Примусове сушіння  | Кислота  | Старші фарбові системи виділяли<br>формальдегід; висока стійкість  |
| <b>PUR фарба</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>безбарвна</li> <li>пігментована</li> <li>середній вміст твердих частинок;<br/>безбарвна</li> </ul>  | 65–70<br>36–60<br>40–50  | 0<br>0<br>0                          | Ізоціаніти;<br>акрилати, поліефіри                           | Реакція приєднання<br>(фізико-хімічна)   |  | Як правило, двокомпонентні матеріали;<br>висока стійкість  |
| <b>фарба на основі НП</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>звичайна</li> <li>з вмістом парафіну</li> <li>без вмісту парафіну</li> <li>затвердіння за допомогою УФ-<br/>випромінювання <ul style="list-style-type: none"> <li>лак для нанесення валиком</li> <li>шпаклювальний матеріал</li> </ul> </li> <li>розпилювальна фарба на основі<br/>НП <ul style="list-style-type: none"> <li>безбарвна</li> <li>затвердіння за допомогою УФ-<br/>випромінювання</li> </ul> </li> </ul> | Приблизно 35 (15)<br>Приблизно 35 (15)<br>Приблизно 35 (15)<br>Приблизно 35 (15)<br>Приблизно 20 (20)<br>Приблизно 20 (10)<br>65–70<br>65–70 | 0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | Поліефір, ненасичений<br>(металоорганічні<br>матеріали)      | Полімеризація<br><ul style="list-style-type: none"> <li>тепло</li> <li>випромінювання</li> </ul> | Органічні<br>пероксиди<br><br>УФ<br>випромінювання;<br>Фотоініціатор | Компонентні системи;<br>для затвердіння покриттів на основі НП<br>за допомогою інфрачервоного<br>випромінювання,<br>необхідно враховувати час для<br>попереднього сушіння та затвердіння |
| <b>Акрилатна фарба</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>затвердіння за допомогою УФ-<br/>випромінювання <ul style="list-style-type: none"> <li>лак для нанесення валиком</li> <li>фарба для нанесення<br/>розпиленням із<br/>відкритопористою структурою</li> </ul> </li> <li>електронно-променеве<br/>затвердіння</li> </ul>   | 2–40<br>2–10<br>65–70<br><br>2–5   |                                      | Поліакрилат,<br>ненасичений                                  | Електронно-<br>променевий  | Фотоініціатор  |  |



|   |  |  |   |   |                                |   |
|---|--|--|---|---|--------------------------------|---|
| <b>Фарба на водній основі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• звичайне сушіння</li> <li>• затвердіння за допомогою УФ-випромінювання</li> <li>• PUR, двокомпонентна</li> </ul> | <p style="text-align: center;">5–7</p> <p style="text-align: center;">Приблизно 2</p> <p style="text-align: center;">Приблизно 9</p> | <p style="text-align: center;">60–65</p> <p style="text-align: center;">58–60</p> <p style="text-align: center;">60–65</p> |   | <p>Фізичне сушіння;<br/>полімеризація,<br/>реакція приєднання</p> | <p>УФ-<br/>випромінювання</p>  | <p>Ворсування деревини; більш тривалий час сушіння; можливе нанесення УФ-базового покриття з подальшим нанесенням фарби на водній основі; фарба на водній основі з УФ-затвердінням набувають все більшого значення. УФ-покриття може застосовуватися тільки там, де плоскі деталі можуть бути покриті окремо і покриття наноситься перед збиранням меблів</p> |
| <b>Порошкове покриття</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• звичайне сушіння</li> <li>• затвердіння за допомогою УФ-випромінювання</li> </ul>                                    | <p style="text-align: center;">0</p>   | <p style="text-align: center;">0</p>   | <p>Епоксидні смоли<br/>Поліефірно-акрилатні смоли</p> | <p>Приєднання та конденсація</p>                                  | <p>УФ-<br/>випромінювання</p>  | <p>Порошкові покриття зі звичайним конвективним сушінням наразі не придатні для деревини. Існують лише системи нанесення для нанесення покриття на МДФ</p>  |
| <b>Фарби на основі алкідної смоли</b>   | <p style="text-align: center;">10–80</p>   | <p style="text-align: center;">0</p>   | <p>Алкідні смоли</p>                                  | <p>Окиснення в повітряному фізико-хімічному сушінні</p>           | <p>Металоорганічні сполуки</p> | <p>Органічні розчинники</p>   |
| <p>Примітка: Дані в дужках означають вміст розчинника, що виділяється у % від покриття.<br/>Джерело: [ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ]</p>                      |  |  |   |   |                                |   |

### 14.2.4 Нанесення фарби

Для деревних поверхонь застосовуються такі технології нанесення:

- фарбування, нанесення валиком;
- ручне розпилення (частково також із використанням електростатичних процесів);
- автоматизоване розпилення (частково також із використанням електростатичних процесів);
- автоматизоване розпилення з рециркуляцією надлишку розпилення або без неї (частково також із використанням електростатичних процесів);
- нанесення валиком;
- вакуумна технологія;
- заповнення шпаклювальним матеріалом;
- нанесення поливанням;
- занурення/заливання;
- друк.

Крім ручного розпилення, у меблевій промисловості використовуються установки для розпилення або розпилювальні машини, обладнані двокомпонентними дозувальними апаратами. У Таблиці 14.5 перелічено досяжні коефіцієнти ефективності нанесення.

**Таблиця 14.5: Досяжні коефіцієнти ефективності нанесення**

| Технологія нанесення                          | Коефіцієнт ефективності <sup>(1)</sup> | Примітки  |
|---|--|---|
| Фарбування, нанесення валиком                 | 95–100                                 | Менша рівномірність поверхні  |
| Розпилення, звичайне                          | 30–60                                  | Велика кількість надлишку розпилення  |
| Розпилення, HVLP                              | 40–75                                  | Застосування морилок для деревини з низькою в'язкістю, ширше використання також для інших фарбових систем   |
| Гаряче розпилення                             | 40–60                                  | Нанесення фарб із високим вмістом твердих частинок, також застосовується для розпилення гарячого воску  |
| Безповітряне розпилення                       | 40–75                                  | Об'єднання розпилюваного матеріалу  |
| Комбіноване безповітряно-повітряне розпилення | 35–50                                  | Об'єднання розпилюваного матеріалу  |
| Електростатичне розпилення вологого лаку      | 50–70                                  | Необхідно враховувати електропровідність  |
| Електростатичне розпилення порошку            | 80–95                                  | Необхідно враховувати електропровідність. Наразі застосовується тільки для нанесення покриття на МДФ (лише декілька галузей застосування)   |
| Нанесення покриття поливанням                 | 95                                     | Обмежується геометрією виробу   |
| Нанесення валиком                             | 95                                     | Обмежується геометрією виробу   |
| Вакуумна технологія                           | 5                                      | Застосовується тільки для вузьких деталей та країв, фарб на водній основі та матеріалів УФ-затвердіння з високим вмістом твердих частинок; також необхідно враховувати геометрію виробу |

(<sup>1</sup>) Залежно від рівня зайнятості та геометрії виробів тощо.  
Джерело: [ 5, DFIU et al. 2002 ]

### 14.2.5 Випаровування та сушіння/затвердіння

Сушіння/затвердіння шару фарби потребує інтенсивного випаровування. Випаровування відбувається в спеціальних установках, які зазвичай розміщені перед сушарками. Для фарб на водній основі необхідно враховувати вологість повітря, що випаровується, щоб забезпечити достатнє висихання.

Деякі конкретні процеси сушіння, що застосовуються (деякі з них застосовуються частіше, ніж інші):

- сушарка з циркуляцією повітря скрізь шар продукту з осушенням;

- конвективні сушарки;
- системи з інфрачервоним випромінюванням;
  - термореактори,
  - сушіння ближнім інфрачервоним діапазоном;
- сушіння за допомогою УФ-випромінювання;
- НВЧ нагрівання;
- Сушарки струмом високої частоти;
- затвердіння за допомогою рентгенівського випромінювання.

## 14.2.6 Приклади деяких процесів нанесення покриття

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [78, TWG 2005 ]

### Нанесення покриття на стільці

У більшості випадків перший шар, що використовується для нанесення покриття на стільці, є на основі розчинника для мінімізації підняття ворсу. Стільці з бука, як правило, спочатку покривають фарбувальною морилкою або глазур'ю. Після попереднього шліфування наноситься перший шар покриття на водній основі (120 г/м<sup>2</sup>). Матеріал висихає за температури навколишнього середовища або шляхом примусового сушіння. Після другого шліфування наноситься другий шар фарби на водній основі (120 г/м<sup>2</sup>), а потім висушується. Електростатичне розпилення фарб на водній основі зазвичай використовується для нанесення покриття на стільці через їхню геометрію. Таким чином, надлишок розпилення і, отже, кількість спожитої фарби та викиди ЛОС скорочуються.

### Нанесення покриття на віконні рами

У порівнянні з іншими секторами деревообробної промисловості, нанесення покриття на дерев'яні віконні рами досі часто виконується вручну. Оскільки деревні поверхні вікон повинні бути стійкими до впливів погодних умов і зараження синявою, для досягнення достатньої стійкості може знадобитися до чотирьох шарів покриття. Процеси як шліфування, так і сушіння вимагають дуже багато часу та роботи. Використання фарб на водній основі (наприклад, акрилатних фарб) для нанесення на вікна вважається сучасним, хоча також використовуються системи покриттів на основі розчинників (наприклад, алкідні фарби). Фарби на водній основі демонструють нижчу адгезію в невисохлому стані в порівнянні зі звичайними фарбами на основі розчинників.

Заливання є широко використовуваною технологією нанесення покриття на пресовані рами для захисту деревини та базового шару. Тут верхнє покриття наноситься шляхом розпилення в один або два шари у формі фарбової системи на водній основі. Через геометрію виробу утворюється велика кількість надлишку розпилення, навіть якщо використовується процес електростатичного розпилення. Для зниження витрат та впливу на довкілля використовуються установки для відновлення лаку. Крім того, камери для фарбування розпиленням обладнані системою сухого відділення надлишку розпилення, щоб уникнути коагуляції або утилізації осаду фарби.

### Нанесення покриття на високоякісні меблі

Для нанесення покриття на високоякісні меблі виконуються такі етапи процесу:

1. шліфування та видалення пилу;
2. регулювання кольору, наприклад, шляхом моріння;
3. шліфування та видалення пилу;
4. нанесення базового шару;
5. шліфування та видалення пилу;
6. нанесення верхнього шару.

Другий етап переважно досягається з допомогою (ручного) розпилення; етапи 4 та 6 також переважно виконуються шляхом розпилення. Фарби УФ-затвердіння рідко використовуються для покриття високоякісних меблів. Основна причина полягає в тому, що їх можна застосовувати лише там, де на пласкі панелі можуть покриття може наноситись окремо й до збирання предмета меблів. Проте, якщо предмети меблів

ще не зібрані, можна використовувати УФ-покриття, а отже, й інший спосіб нанесення, крім розпилення (найчастіше нанесення валиком).

Щонайменше одна німецька компанія (Rippert GmbH) та одна фінська компанія (Tikkurila Coatings Oy) окремо розробили метод УФ-затвердіння, у якому використовується УФ-затвердіння в інертній атмосфері. За допомогою цього методу УФ-лаки та УФ-фарби можуть твердіти на об'ємних компонентах та збірних стільцях. Обладнання та покриття наявні на ринку.

Для меблів із цільного масиву дерева (поверхні яких покриті олією або воском), призначених для кухонь, спалень, віталень та дитячих кімнат, зазвичай виконуються такі процеси:

1. попередньо відшліфовані деталі меблів обробляються щітками для згладжування;
2. після видалення пилу олія наноситься на поверхню деревини за допомогою розпилювальної машини;
3. після цього покриті олією вироби обробляються щіткою;
4. гарячий віск наноситься шляхом розпилення;
5. покриття воском поверхня обробляється щіткою;
6. вироби перевертаються та повторюються процеси з 1 до 5.

#### **Нанесення порошкового покриття на МДФ панелі**

Нанесення порошкового покриття на панелі МДФ для виробництва телевізорних секцій та офісних меблів здійснюється без попереднього нанесення ґрунтовки. Уся довжина установки для попереднього нагрівання, нанесення покриття, затвердіння та охолодження значно менша, ніж у звичайної установки, оскільки покриття відбувається за один робочий цикл.

Через дуже низьку електропровідність МДФ плити підігрівають до 60–70 °С перед нанесенням порошку за допомогою фарборозпилювачів, що використовують коронний розряд. За цієї температури частки порошку прилипають до поверхні МДФ, утворюючи ущільнене покриття, яке потім висушується за допомогою УФ-випромінювання. Процеси шліфування, що відбуваються за відповідними етапами сушіння, не потрібні.

Завдяки переробці та повторному використанню порошку можна досягти значної економії коштів. Проте ця технологія нанесення застосовується тільки для певних кольорів та структур поверхні.

#### **Нанесення покриття на дерев'яні меблі для кухні та ванної кімнати**

Меблі для кухні та ванної кімнати виготовляються з цільного масиву дерева (наприклад, дуба, бука, клена, пінії та вишні) та деревних матеріалів (наприклад, МДФ) і покриваються. Для фарбування використовуються системи мокрого фарбування виключно зі значною часткою водорозчинної УФ-фарби, а також морилки для дерева на водній основі або на основі розчинника. Наразі поліефірні та PUR фарби на основі розчинника застосовуються лише в невеликих кількостях, частково для фарбування запасних частин. Морилки для деревини наносяться за допомогою валкових пристроїв для нанесення. Перехід на водорозчинні фарби УФ-затвердіння для базового та верхнього шарів покриття був здійснений з екологічних причин, причин охорони праці та технологічних причин, а також для зниження пожежонебезпеки. Застосовувані матеріали мають частку розчинника 1–2,5% мас. Покриття переважно здійснюється на повністю автоматизованих установках. Матеріал наноситься шляхом розпилення стисненим повітрям. Надлишки розпилення збираються (за допомогою ракелів) та використовуються повторно.

Частки фарби із витяжного повітря відокремлюються сухим способом. Як правило, фарбова система складається з двох шарів. Перед нанесенням верхнього шару поверхню базового шару покриття можна відшліфувати. Завдяки використанню водорозчинних фарб УФ-затвердіння кількість розчинників, що викидається, дуже мала й навіть у великих установках становить менше ніж 10 кг/год. Тому очищення вихлопних газів від ЛОС не використовується. Витяжне повітря викидається безпосередньо через димову трубу. Очищувальні засоби переробляються шляхом дистилювання.

## 14.2.7 Оздоблювальна обробка твердими речовинами для покриття

Тверді матеріали покриття — це матеріали, які у твердому стані пресуються на панельні або профільовані вироби. Це може бути шпон, листи, папір або ламінат.

### Шпони

Шпон — це тонкі листи деревини товщиною від 0,5 мм до 2 мм, які наносяться на базові панелі шляхом нагрівання й тиснення в пресах. Стандартними клейкими речовинами є сечовино-формальдегідні (СФ) смоли та полівінілацетатні (ПВА) клеї.

### Листи, папір або ламінат

Їх наносять на базові панелі за допомогою різних клейких речовин шляхом нагрівання та тиснення за допомогою пресів для поверхонь, мембранних пресів та роликкових пресів. Цей процес називається ламінуванням. Стандартними клейкими речовинами є клеї, що складаються із сополімеру етиленвінілацетату (EVA) для оздоблювального паперу та листів, сечовино-формальдегідних (СФ) адгезивних смол та полівінілацетатних (ПВА) клеїв для ламінатів.

### Клейкі речовини та клеї

Клеї ПВА містять воду, полівінілацетатні в'язучі речовини та органічні розчинники (зазвичай до 3% маси бутилу або етилацетату), а застосовувана кількість становить приблизно 120 г/м<sup>2</sup>. Під час сушіння виділяється вода й не більше 3,6 г розчинника на м<sup>2</sup>.

СФ-смоли містять сечовино-формальдегідну смолу, можливі наповнювачі, каталізатори та воду. Компонент клею «вільний формальдегід» становить від 0,1% до 0,5% мас., більша частина якого приймається під час затвердіння. Кількість, що наносяться, становить приблизно 100 г/м<sup>2</sup>. Під час затвердіння виділяються вода та формальдегід, який не був прийнятий.

Клеї EVA містять сополімер етиленвінілацетату, воду і, у деяких випадках, до 3% мас. органічних розчинників, зазвичай етанолу та толуолу. Кількість, що наносяться, становить приблизно 90 г/м<sup>2</sup>. Під час сушіння виділяється вода і, за наявності, до 2,7 г органічних розчинників на м<sup>2</sup>.

## 14.3 Поточні рівні споживання та викидів від нанесення покриття на деревні поверхні

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 155, TWG 2016 ]

Дані були подані в процесі збору даних щодо нанесення покриття на деревні поверхні:

- Одна установка, призначена для виробництва покриття для підлоги з використанням покриттів на водній основі (оздоблювальний друк/офсетна технологія) у поєднанні з УФ-ущільнювальним лаком (вісім шарів покриття). Система покриття на водній основі висушується термічним способом. Органічні розчинники використовуються тільки для подальшого очищення деталей машин/валків після виробництва та у випадку зміни кольору. Загальна концентрація розчинника в матеріалах покриття становила менше ніж 1%, водночас 80% загальної кількості розчинника використовувалося для цілей очищення [Завод №177 у [ 155, TWG 2016 ]].
- На другій установці з виробництва кухонних фасадів працюють із двома лініями нанесення покриття, одна лінія безповітряного розпилення з напрямним повітрям та з електричним зарядженням (з ефективністю 20%) з використанням ненасичених поліефірних (НП) фарб (вміст твердих частинок 60%) та друга лінія валкового нанесення з розрахунковою ефективністю 90% з використанням УФ-лаків (вміст твердих часток 99%) [Завод №141 у [ 155, TWG 2016 ]].

### 14.3.1 Споживання

#### 14.3.1.1 Матеріали

У Таблиці 14.6 нижче наведено кількості фарбувальних матеріалів, що застосовуються для різних технологій нанесення.

Таблиця 14.6: Кількість фарбувальних матеріалів, що наносяться за різними технологіями

| Технологія нанесення             | Кількість (г/м <sup>2</sup> ) | Примітки                                      |
|----------------------------------|-------------------------------|---|
| Нанесення валиком                | 25–60                         | -   |
| Нанесення покриття поливанням    | 60–250                        | У виняткових випадках до 500 г/м <sup>2</sup> |
| Занурення                        | 60–200                        | -   |
| Заливання                        | 60–200                        | -   |
| Розпилення                       | До 250                        | Втрати матеріалу через низьку ефективність    |
| Друк                             | 1–2                           | -   |
| Джерело: [ 5, DFIU et al. 2002 ] |                               |   |

У Таблиці 14.7 нижче наведено приклади кількості фарби та розчинника, що наносяться в середньому в кожному окремому секторі виробництва.

Таблиця 14.7: Фарби, що наносяться, та кількості органічних розчинників: приклади різних способів нанесення в деревообробній та меблевій промисловості

| Продукт  | Процес нанесення покриття  | Кількість фарби (г/м <sup>2</sup> ) | Кількість розчинника (г/м <sup>2</sup> ) |
|--|--|-------------------------------------|--|
| МДФ панелі   | 1. Базове покриття, на водній основі, валкове нанесення<br>2. На водній основі, валкове нанесення<br>3. Друкарська фарба, на водній основі<br>4. АС фарба, валкове нанесення, затвердіння за допомогою УФ-випромінювання*<br>Сушіння: конвективні сушарки або сушарки з УФ-випромінюванням   | 80                                  | 3  |
| Сходи  | 1. Паркетний герметик, на водній основі<br>2. Шліфування<br>3. Паркетний герметик, на водній основі або на основі розчинника, нанесення розпиленням в один або два шари<br>4. Гаряче розпилення<br>Сушіння: за температури навколишнього середовища, конвективні сушарки або сушіння за допомогою інфрачервоного випромінювання  | 180                                 | 12                                       |
| Меблі для спальні  | 1. Нанесення розпиленням у два шари пігментованих фарб на водній основі або на основі розчинника з проміжним шліфуванням<br>2. Вапняна паста, нанесення розпиленням<br>3. Шліфування<br>4. Безбарвні фарби на водній основі, нанесення розпиленням<br>Сушіння: за температури навколишнього середовища, сушарки з лотковими системами                                  | 150                                 | 9  |
| Двері  | 1. Базове покриття, на водній основі, валкове нанесення<br>2. Морилка для дерева, валкове нанесення<br>3. АС базове покриття, валкове нанесення, затвердіння за допомогою УФ-випромінювання*<br>4. Шліфування<br>5. Два шари АС фарби, валкове нанесення, затвердіння за допомогою УФ-випромінювання*<br>Сушіння: конвективні сушарки або сушарки з УФ-випромінюванням | 60                                  | 10                                       |
| Столи  | 1. Комбіновані морилки, нанесення розпиленням<br>2. АС базове покриття, валкове нанесення, затвердіння за допомогою УФ-випромінювання (3 шари)<br>3. Шліфування<br>4. АС фарба, валкове нанесення, затвердіння за допомогою УФ-випромінювання<br>Сушіння: за температури навколишнього середовища  | 100                                 | 30                                       |
| Меблі для вітальні   | 1. Натуральна олія, гаряче розпилення Сушіння: за температури навколишнього середовища<br>2. шліфування<br>3. Продукти на основі розчинника (для збірних деталей), натуральний віск на основі УФ-випромінювання для плоских виробів із гарячим розпиленням (не часто)<br>Сушіння: затвердіння за допомогою інфрачервоного випромінювання<br>4. Полірування             | 23<br>55                            | 0<br>9                                   |
| * Продукти на основі розчинників досі поширені. У багатьох випадках у меблевій промисловості використовуються покриття УФ-затвердіння, особливо для плоских деталей, які майже всі піддаються затвердінню за допомогою УФ-випромінювання.<br>Джерело: [ 5, DFU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ] |  |                                     |  |

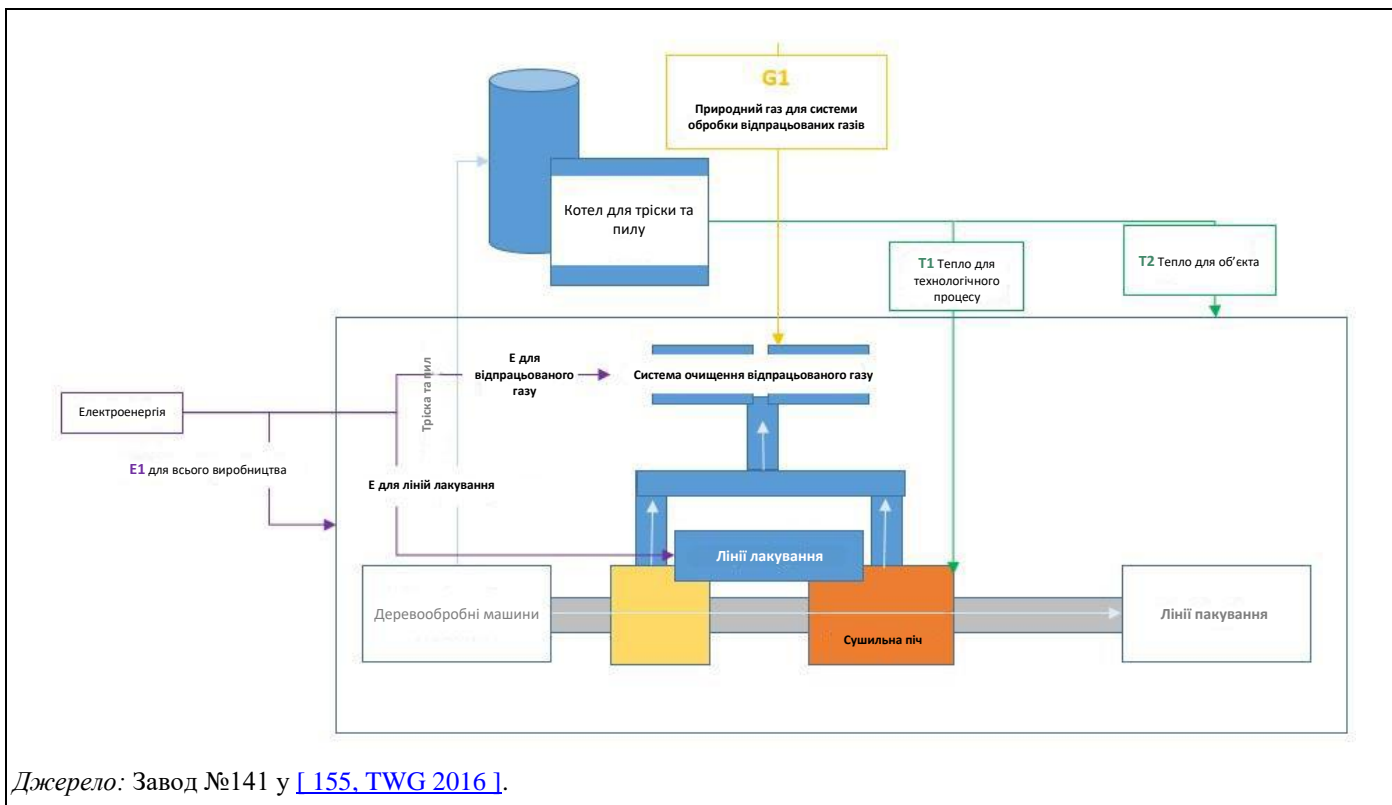
### 14.3.1.2 Вода

Інформацію не надано.

### 14.3.1.3 Енергія

Основними видами споживаної енергії є електроенергія для виробничих цілей і природний газ для потреб системи очищення відхідних газів. Оскільки в процесі механічної обробки деревини залишається значна кількість залишків деревини (тріска й тирса), цікавим варіантом є використання спеціального котла для використання енергії, що міститься в залишках деревини.

Тепло, що утворюється котлом для тріски та пилу, може бути використане як тепло для технологічного процесу (сушильні печі) або для потреб об'єкта (опалення приміщень). Схема цієї системи показана на Рисунку 14.2 [Завод №141 у [155, TWG 2016]].



Джерело: Завод №141 у [155, TWG 2016].

Рисунок 14.2: Схема вхідних потоків енергії

### 14.3.2 Викиди

#### 14.3.2.1 Загальні викиди ЛОС

Загальні викиди ЛОС були повідомлені в різних одиницях для двох заводів, які брали участь у зборі даних. Для першого заводу (лінія поліефірного лакування кухонних фасадів) (Завод № 141) повідомлені загальні викиди ЛОС, виражені у відсотках від вхідного потоку розчинника, становили 2,2% (середнє значення за трирічний звітний період 2013–2015 рр.). Для другого заводу (Завод № 177), де застосовуються УФ-покриття, повідомлені загальні викиди ЛОС склали 0,04 кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси (середнє значення за дворічний період 2013–2014 рр.) [155, TWG 2016].

У Таблиці 14.8 узагальнено контрольні значення питомих викидів ЛОС для різних фарбових систем (дані за 2005 рік).



Таблиця 14.8: Питомі викиди ЛОС для різних фарбових систем, деякі з первинними заходами для скорочення викидів

| Технологія нанесення  | Вміст розчинника (% мас.) | Заходи щодо скорочення викидів  | Викиди ЛОС (г/м <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup> |
|---|---------------------------|---|---|
| Фарбова система з великою часткою органічного розчинника та розпиленням | 65                        | Немає   | 80–100  |
| Фарбова система з великою часткою органічного розчинника                | 65                        | Технології нанесення з підвищеним коефіцієнтом ефективності (валкове нанесення, заливання, занурення, електростатичне розпилення, безповітряне розпилення) та належна організація виробництва | 40–60   |
| Фарбова система із середнім вмістом розчинника                          | 20                        |   | 10–20   |
| Фарбова система із великим вмістом органічного розчинника               | 5                         |   | 2–5   |

(<sup>1</sup>) Ці значення залежать від кількості використовуваного матеріалу та норм нанесення. Наведені значення стосуються звичайних норм нанесення і є лише орієнтовними.  
Джерело: [ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ]

### 14.3.2.2 Викиди у відпрацьованих газах

Дані про викиди ЗЛОВ у відпрацьованих газах були повідомлені для обох установок, що брали участь у зборі даних. Перший завод (лінія полієфірного лакування кухонних фасадів) (Завод № 141) повідомив про значення викидів ЗОВ на виході з двох систем боротьби з викидами термічним окисненням, які варіюються від 4 мг С/Нм<sup>3</sup> до 11 мг С/Нм<sup>3</sup> (періодичність моніторингу раз на рік). На другому заводі (Завод № 177) було повідомлено дані безперервного моніторингу вмісту ЗЛОВ у відпрацьованих газах із сушарок, УФ-ламп (використовуваних для затвердіння покриттів) та шліфувальних машин із середньорічними значеннями, які варіюються від 6,5 мг С/Нм<sup>3</sup> до 9 мг С/Нм<sup>3</sup>. Для другого заводу викиди пилу у відпрацьованих газах були повідомлені в діапазоні від < 0,1 мг/Нм<sup>3</sup> до 0,25 мг/Нм<sup>3</sup> [ 155, TWG 2016 ] [ 221, Germany 2018 ].

### 14.3.2.3 Викиди у воду

Об'єм стічних вод, що утворюються в процесі нанесення покриття на деревину, зазвичай дуже малий, оскільки технологічна вода циркулює в замкненому контурі. У випадку використання покриттів на водній основі утворюється значна кількість стічних вод, які у деяких випадках перевищують потужність замкненого циклу розпилювальної установки та зливаються.

### 14.3.2.4 Утворення відходів

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 78, TWG 2005 ]

Особливо для покриття профільованих дерев'яних виробів базове покриття та верхнє покриття наносяться шляхом розпилення. Отже, втрати через надмірне розпилення утворюються всередині камер для фарбування розпиленням в одній із двох форм відходів:

- У випадку використання мокрої відділення надлишок розпилення утворює осад фарби. Осад фарби складається з частинок фарби, невеликої кількості органічних розчинників, коагуляторів та води. Осад фарби зазвичай вважається відходом, що потребує моніторингу. Як правило, матеріал можна використовувати у якості палива в спеціальних установках для спалювання відходів (системах спалювання нешкідливих відходів).
- Якщо надлишок розпилення відокремлюється сухим способом, забруднені фільтрувальні мати зі скловолокна необхідно утилізувати. Як тільки буде досягнуто певної мінімальної швидкості повітряного потоку, фільтрувальні матеріали необхідно замінити. Фільтрувальні матеріали, тепер забруднені засохлими частинками фарби, як правило, не потребують моніторингу й можуть використовуватися як паливо на звичайних установках для спалювання відходів.

Змішані двокомпонентні фарби не підлягають вторинній переробці та утилізуються. Розчинники відновлюються із незатвердлених фарб. Крім того, забруднені розчинники утворюються в процесі очищення пристроїв для нанесення, конвеєрних систем, трубопроводів для подання фарби, камер для фарбування розпилення тощо. Як правило, очищувальні засоби, що використовуються в деревообробній промисловості, переробляються шляхом дистилювання й можуть використовуватися як перероблені очищувальні засоби. У результаті дистилювання утворюються залишки фарби у твердій, рідкій або пастоподібній формі. Забруднений розчинник, тверді частинки після дистилювання, засохла 2К фарба та інші залишки, які не використовуються повторно, утилізуються, як правило, як шкідливі відходи.

Було проаналізовано шкідливі властивості осаду фарби від надлишку розпилення фарби, і в багатьох випадках відсутня загальна базова інформація про відходи. Тому дуже важлива співпраця між виробниками фарб або лаків, підприємствами-джерелами відходів, органами охорони довкілля, дослідниками відходів та лабораторіями. Наприклад, в одному дослідженні у Фінляндії концентрації формальдегіду аналізувалися на основі інформації, отриманої від виробників фарб та лаків. Воно надало важливу інформацію для загальної оцінки хімічної та екотоксикологічної шкідливості досліджуваних залишків. Результати підтвердили переваги поєднання хімічних та екотоксикологічних аналізів у процесі оцінювання потенційної шкоди для довкілля складних органічних сумішей, виявлених у відходах фарби. Дослідження попередньої обробки показали, що кількість залишків можна мінімізувати через зменшення вмісту рідини в залишках із камери з водяною завісою, а шкідливість знижується шляхом заміни сировини в процесі фарбування розпиленням фарбами та лаками, що містять менш шкідливі розчинники. Результати також показали, що захоронення не є придатним методом утилізації залишків фарби, що утворюються в меблевій промисловості. Для цих типів органічних відходів кращим альтернативним методом обробки може бути спалювання. Інформація про екотоксикологічні властивості та властивості вилугування залишків надлишку фарби, що утворюються в різних процесах фарбування розпиленням, допомогла виробникам фарб розробити свої продукти, а виробникам меблів дала змогу зробити вибір на користь екологічно більш безпечних продуктів. Крім того, такий підхід до відсіювання шкідливих речовин допоможе виробникам меблів покращити процес фарбування поверхонь у виготовленні меблів, щоб мінімізувати кількість і шкідливість відходів, що утворюються.

## 14.4 ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ НА ДЕРЕВНІ ПОВЕРХНІ

У Главі 17 описані технології, які також можуть бути застосовні в нанесенні покриття на деревні поверхні. У Таблиці 14.9 показані загальні технології, що стосуються нанесення покриття на деревні поверхні, що описані в Главі 17. Ці технології не повторюються в цьому розділі, якщо тільки не була надана інформація, що стосується цієї галузі. Опис типу інформації, що розглядається для кожної технології, наведено в Таблиці 17.1.

Довідковий документ EGTEI щодо нанесення покриття на деревні поверхні (див. Додаток 21.3.1) містить деякі дані про витрати та переваги на європейському рівні деяких технологій скорочення викидів ЛОС. Проте підхід EGTEI обов'язково має обмежувати його комплексність, і наводяться лише основні технології без урахування інших факторів НДТМ, як-от вплив на різні компоненти довкілля, або технічних характеристик окремих установок та продуктів [ 89, EGTEI 2005 ].

**Таблиця 14.9: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі**

| Технологія   | Номер розділу |
|--|---------------|
| Технології екологічного менеджменту                | 17.1          |
| Зберігання та поводження із сировиною              | 17.2          |
| Моніторинг   | 17.3          |
| Використання води та утворення стічних вод         | 17.4          |
| Управління енергоспоживанням та енергоефективність | 17.5          |
| Управління сировиною (у тому числі заміщення)      | 17.6          |
| Процеси та обладнання для нанесення покриття       | 17.7          |
| Технології сушіння та/або затвердіння              | 17.8          |
| Технології очищення                                | 17.9          |
| Видалення та очищення відхідних газів              | 17.10         |
| Технології очищення відпрацьованих вод             | 17.11         |
| Технології управління відходами                    | 17.12         |
| Виділення запахів                                  | 17.13         |

### 14.4.1 Мінімізація споживання сировини

#### 14.4.1.1 Серійне фарбування/групування кольорів

Загальний опис технології наведений у Розділі 17.6.2.1.

##### Приклади заводів

Завод №141 у [ 155, TWG 2016 ].

#### 14.4.1.2 Системи очищення трубопроводів

Загальний опис див. у Розділі 17.2.4.2. У меблевій промисловості зростає попит на фарбування меблів в індивідуальні та спеціальні кольори і, як наслідок, використання систем очищення трубопроводів скребком.

##### Довідкова література

[ 5, DFIU et al. 2002 ]

### 14.4.1.3 Неавтономна система змішування двокомпонентних продуктів

Загальний опис див. у Розділі 17.2.4.1. Технологія широко застосовується.

#### Довідкова література

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 27, VITO 2003 ]

## 14.4.2 Технології на основі матеріалів (заміщення)

### 14.4.2.1 Покриття, фарби, лаки та клейкі речовини на водній основі

#### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.2. Застосовуються такі системи покриттів на водній основі:

- морилка для дерева: 0% органічного розчинника;
- морилка для дерева: 25–30% органічного розчинника;
- базове покриття та верхнє покриття: 5–7% органічного розчинника; звичайна система сушіння.

Також застосовуються фарби на водній основі УФ-затвердіння (близько 2% органічного розчинника) та двокомпонентні фарби на основі поліуретану (близько 9% органічного розчинника).

#### Досягнуті екологічні переваги

Значне скорочення кількості ЛОС.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Додаткове шліфування та полірування часто необхідні для отримання гладкої поверхні після кожного етапу фарбування. Ці процеси утворюють більше відходів, та споживається більше сировини.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосування фарб на водній основі залежить від використовуваного продукту, поверхні, шару базового покриття (грунтовки), методу нанесення, необхідної кінцевої якості, наявності високоякісних продуктів і сегмента продукції, на який націлена компанія. Наразі доступність високоякісних покриттів недостатня.

Двокомпонентні фарби широко застосовують у фарбуванні, наприклад, для міцних поверхонь, як-от покриття для підлоги та кухонні фасади.

#### Економічні аспекти

Можуть бути необхідні такі інвестиції:

- примусове сушіння (як правило, найбільші інвестиції);
- додаткова площа, необхідна для сушарки, а також більша зона для проміжного зберігання для пофарбованих виробів між повторними робочими циклами;
- обладнання з неіржавної сталі для зберігання фарб, обладнання для поводження з інструментами тощо, тоді як стандартні марки сталі можуть використовуватися для фарб на основі розчинників.

#### Довідкова література

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 27, VITO 2003 ] [ 96, Presti 2005 ]

### 14.4.2.2 Порошкове покриття – звичайне сушіння

#### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.6. Порошкові покриття зі звичайним конвективним сушінням наносяться на МДФ та ХДФ (деревноволокнисті плити середньої та високої щільності). Наразі вони не придатні для фарбування дерева через високі температури, необхідні для сушіння, і низької якості поверхні, що отримується.

#### Досягнуті екологічні переваги

Див. Розділ 17.7.2.6.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Див. Розділ 17.7.2.6.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Нанесення порошкового покриття на панелі МДФ для виробництва телевізорних секцій та офісних меблів здійснюється без попереднього нанесення ґрунтовки. Уся довжина установки, необхідна для попереднього нагрівання, нанесення покриття, затвердіння та охолодження, значно менша, ніж довжина, необхідна для звичайної установки, оскільки покриття відбувається за один робочий цикл. Процеси шліфування після етапів сушіння не застосовуються.

Через дуже низьку електропровідність МДФ плити підігрівають до 60–70 °С перед нанесенням порошку за допомогою електростатичних фарборозпилювачів. За цієї температури частинки порошку прилипають до поверхні МДФ, утворюючи шар фарби, що ущільнюється, а потім висушується за допомогою УФ-випромінювання.

Низькотемпературні порошкові покриття, придатні для деревних основ загалом, застосовуються, наприклад, у Швеції та Великобританії.

Повторне використання надлишку розпилення неможливе за коротких виробничих циклів і частій зміни кольору, що часто відбувається у виробництві меблів.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Використовується тільки для МДФ та для низькоякісних деталей. Непридатне для покриття цільної деревини або покриття шпоном.

#### Економічні аспекти

Завдяки переробці та повторному використанню порошку можна досягти значної економії коштів.

#### Приклади заводів

Stilexo Industrial, Великобританія.

#### Довідкова література

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)

### 14.4.2.3 Покриття, фарби, лаки та клейкі речовини, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання

#### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.3.

#### Досягнуті екологічні переваги

Фарби із затвердінням за допомогою випромінювання на водній основі без вмісту розчинників не утворюють викидів ЛОС.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Немає.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Фарби із затвердінням УФ-випромінюванням можна наносити кількома різними способами, як-от пензель, валок, заливання, розпилення та вакуумне покриття.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Лаки на водній основі з УФ-затвердінням усе частіше застосовуються для фарбування меблів та дерева. Лаки на водній основі з УФ-затвердінням широко застосовуються для покриття стільців, комплектних меблів, офісних та кухонних меблів, кімнатних дверей, панелей, деревностружкової плити для меблів для вітальні та спальні тощо. Ці фарби можна наносити на всі шари фарби. Використання продуктів з УФ-затвердінням можливе, коли на пласкі панелі покриття можна наносити окремо, та покриття наноситься перед збиранням предмета меблів. У секції виробництва столярних плит та оздоблювальних панелей можливе застосування покриттів з УФ-затвердінням. Про використання продуктів, що твердіють за допомогою інфрачервоного випромінювання відомо менше.

Щонайменше одна німецька компанія та одна фінська компанія окремо розробили метод УФ-затвердіння, у якому використовується УФ-затвердіння в інертній атмосфері. За допомогою цього методу УФ-лаки та УФ-фарби можуть твердіти на об'ємних компонентах, як-от збірні стільці. Обладнання та покриття наявні на ринку.

### **Приклади заводів**

Завод №144 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

Для об'ємного покриття: Rippert GmbH, Німеччина, та Tikkurila Coatings Oy, Фінляндія.

### **Довідкова література**

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

Для об'ємного покриття: Матеріали конференції RadTech 2005, [www.tikkurila.fi](http://www.tikkurila.fi).

## **14.4.3 Технології та обладнання для нанесення фарби**

### **14.4.3.1 Валкове нанесення**

#### **Опис**

Загальний опис див. у Розділі 17.7.3.1.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Залежно від виробу та умов обробки може бути досягнута ефективність нанесення близько 90–100%. Також може бути досягнута економія матеріалу до 40%.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

У більшості випадків використовується звичайне валкове покриття з гарними результатами, у тому числі на поверхнях із закритими порами.

У 2002 році спостерігався зростання попиту на покриття для основ із закритими порами, як-от бук, клен, груша, береза і вишня. Для шпону найвищої якості це раніше було можливе лише за допомогою звичайного валкового нанесення або розпилення. Проте використання нагрітих розгладжувальних валиків для нанесення базового покриття демонструє значні переваги. Він дає змогу заповнювати та згладжувати пористі поверхні без застосування зайвого матеріалу. Крім того, можуть бути заповнені тріщини на поверхні шпону та стиках, необроблених деревностружкових плитах, панелях МДФ та інших деревних матеріалах. У такий спосіб створюється більш гладка поверхня, а деревина набуває наповненого і гладкого вигляду.

Ці переваги обумовлені нагрітими розгладжувальними валиками з протилежним обертанням, які обробляють УФ-фарбу, нанесену на поверхню виробу за допомогою валика-аплікатора. У такий спосіб фарба втискається в поверхню виробу. Таким чином заповнюються пори, тріщини в шпоні та стики. Нагрівання розгладжувального валика забезпечує зниження когезії всередині шару фарби, щоб матеріал залишався в заповнених порах. Крім того, фарбувальний матеріал демонструє кращі експлуатаційні характеристики та утворює рівну гладку поверхню.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Як правило, технології валкового нанесення використовуються для нанесення водорозчинних фарб і фарб, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання. Вони переважно застосовні для пласких виробів, але можуть використовуватися також для дещо вигнутих виробів, таких як дерев'яні панелі. Може оброблятися вага нанесеного матеріалу, що складає від 25 г/м<sup>2</sup> до 60 г/м<sup>2</sup>, залежно від типу машини.

Пристрої для нанесення покриття за допомогою реверсивних валиків можна застосовувати лише для плоских виробів і, отже, переважно використовуються для плит, виготовлених із деревних продуктів. Для більш вигнутих поверхонь шпаклювальні матеріали наносяться за допомогою ручного обладнання, як-от шпателі.

#### **Економічні аспекти**

Легкий шпаклювальний верстат для покриття дерева та меблів із робочою шириною 1,3 метра та встановленим електричним навантаженням 5,5 кВт коштував 55 000 євро у 2000 році. Машина для нанесення покриття на дерево та меблі, наприклад, з валиком із губчастої гуми, робочою шириною 1,3 метра та електричним навантаженням 3 кВт у 2005 році коштувала близько 30 000 євро. А також у 2005 році машина з двома валиками (подвійна система) з такою самою робочою шириною та електричним навантаженням 6 кВт коштувала 60 000 євро.

#### **Приклади заводів**

Завод №141 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### **14.4.3.2 Нанесення покриття поливанням (лиття)**

#### **Опис**

Загальний опис див. у Розділі 17.7.3.4. Нанесення покриття поливанням (лиття) зазвичай застосовується для покриття дверей, настінних шаф та інших плит. Переважно застосовуються лаки, що не містять розчинників, на основі поліефіру, але можуть використовуватися й інші види матеріалів покриття. Нанесення покриття поливанням дає можливість досягти високої однорідності товщини шару.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Залежно від виробу та умов обробки може бути досягнута ефективність матеріалу близько 90–98%.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

На відміну від валкового нанесення дерев'яні вироби не обов'язково мають бути абсолютно рівними. На установці для нанесення покриття поливанням фарбувальний матеріал, що використовується, перекачується в напірний резервуар, звідки покриття подається у вигляді тонкошарової плівки. Вироби, на які необхідно нанести покриття, проходять через цю плівку. Надлишки фарбувального матеріалу збираються в резервуарі та перекачуються назад у напірний резервуар. Досягається показник ефективності близько 95%. Цією технологією можна наносити всі види фарбувальних матеріалів.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

У процесі лиття на рівні або майже рівні вироби наноситься покриття. Залежно від типу машини можна обробляти вагу нанесеного матеріалу від 60 г/м<sup>2</sup> до 250 г/м<sup>2</sup>.

#### **Економічні аспекти**

Установка лиття для нанесення покриття на дерево та меблі з робочою шириною 1,3 метра та встановленим електричним навантаженням 3 кВт коштувала 35 000 євро у 2000 році.

#### **Довідкова література**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)

### 14.4.3.3 Заливання

#### Опис

Загальний опис див. у Розділі 0.

#### Досягнуті екологічні переваги

Залежно від виробу та умов обробки може бути досягнута ефективність близько 95–99%. У порівнянні з технологією занурення, втрати на випаровування вищі.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

На установках для нанесення покриття обливанням виробу транспортується конвеєрними системами в закриті канали. Там виробу обливаються фарбувальним матеріалом через інжекторної трубки. Надлишки фарбувального матеріалу поглинаються на дні каналу та використовуються повторно.

Можна обробляти вагу нанесеного матеріалу від 60 г/м<sup>2</sup> до 200 г/м<sup>2</sup>.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Цей процес особливо придатний для дерев'яних виробів, схильних до спливання. Він застосовується для серійного виробництва та великих виробів із великою площею поверхні, без великої кількості змін кольору.

#### Довідкова література

[ 5, DFIU et al. 2002 ]

### 14.4.3.4 Розпилення у великому об'ємі під низьким тиском (HVLP)

Див. Розділ 17.7.3.10. Ця технологія зазвичай застосовується для морилок із низькою в'язкістю і все частіше для інших фарбових систем [ 5, DFIU et al. 2002 ].

### 14.4.3.5 Електростатичне повітряне або безповітряне розпилення

#### Опис

У цій технології фарба розпилюється в електричному полі, див. Розділ 17.7.3.12 Електростатичне розпилення може використовуватися, якщо обробляються матеріали з більшою електропровідністю, такі як цільна деревина для вікон, стільців і стелажів. Ця технологія також придатна для нанесення порошкових покриттів.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Під час нанесення порошкових покриттів через дуже низьку електропровідність МДФ плити підігрівають до 60–70 °С перед нанесенням порошку за допомогою електростатичного розпилення. За цієї температури частинки порошку прилипають до поверхні МДФ, утворюючи шар фарби, що ущільнюється, а потім висушується за допомогою УФ-випромінювання.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Ефект клітки Фарадея унеможливує потрапляння частинок фарби в порожнини. Вологість деревини має бути не менше 10% для досягнення достатньої електропровідності виробу.

#### Приклади заводів

Завод №141 (безповітряне розпилення зі напрямним повітрям та з електричним зарядженням) в [ 155, TWG 2016 ].

#### Довідкова література

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 96, Presti 2005 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]



## 14.4.4 Камери для фарбування розпиленням

### 14.4.4.1 Камера для фарбування розпиленням із мокрим відділенням

#### Опис

Див. Розділ 17.10.4.1. Це камера для фарбування розпиленням із неіржавної сталі, обладнана розпилювачем води ззаду і, можливо, з боків, для боротьби з надлишковим розпиленням. Вони загальнозастосовні та обладнані каскадами, або вода циркулює за допомогою пневматичної флотації та з переробкою фарби.

#### Економічні аспекти

Витрати на закупівлю камери для фарбування розпиленням із мокрим відділенням потужністю 13 кВт та вихідним потоком повітря 7 000 м<sup>3</sup>/год, згідно з повідомленнями, у 2002 році склали 150 000 євро.

#### Довідкова література

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 27, VITO 2003 ]

## 14.4.5 Сушіння/затвердіння

### 14.4.5.1 Конвективне сушіння/затвердіння

Загальний опис див. у Розділі 17.8.6.

#### Приклади заводів

Завод №141 у [ 155, TWG 2016 ].

### 14.4.5.2 Сушіння/затвердіння НВЧ нагріванням

#### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.8.3.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

НВЧ сушарка не придатна для товстих виробів (> 20 см). Ця технологія не є загальнозастосовною в Європі.

#### Економічні аспекти

Вартість установки (без підключення тощо) складає від 55 000 до 100 000 євро (12 кВт) (дані за 2006 р.).

#### Приклади заводів

Одна експериментальна установка в Норвегії. Споживання енергії оцінюється на 10–30% вище, ніж для традиційних технологій (інфрачервоне випромінювання, гаряче повітря).

#### Довідкова література

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 95, CEI-BOIS 2006 ] [ 96, Presti 2005 ]

### 14.4.5.3 Сушіння/затвердіння струмом високої частоти

Загальний опис див. у Розділі 17.8.3. Завдяки швидкому випаровуванню води значно знижується ворсування деревних волокон і кількість пилу, що утворюється. Оздоблення панелей виконується продуктами УФ-затвердіння, для чого потрібні сушарки інших типів.

#### Довідкова література

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ]

#### 14.4.5.4 Сушіння/затвердіння за допомогою інфрачервоного випромінювання

Загальний опис див. у Розділі 17.8.5.1. Ця технологія застосовується в поєднанні із сушарками з циркуляцією повітря. Інфрачервоне випромінювання може змінити деревину.

##### Приклади заводів

Завод №141 (для поліефірної фарби) у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

##### Довідкова література

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

#### 14.4.5.5 Затвердіння за допомогою ближнього інфрачервоного діапазону (БІЧ)

Загальний опис див. у Розділі 17.8.5.1. Ця технологія є загальнозастосовною, оскільки вона дуже підходить для термочутливих матеріалів, як-от дерево, через дуже короткий (1–5 секунд) час затвердіння. Порошкові покриття зазвичай твердіють за допомогою ближнього інфрачервоного діапазону, а також фарби на водній основі на деревині. Щодо покриття деревини, технологія ближнього інфрачервоного діапазону дає змогу досягти найкоротшого часу сушіння та циклу [\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#).

#### 14.4.5.6 Затвердіння за допомогою ультрафіолетового (УФ) випромінювання

Загальний опис див. у Розділі 17.8.5.4. Ця технологія широко застосовується для сушіння фарбованих меблів, особливо плоских деталей. Дерев'яні або пластмасові основи можуть пожовтіти й стати ламкими. Також існує комерційна технологія затвердіння УФ-покриттів на об'ємних компонентах, див. Розділ 14.4.2.3 [\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 27, VITO 2003 \]](#).

##### Приклади заводів

Заводи №177 (для УФ-покриттів) та №141 (для УФ-лаків) у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### 14.4.5.7 Електронно-променеве затвердіння (ЕП)

Загальний опис див. у Розділі 17.8.5.5. Для цієї технології потрібне спеціальне покриття, яке не містить розчинників. Через високі інвестиційні витрати ця технологія зараз застосовується лише для великих обсягів поверхонь.

##### Довідкова література

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 57, VDI 2005 \]](#)

#### 14.4.5.8 Комбіноване сушіння/затвердіння конвективне та інфрачервоним випромінюванням

Загальний опис див. у Розділі 17.8.4. Технологія застосовується для покриття деревних поверхонь. Основа з покриттям має бути термостійкою.

##### Довідкова література

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#)

#### 14.4.6 Очищення відхідних газів

##### 14.4.6.1 Сухе відділення надлишку розпилення

Загальний опис див. у Розділі 17.10.4.4. Фільтри для затримування частинок фарби та паперові фільтри широко використовуються в деревообробній та меблевій промисловості. Значення викидів пилу 3 мг/м<sup>3</sup> або менше

зазвичай досягаються в разі використання цієї технології. Повідомлені рівні викидів пилу для одного заводу в Німеччині нижче 0,25 мг/Нм<sup>3</sup> (див. також Розділ 14.3.2.2).

#### Довідкова література

[\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 137, CEI-BOIS 2006 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

#### 14.4.6.2 Електростатичний фільтр (осаджувач)

Загальний опис див. у Розділі 17.10.4.5. Технологія використовується для камер фарбування розпиленням. Проте не було надано жодної інформації про те, як обробляються відпрацьовані води та відпрацьовані гази. Ця технологія іноді вважається економічно не вигідною для сектора.

#### Довідкова література

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#)

#### 14.4.6.3 Мокре скрубберне очищення

Загальний опис див. у Розділі 17.10.4.2. Технологія використовується для камер фарбування розпиленням. Проте не було надано жодної інформації про те, як обробляються відпрацьовані води та відхідні гази. Відповідні дані про досягнуті рівні викидів не були повідомлені.

#### Довідкова література

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 137, CEI-BOIS 2006 \]](#)

#### 14.4.6.4 Біологічне очищення

Загальний опис див. у Розділі 17.10.7. У Німеччині лише один завод оснащений системою біофільтрації для зменшення запаху [\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#).

#### 14.4.6.5 Термічне окиснення

Загальний опис див. у Розділі 17.10.5.2.

Ця технологія може вважатися економічно не вигідною за низьких концентрацій ЛОС та/або великих потоків газу через високі інвестиційні та експлуатаційні витрати (додаткове підведення тепла, споживання електроенергії вентиляторами). Багато деревообробних підприємств працюють періодично і в одну або дві зміни. Це ускладнює досягнення стабільних умов, оскільки теплова інерція після охолодження знижує теплову ефективність, а деякі установки мають комплексне обладнання для контролю технологічних процесів, яке потребує часу для стабілізації після запуску або налагодження. Крім того, вміст ЛОС у потоках вихлопних газів можуть бути непостійним протягом зміни.

Проте її можна розглянути, коли немає альтернативи використанню покриттів із високим вмістом розчинника. Просте термічне окиснення добре підходить для періодичного використання та потоків < 2000 м<sup>3</sup>/год, хоча можуть виникнути проблеми зі зміною вмісту ЛОС (див. Додаток 21.6) [\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 96, Presti 2005 \]](#).

Про технологію повідомив один завод у процесі збору даних щодо очищення відпрацьованих газів із камер для фарбування розпиленням та сушильних печей [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### Довідкова література

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 96, Presti 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

## **14.4.7 Очищення відпрацьованих вод**

### **14.4.7.1 Очищення відпрацьованих вод для камер для фарбування розпиленням із мокрим відділенням**

Див. Розділ 17.10.4.1 для опису камери для фарбування розпиленням із мокрим відділенням. У Розділі 17.11 описані варіанти очищення відпрацьованих вод.

### **14.4.7.2 Ультра- і нанофільтрування**

Загальний опис див. у Розділі 17.11.4.3. Застосовуються камери для фарбування розпиленням із мокрим відділенням, які оснащені блоком ультрафільтрування для відділення та відновлення фарбувального матеріалу. Ця технологія іноді вважається економічно не вигідною для сектора.

#### **Довідкова література**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#)

## **14.4.8 Перероблення відходів**

### **14.4.8.1 Відновлення використаних розчинників шляхом застосування дистилювання**

Загальний опис див. у Розділі 17.12.3.1.2. Загальнозастосовним є відновлення очищувальних засобів, наприклад, у нанесенні покриття на дерев'яні меблі для кухонь та ванних кімнат.

#### **Довідкова література**

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 26, CITEPA 2003 \]](#)

[\[ 6, DFIU et al. 2002 \]](#)

## 15 ХІМІЧНИЙ ЗАХИСТ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВНИХ ПРОДУКТІВ

### 15.1 Загальна інформація про хімічний захист деревини та деревних продуктів

Багато порід деревини мають серцевину з недостатньою або відсутньою природною стійкістю до дереворуйнівних організмів. Серцевина з недостатньою або відсутньою природною стійкістю буде гнити (уражена дереворуйнівними грибами), коли вона буде намокати та залишається вологою. Вона буде атакуватися дереворуйнівними жуками та термітами в багатьох кінцевих галузях використання. Деревина в морі схильна до ураження морськими тваринами та грибами. Заболонь усіх порід схильна до ураження всіма дереворуйнівними організмами та грибами, що забарвлюють деревину. У разі недостатньої кількості або відсутності захисних компонентів деревину та деревні продукти обробляють консервантами для захисту від руйнівної дії грибків, бактерій, комах, води, погоди або вогню; забезпечення тривалого збереження структурної цілісності та підвищення стійкості.

Деревину або деревні продукти, оброблені консервантами для деревини, можна зустріти, наприклад, у будівельному секторі (дерев'яні ґрати, мости, гірські будиночки або шале тощо), у садівництві та ландшафтному дизайні (огорожі, арки тощо), а також у сільському господарстві (опори для садівництва та виноградарства), іграшки та обладнання для майданчиків для ігор, протилавинні та шумозахисні бар'єри, залізничні шпали та телеграфні стовпи. Залежно від того, де використовується деревина, визначаються класи використання в діапазоні від 0 до 5. Для класів використання з 1 до 4 існує підвищений ризик того, що деревина стане та буде залишатися вологою, а також пов'язане з цим підвищення ризику ураження грибами.

Захист деревини може здійснюватися на спеціалізованих підприємствах, як частина виробництва на лісопилних заводах (де лісопилні заводи пропонують не лише пиломатеріали, але й оброблені лісоматеріали) або в інших деревообробних галузях, наприклад, виробництво вікон та дверей.

Стверджується, що у Європі налічується близько 250 установок потужністю понад 75 м<sup>3</sup> на добу [148, COM 2009]. Проте точних даних про розподіл за розміром, виробництво, кількість робітників або торговельний баланс сектора в ЄС бракує. Результати збору даних, виконаного в межах підготовки до потенційного перегляду Директиви комплексного запобігання та контролю забруднення («Збір даних та оцінка впливу для можливого технічного огляду Директиви комплексного запобігання та контролю забруднення – Частина 2», Інформаційний бюлетень В5 Захист деревини, вересень 2007 р.) наведено в Таблиці 15.1 нижче.

Таблиця 15.1: Результати опитування щодо кількості та розмірів установок із захисту деревини

| Країна            | Загальна кількість | < 50 м <sup>3</sup> /день | 50–100 м <sup>3</sup> /день | > 100 м <sup>3</sup> /день |
|-------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Австрія           | 3 <sup>(1)</sup>   | ІВ                        | ІВ                          | ІВ                         |
| Чеська Республіка | 55                 | 53                        | 1                           | 1                          |
| Угорщина          | 7                  | ІВ                        | ІВ                          | ІВ                         |
| Латвія            | 17                 | 12                        | 2                           | 3                          |
| Усього            | 82                 | 65                        | 3                           | 4                          |

(<sup>1</sup>) Установки для захисту деревини, які споживають понад 25 тонн органічного розчинника на рік. Примітка:  
ІВ: Інформація відсутня.  
Джерело: [ 228, ІЕЕР et al. 2007 ]

З анкети, розісланої 10 міжнародним постачальникам консервантів для деревини, було повернуто лише одну відповідь (постачальник креозоту). Результати наведено в Таблиці 15.2. Проте вона дає лише дуже неповну картину. Інформація стосується лише установок, що використовують креозот, у деяких західноєвропейських країнах-членах. З цих установок 60% обробляють менше ніж 50 м<sup>3</sup> деревини на добу. Не було отримано жодної додаткової інформації про установки, що використовують консерванти на водній основі або консерванти на основі летких органічних розчинників, або про ситуацію в інших частинах Європи.

Таблиця 15.2: Оцінка кількості та розмірів установок для захисту деревини в ЄС від одного постачальника креозоту

| Країна     | Загальна кількість | < 50 м <sup>3</sup> /день | 50–100 м <sup>3</sup> /день | > 100 м <sup>3</sup> /день |
|------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Австрія    | 1                  | 0                         | 0                           | 1                          |
| Бельгія    | 2                  | 1                         | 1                           | 0                          |
| Франція    | 1                  | 0                         | 1                           | 0                          |
| Німеччина  | 7                  | 6                         | 1                           | 0                          |
| Ірландія   | 1                  | 0                         | 0                           | 1                          |
| Нідерланди | 1                  | 1                         | 0                           | 0                          |
| УК         | 4                  | 3                         | 0                           | 1                          |
| Усього     | 17                 | 11                        | 3                           | 3                          |

Примітка:  
ІВ: Інформація відсутня.  
Джерело: [ 228, ІЕЕР et al. 2007 ]

На основі аналізу звітів про впровадження Директиви про викиди розчинників (ДВР), поданих країнами-членами було складено Таблицю 15.3. Ця таблиця неповна, оскільки в ній зазначені тільки ті установки для просочування деревини, річне споживання розчинника якими дорівнює або перевищує 25 т.

Таблиця 15.3: Наявні установки для просочування деревини, на які поширюється дія Статті 2(2) ДВР, 2003–2004 рр.

| Країна        | Кількість установок |
|---------------|---------------------|
| Австрія       | 3                   |
| Бельгія       | 1                   |
| Данія         | 3                   |
| Фінляндія     | 0                   |
| Франція       | 648                 |
| Німеччина     | 10                  |
| Греція        | 4                   |
| Ірландія      | 72                  |
| Італія        | ІВ                  |
| Люксембург    | 0                   |
| Нідерланди    | 0                   |
| Португалія    | 0                   |
| Іспанія       | 4                   |
| Швеція        | ІВ                  |
| УК            | 17                  |
| <b>Усього</b> | <b>762</b>          |

Примітка:  
ІВ: Інформація відсутня.  
Джерело: [ 228, IEEP et al. 2007 ]

#### Дерева, що обробляється під тиском

Європейська галузь захисту деревини постачає близько 6,5 мільйонів м<sup>3</sup> обробленої під тиском деревини на рік для деревообробки, будівництва, ландшафтного дизайну, деревини для галузі відпочинку, сільського господарства, суднобудування, залізниці, телекомунікацій, виробництва та розподілу електроенергії. Як показано на Рисунку 15.1, 44% продукції (обробленої під тиском деревини) використовується як будівельний лісоматеріал, 21% – як садовий лісоматеріал, 15% – як мілкий кругляк, 14% – як стовпи та 6% – як шпали [ 229, WEI 2017 ].

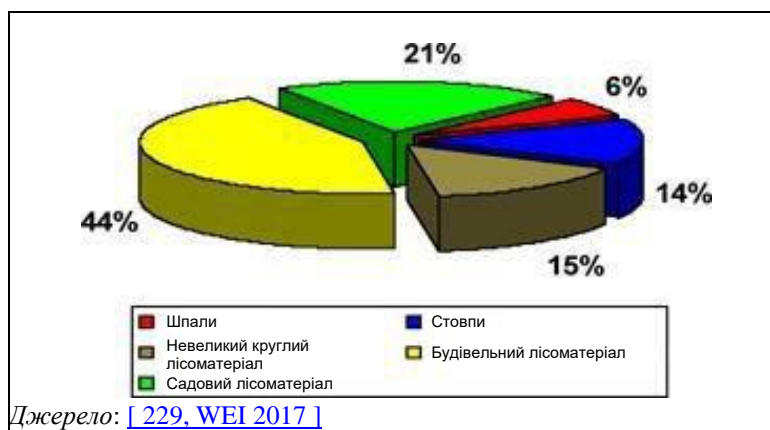
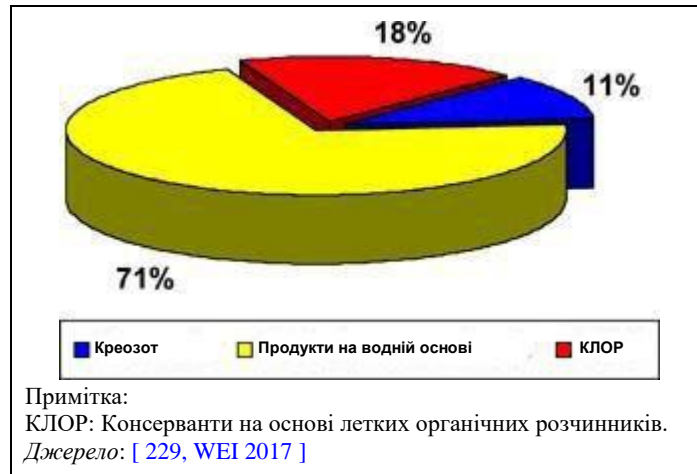


Рисунок 15.1: Продукція європейської галузі захисту деревини, класифікована за типами продукції

Загалом 71% деревини обробляється консервантами на водній основі, 11% – креозотом, переважно стовпи та шпали, та 18% – консервантами на основі розчинників, переважно будівельні лісоматеріали, такі як віконні та дверні блоки (див. Рисунок 15.2).

Застосування просочення креозотом загалом скорочується через норми використання креозоту та нові недерев'яні продукти, наприклад, використання залізобетонних шпал для нових залізничних колій. Проте у випадку зі стовпами в Європі повідомлялося про ріст використання креозоту для просочення. Значна частина цього обсягу експортується до країн за межами ЄС [ 229, WEI 2017 ].

**Рисунок 15.2: Продукція європейської галузі захисту деревини, класифікована за типами консерванту**



Було надано лише обмежену інформацію про загальну кількість заводів та кількість заводів, на які поширюється дія ДПВ, у ЄС. У наданих даних часто бракує інформації про тип консерванту (на водній основі, на основі розчинника або креозоту) і/або ця інформація є оцінною. Лише кілька країн-членів надали інформацію (статистику) про свою галузь захисту деревини [ 229, WEI 2017 ].

У Таблиці 15.4 наведено огляд наявної інформації про галузь захисту деревини в країнах-членах ЄС.



**Таблиця 15.4: Кількість заводів для хімічного захисту деревини (всього) та заводів для хімічного захисту деревини з виробничою потужністю > 75 м<sup>3</sup> на кожен тип консерванту, повідомлена країнами-членами ЄС (на 05.2017 р.)**

| Країна-член            | Кількість заводів для хімічного захисту деревини / заводів, на які поширюється дія ДПВ <sup>(1)</sup> | Консерванти на водній основі (WB)   | Консерванти на основі розчинника (SB)                                     | Крезот (C)  | Змішаний WB-C   | Змішаний SB-C   | Змішаний WB-SB   |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|--|
|                        |   | Кількість заводів з WB консервантом / заводів, на які поширюється дія ДПВ | Кількість заводів з SB консервантом / заводів, на які поширюється дія ДПВ | Кількість заводів з C / заводів, на які поширюється дія ДПВ | Кількість заводів зі змішаним консервантом WB-C / заводів, на які поширюється дія ДПВ | Кількість заводів зі змішаним консервантом SB-C / заводів, на які поширюється дія ДПВ | Кількість заводів зі змішаним консервантом WB-SB / заводів, на які поширюється дія ДПВ |
| Австрія                | ІВ / 0  | ІВ / 0  | ІВ / 0  | ІВ / 0  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Бельгія <sup>(2)</sup> | 9 / 8   | 4 / 3   | 1 / 1   | 1 / 1   | 1 / 1   | 2 / 1   | ІВ   |
| Болгарія               | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Хорватія               | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Кіпр                   | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Чеська Республіка      | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Данія                  | ІВ / 2  | ІВ / 2  | 0   | 0   | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Естонія                | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Фінляндія              | 21 / 7–11*  | 18 / 4–8  | ІВ  | 1 / 1   | 2 / 2   | ІВ  | ІВ   |
| Франція                | ІВ / виявлено 36 (60–100*)  | ІВ / 30* (інші)   | ІВ / 30* (інші)   | ІВ / 6*   | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Німеччина              | ІВ / 0–25*  | 60–120 / 0–25   | 0   | 2 / 0   | 3/0   | 0/0   | 0/0  |
| Греція                 | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ / 1  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Угорщина               | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Ірландія               | 20 / 8  | ІВ  | 1 / 1   | ІВ  | ІВ  | 1 / 1   | ІВ   |
| Італія                 | ІВ / 2  | ІВ / 2  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Латвія                 | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Литва                  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Люксембург             | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Мальта                 | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Нідерланди             | 2 / ІВ  | ІВ  | 0   | 2 / ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Польща                 | ІВ  | ІВ  | ІВ  | /   | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Португалія             | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Румунія                | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Словаччина             | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Словенія               | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Іспанія                | ІВ  | 68 / 0  | 78 / 0  | 3 / 0   | ІВ  | ІВ  | ІВ   |
| Швеція                 | 70* / 29*   | ІВ / 25*  | ІВ / 1*   | 0* / 0*   | 0* / 2*   | 0* / 0*   | ІВ / 1*  |
| Сполучене Королівство  | ІВ  | ІВ / 160*   | ІВ / 35*  | ІВ / 5*   | ІВ  | ІВ  | ІВ   |

<sup>(1)</sup> Заводи, на які поширюється дія ДПВ, належать до заводів, що перевищують граничне значення Додатка І ДПВ, 6.10, тобто, заводи з виробничою потужністю > 75 м<sup>3</sup> деревини на добу. (Не було надано інформації про заводи для хімічного захисту деревини, що є заводами, які охоплюються ДПВ, через перевищення відповідних граничних значень Додатка І ДПВ, 6.7 (здатність споживання розчинника > 150 кг/год або 200 т/рік.)

<sup>(2)</sup> Повідомляється про один завод, що охоплюється ДПВ (> 75 м<sup>3</sup>), з невідомим типом консерванту.

\* Орієнтовно.

Примітка:

ІВ: Інформація відсутня.

Джерело: [ 161, TWG 2015 ] [ 212, TWG 2018 ]

### **Вплив на довкілля**

Екологічні проблеми, пов'язані з хімічним захистом деревини, тісно пов'язані з хімічними речовинами, які використовуються для просочення деревини. Використовувані консерванти є консервантами на водній основі, на основі дигтярної оливи (креозот) або на основі розчинників. Просочення деревини потенційно спричиняє викиди в повітря, викиди шкідливих речовин у воду та ризики забруднення ґрунту/підземних вод. Крім того, необхідно враховувати енергетичні аспекти та утворення відходів.

### **Викиди у відпрацьованих газах**

Основна частина викидів у відпрацьованих газах обумовлена вмістом розчинників у консервантах на основі розчинників і креозотних консервантів (леткі органічні сполуки (ЛОС)). Аерозольні частинки та пари можуть викидатися під час процесів завантаження, зберігання, поводження та змішування з використанням органічних розчинників та матеріалів, що містять органічні розчинники, а також від поводження з консервувальним розчином

Викиди у відпрацьованих газах, як правило, є непостійними, що є результатом періодичних процесів, що здійснюються на заводах хімічного захисту деревини. Основним джерелом викидів аерозольних частинок у процесі захисту (під тиском) може бути відкривання дверей ємності після циклу обробки. Під час обробки можуть відбуватися додаткові викиди пари з резервуара для обробки на етапі початкового вакууму, заливання у вакуумі, скидання тиску та зворотного руху, а також кінцевого вакууму. Більшість дифузних викидів відбувається на етапах сушіння, оскільки деревина, оброблена засобами на основі розчинників або креозотом, ще якийсь час викидає ЛОС у повітря.

Операції з очищення з використанням очисних рідин на основі органічних розчинників, а також поводження і зберігання відходів органічних розчинників і забруднених органічними розчинниками відходів також можуть призводити до викидів ЛОС.

Через склад консерванту викиди ПАВ (в тому числі бензо(а)пірену) у повітря та запах є проблемою для заводів для обробки креозотом. Використання консервантів на водній основі може призвести до викидів у повітря, наприклад, аміаку (якщо він присутній у використовуваному консерванті).

Транспортування на об'єкті та процеси спалювання, які використовуються для генерації тепла або пари, можуть призвести до викидів у повітря (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> та пилю). У випадках, коли термічне окиснення відхідних газів, що містять ЛОС, виконується як обробка наприкінці виробничого циклу, це сприяє викидам у повітря.

### **Викиди у воду**

Використання шкідливих хімічних речовин у якості консервантів для деревини передбачає ризик потрапляння цих речовин у воду. Краплі та розливи з будь-якої зони, куди доставляються, зберігаються, змішуються, обробляються або наносяться консерванти для деревини, а також зі свіжообробленої деревини можуть змішуватися з атмосферною водою та призводити до забруднення поверхневих стоків. Забруднення залежить від використовуваних хімічних речовин та їх складу. До речовин, які можуть виділятися під час процесу захисту деревини, належать: мідні солі, аміак, органічні біоциди, креозот (що складається з таких речовин, як толуол, ксилен та поліциклічні ароматичні сполуки) [WEI/EWPM коментар №64 у [ [212, TWG 2018](#) ]].

Процеси просочення з використанням концентратів солей або концентратів емульсії на водній основі переважно не утворюють стічних вод. Вторинні системи утримування та рециркуляції використовуються для запобігання потраплянню конденсату та охолоджувальної води з установки для просочення або поверхневих вод, забруднених водними консервантами, у ґрунт, підземні води або прилеглі водотоки. Зібрана або утримана вода може бути повернена у виробничий процес (замкнений цикл).

На заводах для обробки під тиском, що використовують просочувальні оливи (креозот), потоки стічних вод утворюються у вигляді конденсатів під час скидання тиску в ємності для обробки та під час періодів вакуумування. Конденсати збирають, дають відстоятися і очищають у фільтрі з активованим вугіллям. Очищена вода або повторно використовується (замкнений цикл), або скидається в комунальну каналізаційну систему [ [230, VDI 2014](#) ] [ [231, Germany 2013](#) ].

Конденсати від пропарювання й сушіння, якщо вони не рециркулюються в процес, можуть призвести до викидів стічних вод.

---

### **Запах**

Виділення запаху переважно пов'язане із заводами для обробки креозотом через вміст нафталіну в креозоті. У процесі просочення матеріалами на водній основі іноді використання аміачних речовин може спричиняти певний вплив запаху на довкілля.

### **Забруднення ґрунту та підземних вод**

Що стосується потенційних викидів у воду, то в зонах доставки, зберігання, змішування, поводження, нанесення та зберігання свіжообробленої деревини існує ризик забруднення ґрунту та підземних вод у випадку виникнення розливів та крапель, які не збираються належним чином. Запобігання витокам і випадковим розливам вважається основною проблемою для сектора хімічного захисту деревини.

### **Відходи**

Заводи з просочування деревини можуть утворювати відносно невелику кількість різних нешкідливих та шкідливих відходів. До нешкідливих відходів належать необроблені відходи деревини та незабруднена упаковка. До шкідливих відходів можуть належати прострочені та забруднені хімічні речовини, надлишковий консервувальний розчин, упаковка хімічних речовин, забруднені обтиральні матеріали, тирса або інші матеріали, що використовуються для вбирання розливів, абсорбент, осад та сміття з резервуарів та технологічного обладнання тощо.

### **Енергія**

Найбільш енерговитратним процесом є просочування під тиском (нагнітально-вакуумні насоси) та нагрівання креозоту.

### **Шум**

Певний шум може виникати в результаті діяльності з захисту деревини, переважно пов'язаної з транспортуванням, вантажно-розвантажувальними роботами або механічною обробкою деревини. Нагнітання в силоси з автоцистерн може спричинити такі перешкоди, як шум насоса та резонанс у трубопроводах.

## 15.2 Прикладні процеси та технології для хімічного захисту деревини та деревних продуктів

### 15.2.1 Огляд

Процеси обробки деревини та деревних продуктів можна класифікувати за типом процесу нанесення консерванту (процес без тиску або під тиском) та/або за типом консерванту, що використовується (консерванти на водній основі, або на основі розчинника, або креозот).

**До процесів без тиску** належать процеси занурення (просочення у ванні (занурення), а також гарячі та холодні ванни) та поверхневі обробки (як-от обробка пензлем, розпилення, затоплення та короткочасне занурення (занурення на певний час)).

**До процесів під тиском** належать безліч процесів на основі автоклавної обробки, що відрізняються переважно послідовністю й кількістю етапів високого тиску й низького тиску/вакууму, що застосовуються в процесі просочення. Наразі у комерційній практиці використовуються такі процеси:

- **Високий тиск:**
  - процес просочення за методом повного поглинання/просочення у вакуумі під тиском (процес Бетелла);
  - процес змінного тиску (процес Хенріксона);
  - модифікований процес змінного тиску (процес «Hamburger»);
  - процес Рюпінга;
  - подвійний процес Рюпінга;
- **Низький тиск:**
  - подвійний вакуумний процес;
  - модифікований процес Лоурі.

#### Захист деревини за допомогою консервантів на водній основі (WB)

До консервантів для деревини на водній основі належать солі бору (неорганічний бор), четвертинні солі (четвертинні амонієві сполуки), сполуки четвертинного бору (з бором і сполуками четвертинного амонію), композиції міді без вмісту хрому (композиції Cu-бор і Cu-HDO, композиції Cu, бору та триазолу, Cu – четвертинної сполуки) та композиції, що містять комбінації органічних речовин (наприклад, триазолі, карбамат піретроїдів) [\[ 231, Germany 2013 \]](#).

Мідноорганічні консерванти, як правило, придатні для класів використання з 1 до 4 і застосовуються в процесах високого тиску. Вони придатні для ситуацій, коли деревина піддається високому ризику біологічного впливу, наприклад, огорожа, борти для доріжок, лісоматеріали, вбудовані в кам'яний мур. Обробка призведе до набухання лісоматеріалів, підняття волокон і може спричинити певну деформацію [\[ 232, WPA 2012 \]](#).

Органічні консерванти придатні для класу використання 3 (без покриття і з покриттям), ідеально підходять для зовнішніх ландшафтних і облицювальних лісоматеріалів, але також можуть використовуватися в класах використання 1 і 2. Вони наносяться в процесах під високим тиском. Обробка призведе до набухання лісоматеріалів, підняття волокон і може спричинити певну деформацію [\[ 232, WPA 2012 \]](#).

Мікроемульсії (на водній основі), як правило, обмежені класами використання 1, 2 та 3 (з покриттям) та ідеально підходять для внутрішніх будівельних лісоматеріалів. Зазвичай вони наносяться під низьким тиском (подвійний вакуумний процес). Попри те, що обробка виконується за допомогою матеріалів на водній основі, вона мало впливає на розміри деревини, але може підняти волокна. Їх можна використовувати на столярних виробках, де зовнішній вигляд поверхні немає першочергового значення. У випадку нанесення під високим тиском обробка спричиняє набухання деревини, підіймає волокна й може спричинити певну деформацію [\[ 232, WPA 2012 \]](#).

У минулому як консерванти використовувалися продукти на основі хромованого арсенату міді (CCA) на водній основі. З 2006 року CCA більше не дозволено використовувати в ЄС як біоцид (відповідно до Директиви 98/8/ЄС) [\[ 148, COM 2009 \]](#).

Крім того, пентахлорфенол (ПХФ), який використовувався як консервант, був заборонений Стокгольмською конвенцією про Стійкі органічні забруднювачі (поправка від 2015 року).

### Захист деревини за допомогою консервантів на основі розчинника (SB)

Консерванти на основі розчинників належать до консервувальних розчинів, у яких активні інгредієнти переносяться в органічних розчинниках (також широко відомі як консерванти на основі летких органічних розчинників (КЛОР)). Як правило, вони обмежуються класами використання 1, 2 та 3 (з покриттям) та застосовуються в процесах під низьким тиском. Їхня головна перевага полягає в тому, що вони не змінюють розміри деревини й не підіймають її волокна, що робить їх особливо придатними для столярних виробів [232, WPA 2012].

### Захист деревини креозотними (на основі олів) консервантами (С)

Креозот є складною сумішшю похідних кам'яновугільної смоли. Це суміш сотень різних хімічних речовин, а не одна конкретна хімічна речовина. Через те, що він класифікується як канцероген, використання креозоту для захисту деревини обмежене лише професійним використанням та спеціальним використанням за межами приміщень. Креозот придатний для лісоматеріалів, що будуть використовуватися зовні, над та під землею, а також у контакті з водою (класи використання 3 (без покриття), 4 та 5). Він наноситься в процесах під високим тиском. Обробка креозотом знижує переміщення вологи в лісоматеріалах [232, WPA 2012].

Процес із **надкритичним вуглекислим газом** є особливим випадком, коли носієм консервантів (активних інгредієнтів) є газоподібний CO<sub>2</sub> у надкритичному стані. У 2017 році повідомлялося про лише один завод у Європі, що застосовує цей процес захисту деревини.

До інших хімічних речовин, що використовуються для захисту деревини, належать хімічні речовини для гідроізоляції (наприклад, олії, емульсії, віск), вогнезахисні речовини та хімічні речовини, що використовуються для хімічного облагороджування або гідрофобізації деревини (наприклад, оцтовий ангідрид, фурфуріловий спирт, силікони та інші).

Процес захисту деревини за принципом складається з таких основних етапів/зон процесу.

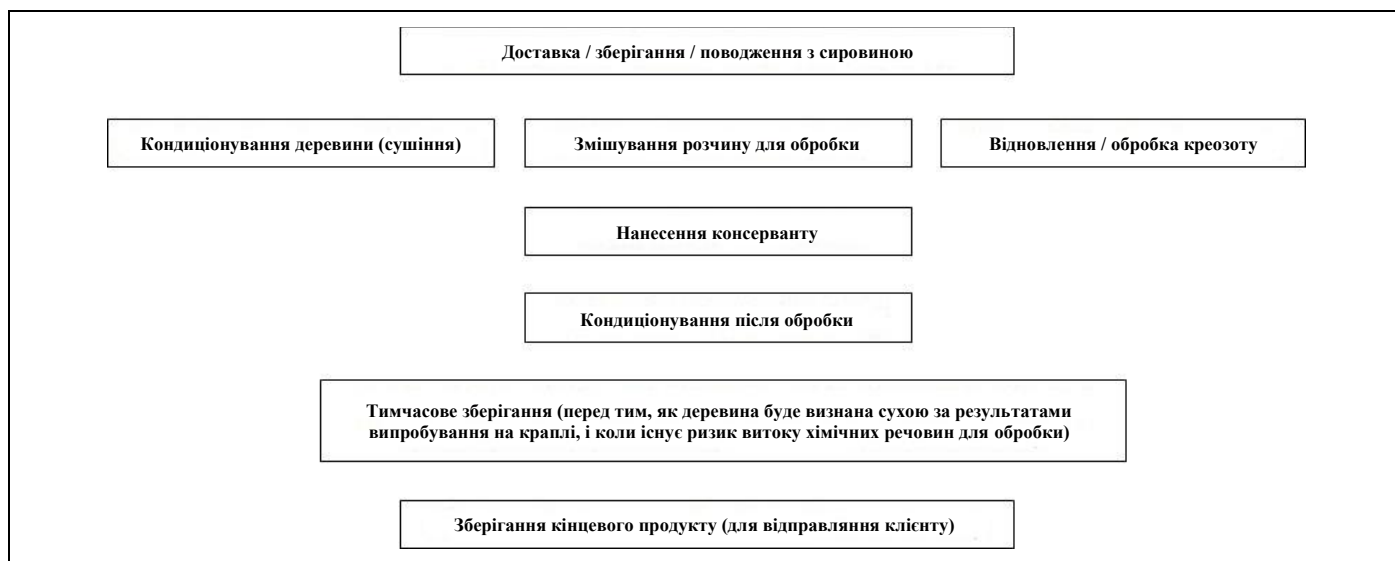


Рисунок 15.3: Огляд етапів процесу захисту деревини

## 15.2.2 Доставка, зберігання та поводження із сировиною

Деревину та деревні продукти, що підлягають обробці, зберігають у відкритих або критих зонах. Транспортування деревини на заводі з хімічного захисту деревини зазвичай здійснюється промисловим вилковим навантажувачем або краном. Консерванти/хімічні речовини для обробки деревини зберігаються в оригінальних контейнерах або в затверджених контейнерах для мінімізації ризику випадкових витоків [[231, Germany 2013](#)].

Консерванти для деревини доставляються на об'єкт у вигляді концентрату для розведення у воді чи органічному розчиннику або в готовому до використання вигляді, що не потребує подальшого розведення (наприклад, креозот).

### Приготування сумішей консервантів

Консерванти, які постачаються у вигляді концентратів, розводяться розчинником-носієм (зазвичай водою) відповідно до інструкцій виробника. Зазвичай цей процес керується за допомогою комп'ютера [WEI/EWPM коментар №75 у [212, TWG 2018](#)].

### Відновлення / обробка креозоту

У процесі обробки креозот може накопичувати воду, яку необхідно видалити, перш ніж креозот може бути рециркульований у процес обробки. Граничний вміст води зазвичай становить близько 3%, і він зазвичай контролюється на рівні нижче 1%.

Деякі заводи мають системи відновлення креозоту, у яких вода випаровується за температури вище 100 °C (у деяких випадках за 120 °C [Завод DE-5 у [236, TWG 2017](#)]).

Інші повідомили, що відновлення креозоту може не знадобитися, оскільки через термічний окисник відхідні гази не охолоджуються, і вода залишається у вигляді пари у відхідних газах і проходить через термічний окисник [Завод DE-9 у [236, TWG 2017](#)].

## 15.2.3 Підготовка/кондиціонування деревини

### Механічна обробка

Деревина або деревні продукти зазвичай надходять на завод із захисту деревини в готовому до обробки вигляді. Будь-яку механічну обробку краще виконувати до обробки консервантом, оскільки, якщо вона буде виконана після неї, необроблена деревина може бути піддана негативному впливу. Обкорювання, луцення, різання, стругання, свердління тощо переважно виконуються на попередніх деревообробних підприємствах, як-от лісопильні заводи. Проте на деяких заводах із хімічного захисту деревини певною мірою може виконуватися механічна обробка. Оскільки процеси, вплив та технологіями не є характерними для хімічного захисту деревини, а лісопильні заводи не охоплюються ДПВ, ТРГ прийшла до висновку не вносити ці процеси до цього документа.

Наколювання – це процес механічної попередньої обробки, який застосовується на заводах із хімічного захисту деревини для покращення проникнення та утримання консерванту. У процесі наколювання леза, що обертаються, проходять через поверхню дерева, створюючи структуру надрізів; структура, щільність та глибина варіюються залежно від специфікацій продукту.

Деревина/деревний продукт можуть завантажуватись у ємності для обробки вручну або автоматично. Залежно від типу ємності для обробки використовуються вилкові навантажувачі, пушпульні візки тощо. Деревина/деревні продукти можуть завантажуватись в пакетах, ящиках або, коли обробляються великі дерев'яні елементи (наприклад, стовпи), окремо.

### Кондиціонування (регулювання вологості)

Для отримання оптимальних результатів захисту деревини деревина повинна мати певний вміст вологи/сухість перед кількома процесами просочення (наприклад, процес просочення у вакуумі під тиском). Цього можна досягти за допомогою витримки (повітряне сушіння), сушіння в печі, кондиціонування парою (сушіння пором) або процесу Болтона (нагрівання в розчиннику/варіння у вакуумі).

Найчастіше застосовуваним процесом на заводах із хімічного захисту деревини є витримка, у процесі якої деревина зберігається у відкритих майданчиках для зберігання з належною вентиляцією протягом певного періоду. На деяких заводах деревину можна також сушити в сушильних печах.

Лише 4 з 23 заводів, які брали участь у зборі даних щодо хімічного захисту деревини (2017 р.), повідомили про сушіння в печі, переважно непряме сушіння (тобто без прямого контакту між паливними газами та деревиною). Один завод повідомив про пряме сушіння та сушіння паром, але ніякої додаткової інформації надано не було. На двох заводах застосовується процес Болтона, але знову ж не було надано технічної інформації [ 236, TWG 2017 ].

## 15.2.4 Процес нанесення консерванту

Процеси нанесення консервантів зазвичай поділяються на процеси без тиску та процеси під тиском. У Таблиці 15.5 наведено огляд різних типів процесів нанесення консерванту, що використовуються для хімічного захисту деревини.

**Таблиця 15.5: Процеси нанесення консерванту, що використовуються для захисту деревини**

| <b>Процеси без тиску</b>   |                    |
|--|--------------------|
| Обробка пензлем  | Поверхнева обробка |
| Розпилення / розпилювальний тунель   |                    |
| Затоплення   |                    |
| Занурення <ul style="list-style-type: none"> <li>• Короткочасне занурення (занурення на певний час)</li> <li>• Просочення у ванні</li> <li>• Обробка в гарячих та холодних ваннах</li> </ul>   | Просочення         |
| <b>Процес під (високим/низьким) тиском</b>   |                    |
| Високий тиск: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Процес просочення за методом повного поглинання (процес Бетелла)/просочення у вакуумі під тиском (плюс варіації)</li> <li>• Процес просочення за методом обмеженого поглинання (варіації: процес Лоурі, Рюлінга)</li> </ul> | Просочення         |
| • Процес змінного тиску / модифікований процес змінного тиску  |                    |
| Низький тиск: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Подвійний вакуумний процес</li> </ul>   |                    |

### 15.2.4.1 Процеси без тиску

#### 15.2.4.1.1 Обробка пензлем

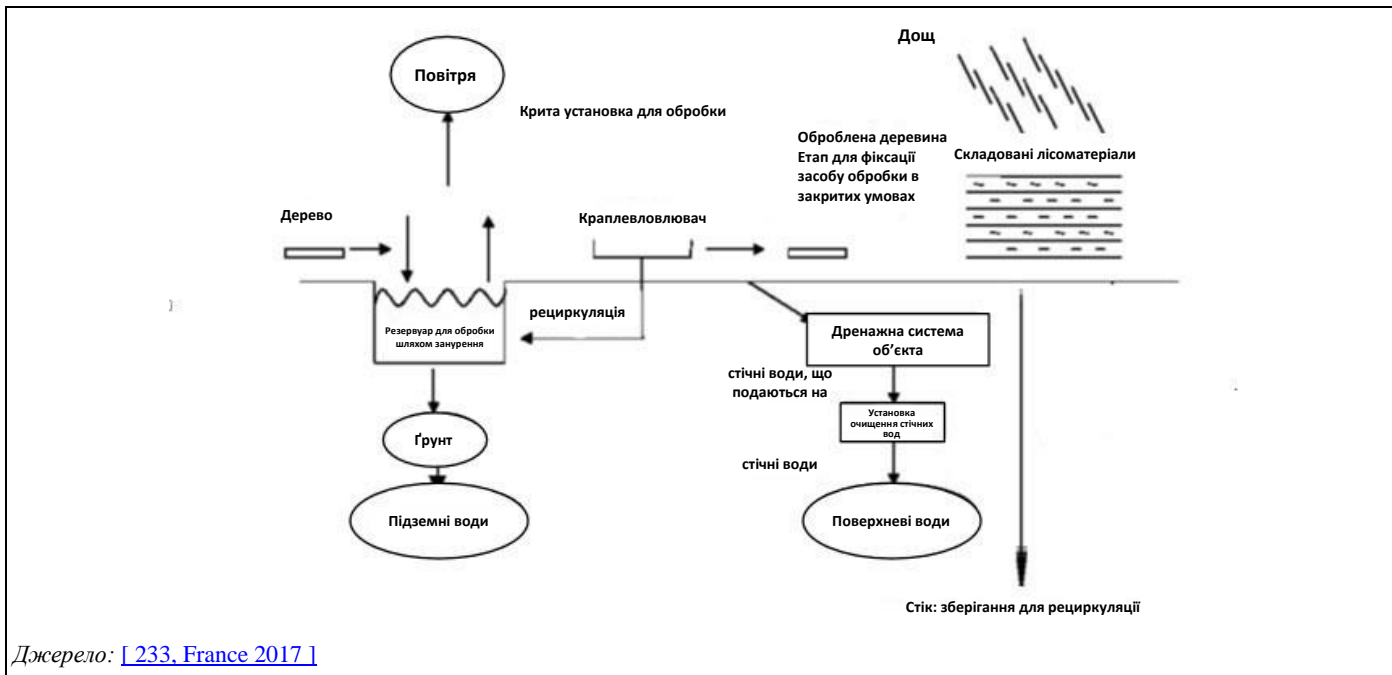
Інформацію не надано.

#### 15.2.4.1.2 Короткочасне занурення (короткострокове занурення/занурення на певний час)

У процесі короткочасного занурення (короткострокове занурення/занурення на певний час) деревина (пакети деревини або окремі дерев'яні вироби) занурюється в розчин консерванту в резервуарі для відмочування на період від декількох секунд до декількох хвилин. Потім деревину підіймають з ванни та витримують над резервуаром із розчином для обробки певний час для стікання надлишків консервувального розчину. Час фіксації розчину для обробки в деревині є обов'язковим (час фіксації під навісом умов: мінімум 4 години). Після цього деревину можна переміщати у зону зберігання.

Штучне/примусове сушіння не рекомендується. Природне сушіння займає від кількох днів для консервантів на основі легких розчинників та на водній основі до декількох тижнів для важких розчинників. Час сушіння також залежить від просочуваності деревини, способу зберігання та кліматичних умов [ 230, VDI 2014 ] [ 233, France 2017 ].

Короткочасне занурення (короткострокове занурення/занурення на певний час) переважно використовується у виробництві деревини для класів використання 1, 2 і 3.1 (наприклад, деревина для внутрішніх елементів конструкції). На Рисунку 15.4 та Рисунку 15.5 зображено процес.



**Рисунок 15.4:** Схема процесу короткочасного занурення (короткострокове занурення/занурення на певний час)



**Рисунок 15.5:** Приклад короткочасного занурення (короткострокове занурення/занурення на певний час) – резервуар, що дає можливість одночасно обробляти декілька акумуляторів із кріпленням на стендах поряд із резервуарами для занурення

### 15.2.4.1.3 Затоплення

В процесі затоплення деревину розміщують над відповідною непроникною для рідини утримувальною підкладкою, а трубку проводять над деревиною вручну. Вихідний отвір трубки влаштований так, що консервант для деревини виходить у вигляді рідкого струменю й заливає поверхню, що обробляється. Краплі, що стікають, та стік надлишку рідини збираються та рециркулюється; тріска та інше грубе сміття утримуються в кошиковому сітчастому фільтрі. Сітчастий фільтр регулярно перевіряється та очищається. У порівнянні з розпиленням ця технологія значною мірою дає змогу уникнути утворення туману [ 230, VDI 2014 ].



### 15.2.4.1.4 Розпилення / розпилювальні тунелі

Системи розпилювальних тунелів доступні у вигляді мобільних та стаціонарних систем. Деревина (обкоровані колоди або повністю чи частково механічно оброблені лісоматеріали) переміщується через одну або кілька камер поздовжньої або поперечної конфігурації на конвеєрній системі, що безперервно рухається. У цих розпилювальних камерах розпилювальні сопла розташовані так, щоб консервант наносився на всі сторони деревини під час її безперервного руху. Розпилення зазвичай грубодисперсне, тобто за розміром частинок, для забезпечення змочування деревини правильною кількістю консерванту. Розпилювальні установки герметизовані від потрапляння навколишнього повітря. Надлишок розпилення та краплі збираються та повертаються в резервуар для зберігання для повторного використання. Для забезпечення рівномірного нанесення консерванту й водночас мінімізації втрат у вигляді крапель під час сушіння, за розпилювальною камерою зазвичай встановлено пристрій із гумовими скребками [ 230, VDI 2014 ] [ 233, France 2017 ].

Бризковики, що оточують розпилювальні камери, запобігають потраплянню крапель від розпилення на решту території заводу й можуть мати місцеву витяжну вентиляцію.

Після обробки деревина укладається або сортується механічним або ручним способом і сушиться на конвеєрній стрічці або в зоні кондиціонування до висихання після обробки перед тим, як передаватися за межі об'єкта до виробників або використовуватися на об'єкті

Пристрій для обробки зазвичай встановлюється в ізольованій або обвалованій зоні, виготовленій із матеріалів, стійких до консервантів для деревини, що використовуються. Передбачено збирання, переробка та повторне використання консерванту для деревини, зібраного з конвеєра або зони сушіння. Викиди консервантів для деревини з установки для обробки або зони зберігання обробленої деревини збираються в зливовий водостік або дренажну систему, з'єднану з установкою для очищення відпрацьованих вод (УОВВ) [ 233, France 2017 ].

Розпилення зазвичай використовується на лісопильних заводах та в столярних майстернях. На Рисунку 15.6 та Рисунку 15.7 зображено процес.

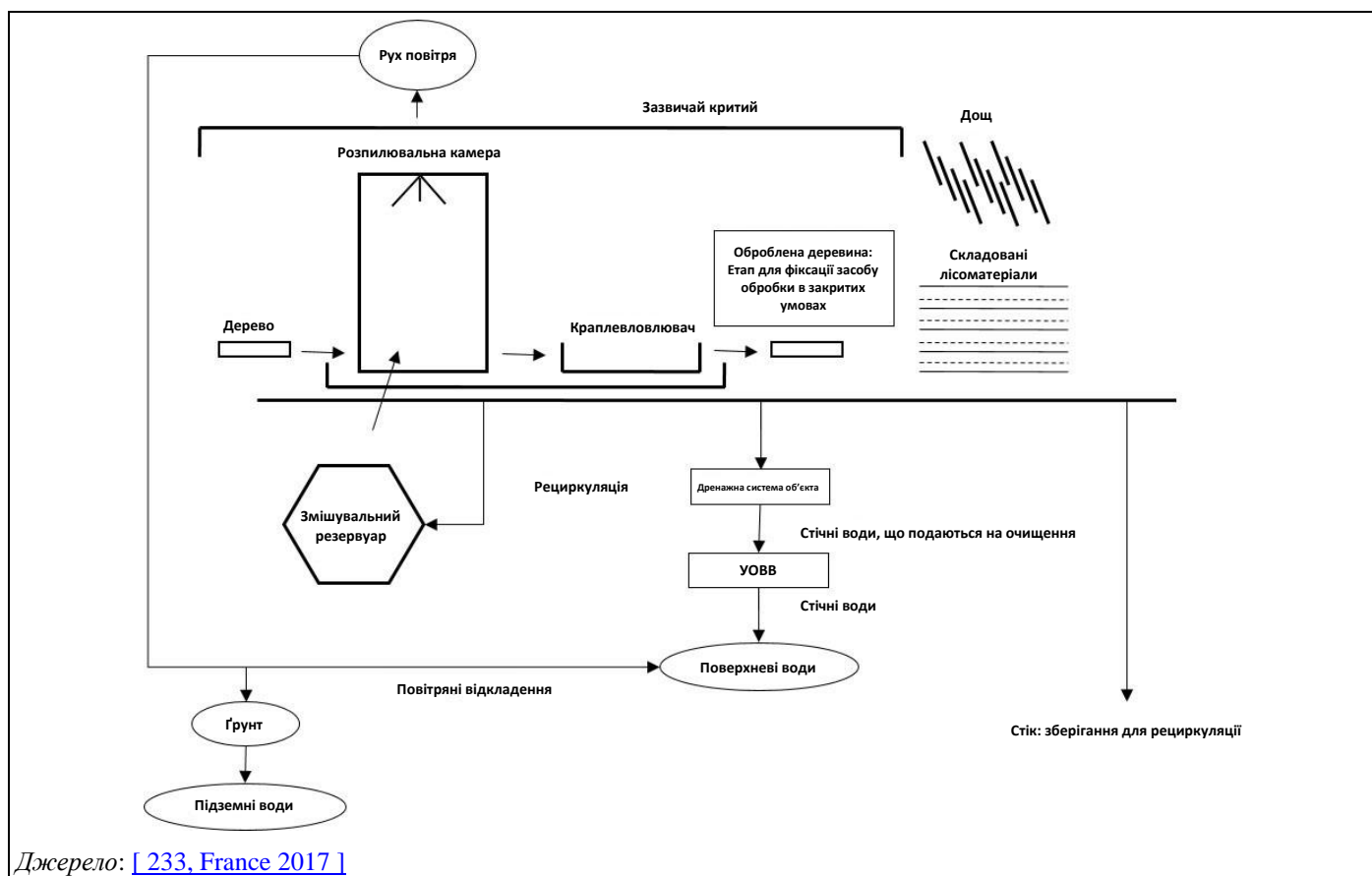


Рисунок 15.6: Схема процесу розпилення / розпилювального тунелю



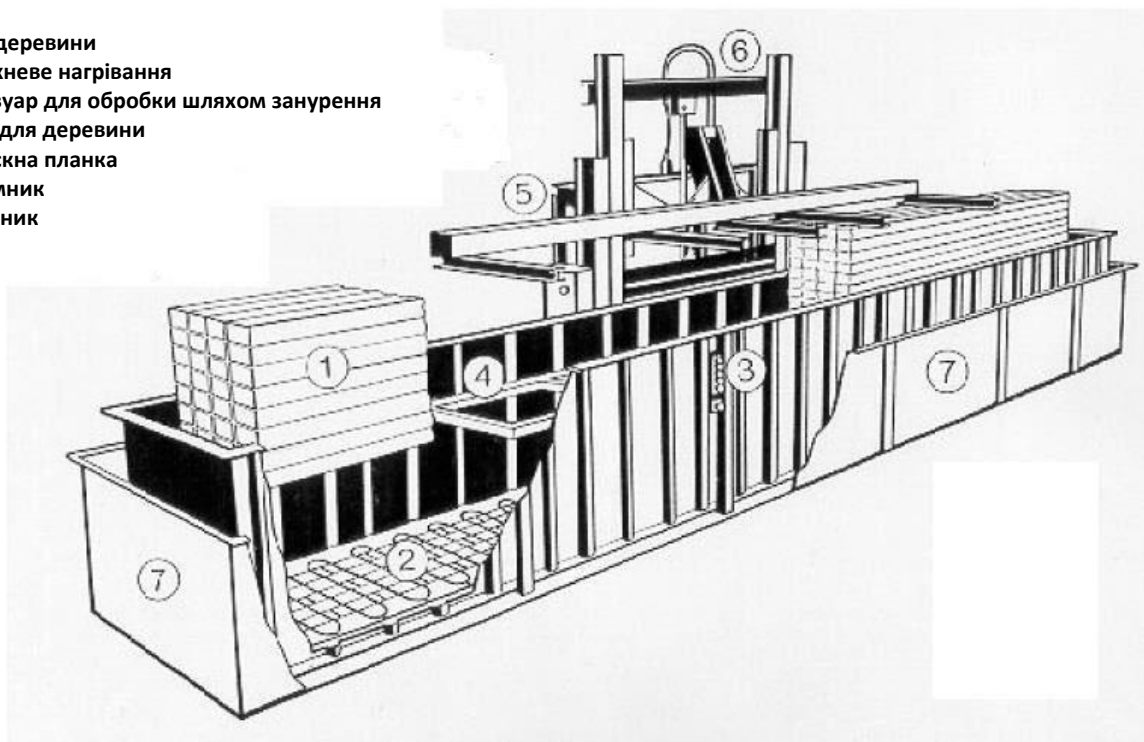
Джерело: [ [233, France 2017](#) ]

Рисунок 15.7: Деревина в закритому розпилювальному тунелі

#### 15.2.4.1.5 Просочення у ванні / процес занурення

У процесі просочення у ванні деревину повністю занурюють у ємність, наповнену консервантом для деревини, на період від одного до кількох днів. У процесі занурення — поширеному сьогодні методи обробки будівельного лісоматеріалу — деревина занурюється на період від декількох хвилин до кількох годин. Сучасні просочувальні ванни, як правило, мають конструкцію резервуарів із подвійними стінками та захистом від корозії. Для старих одностінних просочувальних резервуарів використовується окрема вторинна система утримання, що забезпечує надійне утримання просочувального розчину у випадку витіку. Система просочення у ванні встановлюється під навісом для захисту від опадів [ [230, VDI 2014](#) ].

- 1 пакет деревини
- 2 поверхнєве нагрівання
- 3 резервуар для обробки шляхом занурення
- 4 опора для деревини
- 5 притискна планка
- 6 підйомник
- 7 відстійник



Джерело: [ 234, Austrian Umweltbundesamt 2015 ]

Рисунок 15.8: Схема просочення у ванні

#### 15.2.4.1.6 Процес обробки в гарячих та холодних ваннах

Процес обробки в гарячих та холодних ваннах використовується для обробки дерев'яних опор (опори для виноградників та садів, а також для городництва та ландшафтного дизайну: наприклад, опори для виноградників, опорні стовпи для фруктових дерев та дерев). Якщо коли/опори мають вологість від 20% до максимум 30%, їх поміщають у резервуар для обробки, наповнений просочувальними оливами (креозотом) з робочою глибиною залежно від довжини опори, що обробляється (від 70 см до 90 см від кінця колу/опори). Просочення відбувається в закритому обладнанні. Просочувальні оливи нагрівають до  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  і витримують за цієї температури протягом 120 хвилин для забезпечення вихід повітря з деревини. Після цього нагрівання припиняють для охолодження до температури від  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  (різниця температур залежить від умов на конкретному об'єкті й необхідного ступеня утримування консерванту). Нижча температура охолодження ( $< 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) призводить до небажаного налипання креозоту на поверхню деревини, який надалі (в процесі експлуатації) може вимиватися й негативно впливати на довкілля. Вища температура ( $> 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) може призвести до викидів пари з води, яка все ще міститься в деревині (вологість деревини). У випадку досягнення цієї температури (тривалість ~ 12–16 годин) коли/опори підіймаються з просочувальної рідини за допомогою підйомальної клітки.

Температуру креозоту треба відрегулювати відповідним чином, перш ніж лісоматеріал можна буде вийняти з резервуара для обробки. Це призводить до легшого стікання надлишків креозоту з поверхні колу/опори та дає змогу уникнути ризиків для довкілля протягом періоду експлуатації. Підйомальна клітка утримується над резервуаром для обробки в зоні системи видалення вихлопних газів протягом щонайменше 60 хвилин (під час фази стікання та конденсації), перш ніж система буде відкрита для вилучення оброблених колів/опор [ 230, VDI 2014 ] [ 231, Germany 2013 ] [DE коментар №377 у [ 212, TWG 2018 ]].

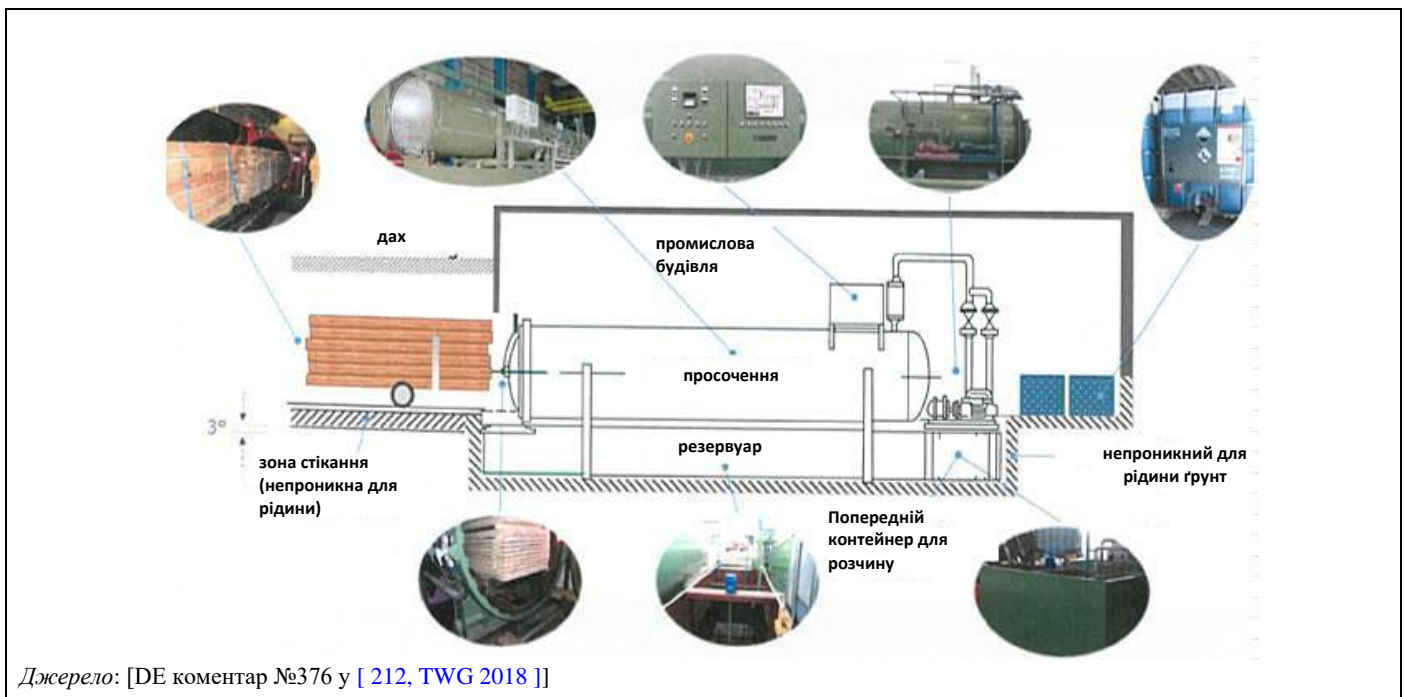
Коли система відкривається для вилучення обробленої деревини, можуть відбуватися викиди органічних сполук та сполук, що спричиняють неприємні запахи, у повітря. Неорганізовані викиди тих самих сполук, хоч і в нижчих концентраціях, можуть відбуватися під час подальшого зберігання [ 230, VDI 2014 ] [ 231, Germany 2013 ].

### 15.2.4.2 Процеси під тиском

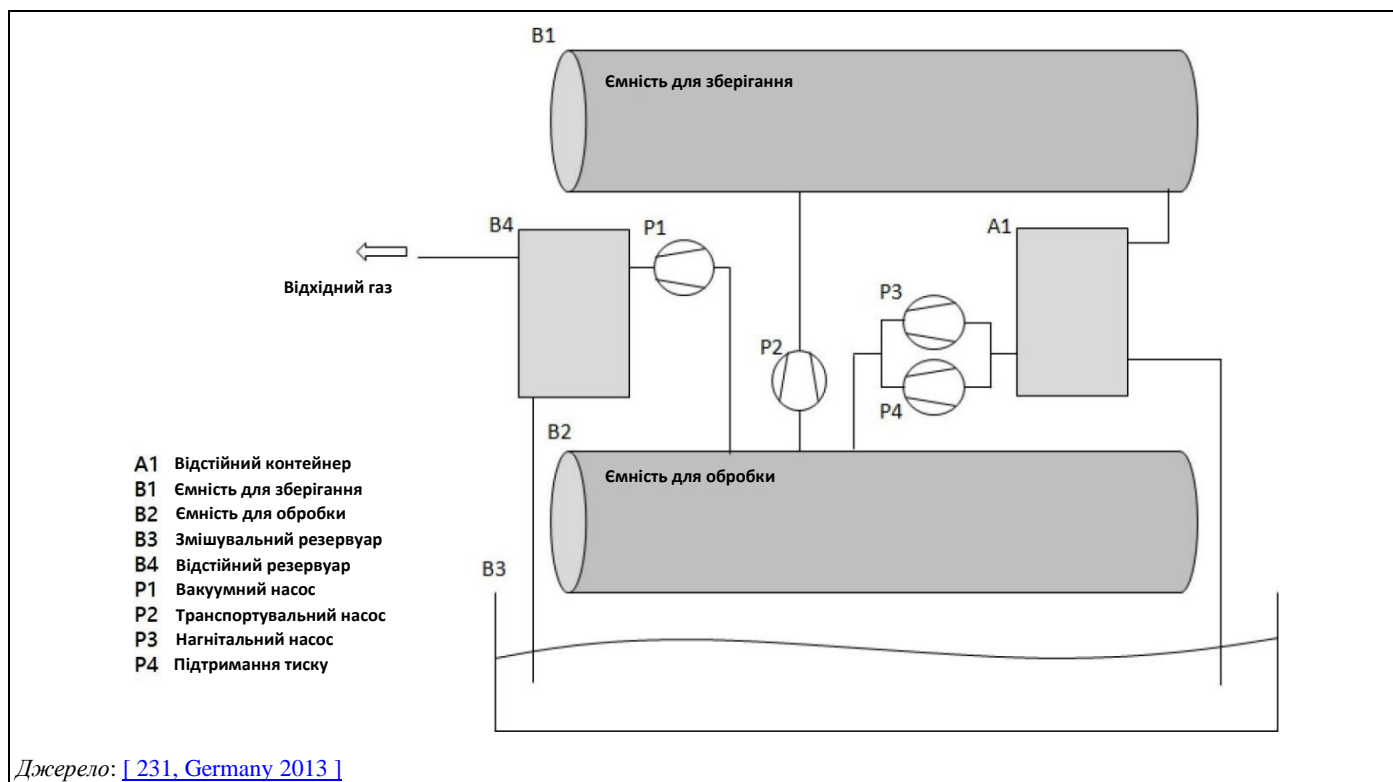
Обладнання для обробки під тиском складається з ємності для обробки, яка може бути циліндричною або прямокутною ємністю під тиском (автоклав), і однієї або кількох ємностей для зберігання. У випадку наявності двох ємностей для зберігання одна є робочою ємністю, у якій міститься консервант для заповнення ємності для обробки, а інша є наливним резервуаром, який використовується для прийняття доставленого нового консерванту й поповнення робочої ємності/ємності для обробки. Ємність для обробки має систему завантаження, що дає змогу завантажувати та вивантажувати пакети деревини вручну або автоматично. Можливе завантаження/вивантаження з одного кінця ємності для обробки або з обох кінців («впускання-випускання»).

Дверцята ємності для обробки мають захисні пристрої, що запобігають запуску процесу доти, поки дверцята не будуть повністю закриті й заблоковані, а також запобігають їхньому відчиненню доти, поки не буде видалено весь консервант наприкінці циклу обробки.

**Рисунок 15.9: Приклад заводу обробки під тиском на водній основі з відкритим резервуаром для змішування/зберігання**



Джерело: [DE коментар №376 у [ 212, TWG 2018 ]]



**Рисунок 15.10: Приклад схеми заводу обробки під тиском для консервантів на водній основі**

Після того, як деревина завантажується в ємність для обробки, двері зачиняються й надійно блокуються. Цикли обробки для всіх процесів під тиском переважно є варіаціями наступних основних етапів (етап 1 може бути опущений або замінений фазою тиску повітря, а послідовність або кількість фаз тиску можуть відрізнятися):

- 1) Початковий вакуум: початковий вакуум використовується для відведення повітря з деревини. Тривалість цього періоду вакуумування і використовуваний рівень варіюються залежно від виконуваної специфікації. Кількість відведеного повітря впливатиме на остаточне поглинання та проникнення консерванту. Щоб контролювати утримання деякі, процеси виконуються без створення початкового вакууму.
- 2) Заливання: консервувальний розчин передається з робочої ємності в ємність для обробки. Якщо застосовується, вакуум підтримується під час перенесення.
- 3) Період під тиском: коли ємність для обробки заповнюється, вакуум скидається і, якщо не використовується тільки атмосферний тиск, застосовується гідравлічний тиск за допомогою насоса. Деревина зберігається в консерванті протягом певного періоду. Потім тиск скидається під контролем.
- 4) Початкове зливання: після закінчення періоду під тиском консервант передається назад у робочу ємність.
- 5) Кінцевий вакуум: до деревини застосовується кінцевий вакуум як для видалення надлишків консерванту з поверхневого шару деревини, так і для зменшення стікання крапель з обробленої деревини наприкінці процесу. Коли цей вакуум скидається, повітря повертається в ємність і клітини поверхні деревини, переносячи із собою частину залишкового консервувального розчину на поверхню деревини. Цей етап може бути замінений або доповнений у разі використання кондиціонування паром для ініціювання сушіння обробленої деревини.
- 6) Кінцеве зливання: під час кінцевого вакуумування консервант, зібраний у ємності для обробки, перекачується назад у робочу ємність.

Свіже повітря часто проходить через резервуар перед вилученням деревини для видалення пари з робочої зони навколо дверей для мінімізації впливу на оператора.

### **Процес обробки креозотом**

Під час обробки деревини креозотом у процесах під тиском (зазвичай у «процесі Рюпінга» або «подвійному процесі Рюпінга») ємність для обробки заливають гарячою просочувальною оливою за температури від 110 °С (деякі повідомлені мінімальні температури 90 °С) до максимум 120°С з підтриманням тиску повітря. Втрати тепла просочувальної оливи в ємності для обробки врівноважують повторним нагріванням до 110 °С ± 10 °С (заміна частин креозоту гарячим креозотом). Температура має підтримуватися протягом усього періоду процесу під тиском.

У простому технологічному циклі Рюпінга перед переходом до фази під тиском може бути здійснений етап термічної обробки. Після встановлення попереднього тиску повітря деревину піддають термічній обробці в умовах попередньо створеного тиску повітря у ванні з просочувальною оливою протягом різних проміжків часу. Термічна обробка підвищує температуру просочувальної оливи (нижча в'язкість) і, отже, покращує проникнення оливи в деревину. На наступному етапі тиск (абсолютний) збільшується як мінімум до 9 барів. Рівень тиску оливи та тривалість періоду тиску оливи визначаються необхідною глибиною проникнення із заболоні до межі серцевини та необхідного ступеня утримування консерванту, а також породою деревини, станом деревини та розмірами деревини. Процес закінчується скиданням тиску в ємності для обробки до атмосферного тиску, поверненням просочувальної оливи в резервуар для зберігання і створенням якомога вищого кінцевого вакууму, який необхідно підтримувати протягом певного проміжку часу [231, Germany 2013].

## **15.2.5 Кондиціонування після обробки та тимчасове зберігання**

### **15.2.5.1 Тимчасове зберігання свіжообробленої деревини**

Після обробки стікання крапель або вимивання консервувального розчину може відбуватися протягом різних проміжків часу залежно від процесу нанесення або використуваного консерванту. Тому деревину, витягнуту з ємності для обробки, зберігають у спеціальних зонах із захисними заходами для уловлювання крапель консервантів та/або для захисту деревини від дощу. Деревина видаляється з цих зон тільки після того, як вона буде вважатися сухою (безкрапельною), або коли консервант зафіксується в деревині.

### **15.2.5.2 Сушіння обробленої деревини**

#### **Консерванти на водній основі**

Просочення під високим тиском водовмісними консервантами підвищує вологість деревини. Після обробки її необхідно знизити до рівня, придатного для галузі кінцевого використання деревини. Сушіння може бути прискорене в разі нещільного штабелювання з належною вентиляцією, шляхом підвищення температури або використання інших засобів, таких як сушіння в печі. Просочення під низьким тиском водовмісними консервантами підвищить рівень вологості тільки в поверхневій зовнішній зоні, і цей ефект зазвичай повністю усувається протягом короткого періоду за допомогою повітряного сушіння [232, WPA 2012].

#### **Консерванти на основі органічних розчинників**

Вміст води не збільшується під час обробки консервантами на основі органічних розчинників. Розчинники випаровуються відносно швидко за наявності достатньої вентиляції та належного повітряного потоку. Більшість видів лісоматеріалів можна використовувати протягом 2–7 днів після обробки, залежно від поглинання консерванту та переважних умов. Іноді пакет обробленої деревини міститиме кілька одиниць із зонами аномально проникної заболоні. Хоча до обробки вони були непомітними, після обробки їх можна побачити, вони мають вигляд смуг темного кольору. Такі одиниці в разі виявлення вилучаються з пакета для тривалого сушіння перед склеюванням, фарбуванням або збиранням [232, WPA 2012].

## Креозот

Креозот використовується в нерозведеному вигляді й отже, не має розчинника-носія для випаровування й тому не «висихає» у звичайному розумінні, але, оскільки він продовжує утримувати рідкий консервант протягом багатьох років, для обробленої креозотом деревини характерно, що креозот може спливати на поверхню, особливо коли деревина піддається впливу сонячного світла [ 232, WPA 2012 ].

### 15.2.5.3 Фіксація парою

Для деревини, обробленої консервантами, що не фіксуються, можна застосовувати фіксацію парою. Деревина поміщається в закрити ємність для обробки (без підвищення тиску) і «промивається» паром. Вентилятори використовуються для циркуляції пари в ємності для обробки, поки не буде досягнуто бажаної фіксації [ 231, Germany 2013 ].

### 15.2.5.4 Зберігання обробленого лісоматеріалу (перед відправленням клієнту)

Після фіксації та/або коли оброблена деревина висихає, її зазвичай видаляють із зони обробки та зберігають до відправлення клієнтам. Деякі заводи доставляють свою продукцію безпосередньо клієнтам («виробництво саме вчасно»). У випадку зберігання, варіанти кінцевого зберігання обробленої деревини/деревних продуктів відрізняються залежно від заводу; на деяких застосовують зовнішнє зберігання без будь-яких спеціальних умов, а на інших зберігають продукцію зовні на ґрунті з твердим покриттям/непроникному ґрунті (зі збиранням поверхневого стоку або без нього). Тоді як на деяких заводах продукти зберігають під дахом, інші використовують пластмасовий захисний матеріал або брезент для захисту дерева/деревних продуктів від дощової води.

## 15.2.6 Просочення гідрофобними речовинами

Одним із варіантів покращення якості деревини є просочення гідрофобними речовинами, такими як оливи, воски або сполуки кремнію. Просочення деревини розплавом натуральних восків та смол або парафінових смол значно підвищує її збережувальність та міцність (на стиск). Заводи цього типу експлуатуються, *серед іншого*, у Німеччині, Австрії, Швеції та Італії [ 230, VDI 2014 ] [ 231, Germany 2013 ] [Заводи SE-2 та IT-2 у [ 236, TWG 2017 ]].

Обробка лляною олією здійснюється на додатковому технологічному етапі після звичайного просочення, відомому як Королівський процес. Після традиційного просочення автоклав наповнюють гарячою (~ 80 °C) пігментованою (або непігментованою) лляною олією і створюють вакуум. На цьому етапі вода, що випаровується з деревини, спрямовується в конденсатор. Процес триває, поки вологість деревини не досягне 18%. Тонкий шар олії залишається на поверхні деревини [Завод SE-2 у [ 236, TWG 2017 ] ] [SE коментар №6 та WEI/EWPM коментар №81 у [ 212, TWG 2018 ]].

## 15.2.7 Очищення обладнання для обробки

Очищення технологічної ємності може бути необхідним етапом у процесі обробки. Технологічні ємності та пов'язані з ними з'єднувальні труби, насоси та фільтри можна очищати лише *на місці*. Вибір очисного обладнання та метод, що використовується, змінюються залежно від форми резервуарів, відповідних систем очищення, ступеня чистоти, якої необхідно досягти, та вимог до якості. Стаціонарні ємності часто очищають за допомогою статичних форсунок, які можна зафіксувати в певному положенні над ємністю, або в очисному каналі.

Зазвичай у таких системах як очищувальне середовище використовується органічний розчинник, який розпилюється під низьким тиском у верхню частину ємності. До інших методів очищення можуть належати фізичні технології з використанням щіток замість форсунок і ручне очищення, що виконується зовні або безпосередньо всередині резервуара. Очищувальними середовищами, відмінними від розчинника, можуть бути каустичні розчини, очищувальні засоби на водній основі та технології абразивного впливу з використанням інертних частинок [ 235, UK DEFRA 2013 ].

Трубопроводи, що з'єднують резервуари, зазвичай очищаються шляхом промивання.

Часто буває важко знайти одну машину, яка може очищати пересувні резервуари всіх форм та розмірів, і в будь-якому випадку необхідно виконувати деяке ручне очищення, зазвичай зовнішньої оболонки резервуара та клапанів.

Фільтри очищаються або *на місці* в межах процесу промивання/очищення труб скребками, або у відкритому ручному режимі під місцевою або загальною витяжною вентиляцією. Метод очищення залежатиме від типу фільтра. Очищення фільтра можна уникнути шляхом використання одноразових фільтрів, які доступні для певного обладнання та придатні для певних продуктів [[235, UK DEFRA 2013](#)].

### 15.2.8 Інші види діяльності на об'єкті

До інших видів діяльності або установок, які можуть бути присутніми на об'єктах для хімічного захисту деревини, але які докладно не розглядаються в цьому ДД НДТМ, належать:

- **Спалювальні установки:** для нагрівання/утворення пари (нагрівання креозоту, фіксація паром тощо)
- **Компресорні станції:** для утворення стисненого повітря для роботи установок для обробки, клапанів та герметизації дверей ємності для обробки під тиском. Установку спроектовано так, щоб забезпечити безпечну роботу під час відключення електроенергії (забезпечити герметичність ємності для обробки).
- **Виробництво електроенергії:** насоси та компресори можуть бути основними споживачами енергії/електроенергії, деякі установки виробляють електроенергію на місці; повідомлялося про приклади генерації електроенергії з використанням сонячних батарей (завод DE 1: 60 000 кВт-год з річного споживання 198 900 кВт-год виробляється сонячними панелями).

### 15.2.9 Управління відходами

Управління відходами передбачає всі види діяльності на об'єкті, пов'язані з мінімізацією відходів, поводженням із відходами та переробкою відходів на об'єкті. Основними принципами для заводів із хімічного захисту деревини є скорочення кількості відходів, що утворюються, особливо шкідливих відходів; розділення шкідливих та нешкідливих відходів; та повторне використання, де це можливо (наприклад, розливи консерванту).

У Таблиці 15.6 наведено деякі приклади варіантів управління.



Таблиця 15.6: Приклади варіантів управління відходами, що утворюються на заводах для хімічного захисту деревини

| Відходи (тип)  | Варіант управління   |
|--|--|
|  | Скорочення (утворюваної кількості)   |
| Забруднені упаковки від пакетів деревини                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Видалення перед обробкою</li> </ul>   |
| Осад/бруд та забруднена тирса                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Розміщення установки в будівлі</li> <li>Вирівнювання поверхонь майданчиків</li> <li>Очищення деревини перед обробкою</li> </ul>   |
| Забруднена дощова вода   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Покриття установки та зони кондиціонування після обробки</li> </ul>   |
| Стікання крапель після обробки                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Нахил пакетів у ємності</li> <li>Оптимізація циклу обробки</li> <li>Залишити у ємності</li> </ul>   |
| Обрізки (потенційно шкідливі відходи)                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Різання лісоматеріалу за розміром перед обробкою</li> </ul>   |
| Хімічні речовини для обробки, втрачені на заводі                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ремонт клапанів із витокком, ущільнювачів дверей, насосів</li> </ul>  |
| Залишок розчину для обробки  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Перевірка варіанту іншого заводу, що використовує цей продукт</li> </ul>  |
|  | <b>Повторне використання</b>   |
| Зібрані краплі, що стекли після обробки                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Повернення в резервуари для зберігання на заводі</li> </ul>   |
| Невикористаний розчин для обробки                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Відновлення наприкінці циклу обробки та повторне використання</li> </ul>  |
| Дерев'яні опори, що використовуються на візках                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Повторне використання/встановлення металевих опор</li> </ul>  |
|  | <b>Переробка/відновлення</b>   |
| Забруднені упаковки/контейнери                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Забезпечення постачання хімічних речовин в упаковці/контейнерах, придатних для переробки, та повернення їх постачальникам хімічних речовин</li> </ul>                   |
| Нешкідливі відходи (наприклад, необроблена деревина, папір, метал) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Розділення компонентів, наприклад, відділення дерева, паперу від металу або від інертних відходів</li> <li>Сортування та збирання до відповідних контейнерів</li> </ul> |
| Відходи необробленої деревини                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Спрямування за межі об'єкта на: відновлення деревного волокна, генерації енергії та компостування</li> </ul>  |
|  | <b>Утилізація</b>  |
| Відходи обробленої деревини  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Безпечна утилізація (уповноваженими компаніями)</li> </ul>  |

Джерело: [ 236, TWG 2017 ]

### 15.2.10 Водокористування та очищення стічних вод

Водокористування та очищення стічних вод передбачає всі види діяльності на об'єкті щодо запобігання утворенню стічних вод, поводження з водними потоками (у тому числі поверхневими стоками) та очищенню стічних вод.

Стічні води можуть утворюватися з технологічної води, поверхневих стоків, а також із води для гасіння пожежі (УЕВН). Узагальнена інформація щодо збору незабруднених дощових вод/поверхневих стоків наведена в Таблиці 15.7, а в Таблиці 15.8 – щодо потенційно забруднених дощових вод/поверхневих стоків.

Таблиця 15.7: Збір незабрудненої дощової води/поверхневих стоків

| Приклад заводу | Тип заводу | Зони, з яких збирається вода                                   | Опис  | Повторне використання води  | Тип скидання  | Моніторинг                   |
|----------------|------------|--|---|---|---|------------------------------|
| DK-2           | WB         | Площа даху та вимощені поверхні                                | Дощова вода з даху та вимощених поверхонь спрямовується в муніципальну установку для очищення стічних вод через каналізаційну систему   | Ні, оскільки в процесі CO <sub>2</sub> не використовується вода                             | Непряме скидання – каналізаційна система, УОВВ                                      | Ні                           |
| DK-1           | WB         | Зона сушіння, дах заводу просочення та складського приміщення  | Через каналізаційну систему   | Приготування розчину для обробки  | ІВ  | ІВ                           |
| UK-1           | WB+C       | Весь об'єкт  | Дренажні системи  | Ні, зібрана вода очищається на УОВВ та скидається   | ІВ  | Так, періодичний відбір проб |
| UK-4           | WB         | Дах цеху обробки та лісопилного заводу                         | Дощова вода збирається у двох резервуарах для зберігання  | Приготування розчину для обробки  | ІВ  | ІВ                           |
| IT-1           | WB         | Усі відкриті зони об'єкта (в тому числі дахи та лінії обробки) | Внутрішня дренажна мережа з двома основними водостічними трубами, що ведуть у муніципальну каналізаційну систему та установку з очищення відпрацьованих вод   | Ні  | Непряме скидання – каналізаційна система, УОВВ                                      | Ні                           |
| SE-2           | WB         | Дахи   | Через труби та збираються в ставі   | Приготування розчину для обробки  | ІВ  | ІВ                           |
| FR-4           | WB         | Вихід із зони обробки/зони фіксації                            | Трубопровід у систему утримання на заводі   | Приготування розчину для обробки  | ІВ  | ІВ                           |
| FR-1           | C          | Покриті зони   | Дощова вода збирається з повністю нової мережі труб   | Частково, повторно використовується лише «технологічна вода» (пара для нагрівання креозоту) | Пряме скидання — поверхневий водний об'єкт  | Ні                           |
| DE-9           | WB+C       | Дахи   | Седиментаційний басейн (шламовловлювач) для видалення пилу (з дахів), потім пряме скидання в канал для зрошення полів   | Не на просочувальному заводі, але для зрошення полів  | Пряме скидання  | ІВ                           |
| DE-5           | C          | Дахи, дороги   | Ведуть у вхідну зону  | Ні  | ІВ  | Ні                           |
| DE-8           | WB+C       | Дахи та поверхневий стік із відкритих зон зберігання           | Зберігання стоків із дахів у сталевому резервуарі з подвійними стінками під землею (прибл. 30 м <sup>3</sup> )<br>Поверхневі стоки з відкритих зон зберігання обробленої деревини перед скиданням очищається в седиментаційному басейні | Поверхневі стоки з дахів повністю використовуються для приготування розчину для обробки     | Пряме скидання (тільки вода з відкритих зон зберігання) – поверхневий водний об'єкт | Ні                           |
| DE-6           | WB         | Дахи та зони без стікання крапель зі свіжообробленої деревини  | Система труб веде в бетонний басейн   | Ні  | Непряме скидання – каналізаційна система, УОВВ                                      | Так                          |
| DE-7           | WB         | Дахи, зберігання сирової деревини                              | Седиментаційний басейн, потім фільтрування  | Ні  | ІВ  | ІВ                           |

|   |      |   |  |  |  |     |
|---|------|---|--|--|--|-----|
| FR-2  | WB+C | Окрема мережа для рекуперації каналізаційних вод. Уся поверхнева вода збирається мережею збору дощової води | Окрема мережа для рекуперації каналізаційних вод | Частково, рециркуляція води з зон фіксації до виходу з автоклавів та зон зберігання під стовпи (обробка після процесів як WB, так і С). Збір у двох ставах Зібрана вода використовується для обробки на водній основі. | Пряме скидання — поверхневий водний об'єкт | Так |
| Примітка:<br>ІВ: Інформація відсутня.<br>Джерело: <a href="#">[ 236, TWG 2017 ]</a> |      |   |  |  |  |     |

Таблиця 15.8: Збір потенційно забрудненої дощової води/поверхневих стоків

| Приклад заводу | Тип заводу | Зони, з яких збирається вода   | Опис   | Аналіз зібраної води  | Повторне використання води        | Очищення  | Моніторинг перед скиданням |
|----------------|------------|--|--|---|-----------------------------------|---|----------------------------|
| DK-1           | WB         | Зона сушіння, установка  | Через каналізаційну систему  | Ні  | Приготування розчину для обробки  | ІВ  | ІВ                         |
| PL-1           | WB+C       | ІВ   | Бетонні резервуари 3x10 м <sup>3</sup>   | Так, компанією з очищення стічних вод   | Ні, утилізується як рідкі відходи | ІВ  | Ні                         |
| UK-1           | WB+C       | Весь об'єкт / вся поверхнева вода  | Дренажні системи   | Так, викиди з УОВВ на об'єкті вимірюються щодо: потоку, Cu, Cr, ПАВ, бензо[a]пірену | Ні, скидання після УОВВ           | ІВ  | Так                        |
| UK-2           | WB         | Уся зона обробки лісоматеріалів  | Вода збирається з зони відстійника на заводі та повторно використовується безпосередньо в процесі змішування   | Ні  | ІВ                                | ІВ  | ІВ                         |
| IT-1           | WB         | (Тільки) відкриті зони на заводі: призначені для промивання/очищення машин для обробки, які є єдиними джерелами скидання промислових стічних вод. Передбачено моніторинг у точці скидання перед змішуванням із водою для побутових потреб/дощовою водою. | ІВ   | ІВ  | ІВ                                | ІВ  | Так                        |
| SE-2           | WB         | Тверді асфальтові поверхні   | Через труби та жолоби в став   | Так, двічі на рік проби води відправляють на аналіз                                 | Приготування розчину для обробки  | ІВ  | ІВ                         |
| SE-1           | WB+C       | Зони зберігання насиченої креозотом тріски   | Зона з асфальтовим покриттям, яка має точки збирання, які ведуть до відстійника та сепараторів оливи   | Так, двічі на рік вода із сепаратора збирається та відправляється на аналіз         | ІВ                                | Очищення на об'єкті   | Так                        |
| FR-3           | WB         | Всередині будівлі для обробки  | Водонепроникна похила підлога, яка відводить воду від обробки назад у відстійник у нижній частині будівлі. Потім відстійник спорожнюється за допомогою всмоктувального насоса в один із резервуарів для обробки. | Ні  | Приготування розчину для обробки  | ІВ  | Ні                         |
| FR-4           | WB         | Вихід із зони обробки/зони фіксації  | Трубопровід у систему утримання на заводі  | Ні  | Приготування розчину для обробки  | ІВ  | ІВ                         |
| FR-1           | C          | Зони з трубами, у яких подається креозот, зона просочення та покриті зони  | Вода збирається з герметизованої зони ґрунту та спрямовується на очисну станцію  | Ні  | ІВ                                | Очищення на об'єкті: фільтр з активованим деревним вугіллям | Ні                         |

|      |      | зони для зберігання обробленої деревини  | системою трубопроводів  |   |                                  | та зворотний осмос                |     |
|------|------|--|---|---|----------------------------------|-----------------------------------|-----|
| DE-9 | WB+C | Вулиці, відкриті зони зберігання просоченої деревини (WB, C), витяжні колії WB                       | Зібрана вода спрямовується в седиментаційний басейн (шламовловлювач), а потім зберігається в цистерні для подальшої рециркуляції в процес на водній основі                        | Ні  | Приготування розчину для обробки | ІВ                                | ІВ  |
| DE-5 | C    | Зона транспортування між будівлею для охолодження та будівлею для складання опірних плит та шпал     | Збирається за допомогою водонепроникної плівки та спрямовується на установку з очищення відпрацьованих вод  | Так, моніторинг установки з очищення відпрацьованих вод | ІВ                               | ІВ                                | Так |
| DE-6 | WB   | Зони, куди оброблений лісоматеріал збирається безпосередньо після розвантаження ємності для обробки  | Непроникний майданчик із твердим покриттям між та поряд із рейками для розвантаження ємності для обробки має нахил у бік зони утримування за ємністю для обробки (збірний піддон) | Ні  | Приготування розчину для обробки | ІВ                                | ІВ  |
| IT-2 | WB   | Непокрите вимощені поверхні та тверді поверхні ґрунту, будівлі, поверхні, непокрита бетонна поверхня | Через труби, що подають воду в збірний резервуар  | Так, періодичний аналіз води                            | ІВ                               | Очищення на об'єкті               | Так |
| DE-7 | WB   | Зберігання просочених деревних продуктів   | Седиментаційний басейн, потім фільтрування. Збирання разом із незабрудненою дощовою водою.  | Ні  | ІВ                               | Очищення на об'єкті, седиментація | Ні  |
| FR-5 | WB   | ІВ   | Збирання розчину для обробки з герметичних поверхонь та зон обробки, після цього перекачування розчину для обробки назад у процес.  | Ні  | Приготування розчину для обробки | ІВ                                | Ні  |
| FR-2 | WB+C | Введення та зберігання   | Став  | Ні  | Приготування розчину для обробки | ІВ                                | ІВ  |

Примітка:

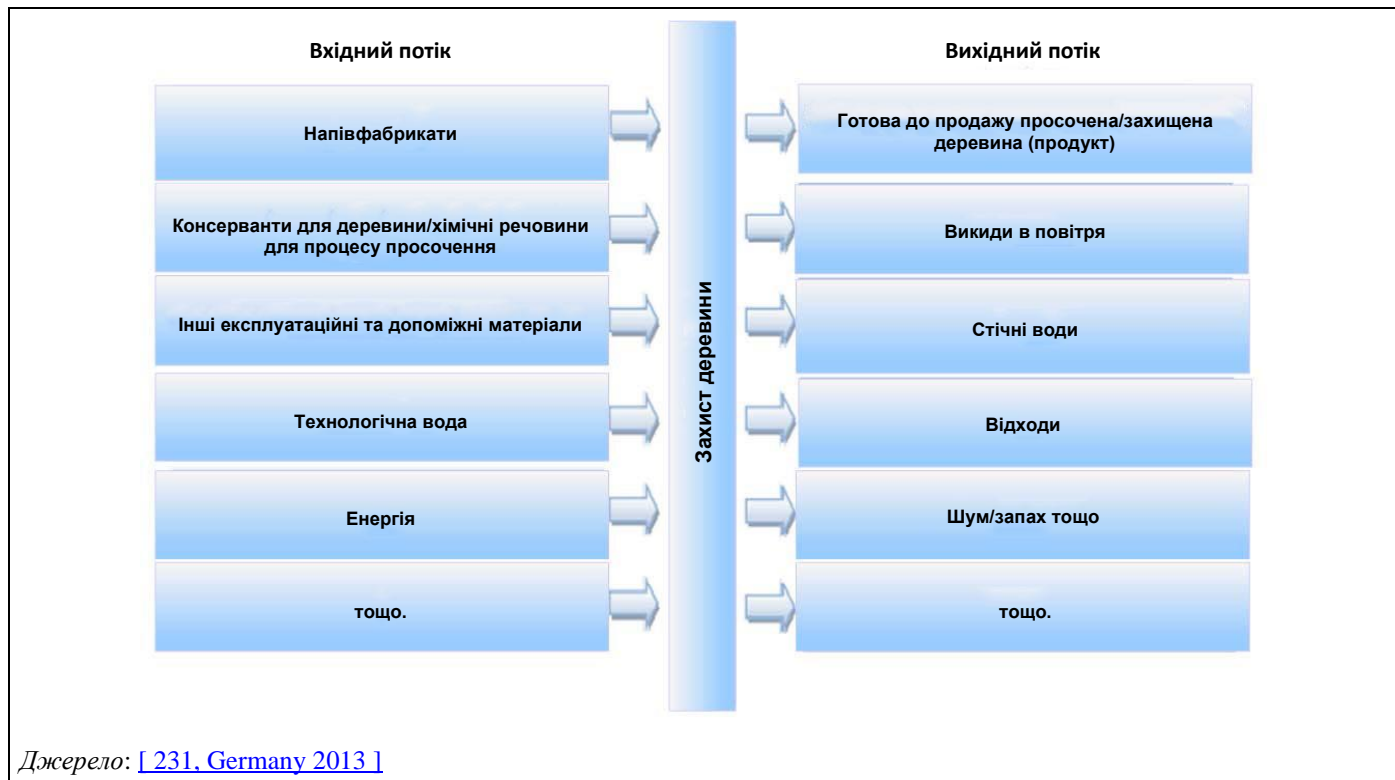
ІВ: Інформація відсутня.

Джерело: [ [236\\_TWG 2017](#) ]

## 15.3 Поточні рівні споживання та викидів від хімічного захисту деревини та деревних продуктів

### 15.3.1 Загальний огляд вхідних та вихідних потоків із заводів для хімічного захисту деревини

На Рисунку 15.11 наведено огляд типових вхідних потоків/споживання та вихідних потоків/викидів для хімічного захисту деревини та деревних продуктів.



**Рисунок 15.11: Типові вхідні та вихідні потоки для заводів із захисту деревини**

До хімічних речовин, що використовуються для захисту деревини, належать біоциди та відповідні «хімічні речовини-носії»: воду, розчинники, CO<sub>2</sub>, а також хімічні речовини, що використовуються для гідроізоляції (наприклад, олії, емульсії), вогнезахисні речовини та хімічні речовини, що використовуються для хімічного облагороджування або гідрофобізації деревини (наприклад, оцтовий ангідрид, фурфуриловий спирт, силікони). Оскільки хімічне облагороджування деревини (ХОД) та гідрофобізація виключені зі галузі застосування цього ДД НДТМ, ці хімічні речовини не розглядаються у наступних розділах. Проте, деяка інформація та дані про ці хімічні речовини можуть бути надані в розділі про перспективні технології, що стосуються ХОД (див. Розділ 19.6.1) та в розділі про гідрофобізацію (див. Розділ 15.2.6).

Огляд типів консервантів для деревини та процес захисту деревини, у якому вони використовуються, наведено в Таблиці 15.9.

Таблиця 15.9: Огляд типів консервантів для деревини та застосовуваних процесів захисту деревини

| Процес захисту деревини |  | Тип використовуваного консерванту для деревини                             |  |
|-------------------------|--|--|--|
| Процеси під тиском      | Процеси обробки під тиском в автоклаві | Процес просочення у вакуумі під тиском                                     | Водорозчинні сольові концентрати   |
|                         |  | Процес змінного тиску  | Водорозчинні сольові концентрати   |
|                         |  | Процес Рюпінга   | Просочувальна олива (креозот) та концентрати емульсії на основі просочувальної оливи (креозот)                       |
|                         |  | Подвійний процес Рюпінга   | Просочувальна олива (креозот) та концентрати емульсії на основі просочувальної оливи (креозот)                       |
|                         | Процеси під низьким тиском             | Подвійний вакуумний процес   | Консерванти на основі розчинника   |
| Процеси без тиску       | Процес занурення                       | Просочення у ванні   | Водорозчинні сольові концентрати та водорозчинні концентрати емульсії  |
|                         |  | Занурення  | Водорозчинні сольові концентрати та водорозчинні концентрати емульсії  |
|                         |  | Обробка в гарячих та холодних ваннах                                       | Просочувальна олива (креозот)  |
|                         | Поверхневі процеси                     | Короткочасне занурення (короткострокове занурення/занурення на певний час) | Готові до використання водні продукти або водорозчинні продукти  |
|                         |  | Затоплення   | Готові до використання водні продукти або водорозчинні продукти, продукти на водній основі у виняткових випадках     |
|                         |  | Розпилювальний тунель  | Водорозчинні сольові концентрати або готові до використання водні розчини солі, переважно комплекси з борною сіллю   |
|                         |  | Розпилення   | Комплекси на водній основі для запобіжної обробки на виробничих заводах; для використання тільки в закритих системах |
|                         |  | Нанесення пензлем  | Готові до використання водорозчинні продукти   |

Джерело: [ 231, Germany 2013 ]

## 15.3.2 Вхідні потоки та споживання

### 15.3.2.1 Споживання деревини

Просочують різні типи деревини з недостатньою або відсутньою природною стійкістю до дереворуїнівних організмів або організмів, що забарвлюють деревину, для конкретної кінцевої галузі використання. З погляду кількості, важливими є такі види, як сосна та ялина. Крім того, використовуються бук, дуб та інші породи дерева.

Тип деревини, що обробляється, впливає на просочуваність, споживання біоциду та/або клас обробки/клас використання, що досягається певною кількістю біоциду або технологіями захисту. Проте інформація, надана під час збору даних, не дає змоги робити будь-які надійні твердження про споживання, залежно від породи деревини або кількості, що обробляється.

### 15.3.2.2 Споживання біоцидів

Консерванти для деревини складаються із засобів, що містять один або декілька біоцидів (активних речовин). Біоциди/біоцидні продукти регулюються Регламентом (ЄС) 528/2012, BPR (Регламент про біоцидні продукти) (скасовує Директиву про біоцидні продукти 98/8/ЄС). Згідно з Регламентом про біоцидні продукти, усі біоцидні продукти потребують дозволу, перш ніж вони можуть бути розміщені на ринку, а активні речовини, що містяться в цьому біоцидному продукті, мають бути попередньо схвалені. Проте із цього принципу є певні винятки. Наприклад, біоцидні продукти, що містять активні речовини, у Програмі огляду можуть бути доступні на ринку і використовуватися (відповідно до національного законодавства) до ухвалення остаточного рішення про затвердження активної речовини (і до 3 років після цього).

Продукти, які містять нові активні речовини, які досі перебувають на етапі оцінювання, також можуть бути допущені на ринок за наявності попереднього дозволу [ 237, ЕСНА 2018 ].

Оскільки дозволені продукти та/або активні речовини можуть змінюватися з часом, цей документ не містить списку дозволених біоцидних продуктів або активних речовин. Натомість читач направляється на актуальний оновлений вебсайт Європейського хімічного агентства – ЕСНА (<https://echa.europa.eu/regulations/biocidal-products-regulation>).

Питоме споживання біоциду на м<sup>3</sup> обробленої деревини, повідомлене під час збору даних для цього ДД НДТМ (2017 р.) для обробки консервантами на водній основі та одного процесу з СО<sub>2</sub>, узагальнено в Таблиці 15.11. Даних щодо захисту деревини засобами на основі розчинників не було повідомлено.

Надані дані не дають змоги отримати детальні відомості щодо певних активних речовин або хімічних компонентів біоцидних продуктів, але неповний огляд інгредієнтів типів біоцидних продуктів, що використовуються на заводах, які брали участь у зборі даних, наведено в Таблиці 15.10.

**Таблиця 15.10: Неповний огляд інгредієнтів типів біоцидних продуктів, що використовуються на заводах, що брали участь у зборі даних щодо хімічного захисту деревини у 2017 р.**

| Тип біоцидного продукту | Приклади інгредієнтів  |
|-------------------------|--|
| a                       | - Дигідроксокарбонат міді,<br>- 2-Аміноетанол,<br>- Четвертинні амонієві сполуки<br>- Хлорид бензалконію, ципроконазол   |
| b                       | - Мідь,<br>- Четвертинні амонієві сполуки<br>- Борна кислота   |
| c                       | - Гідроксидкарбонат міді<br>- N,N-дидецил-N-метилполі(оксиетил)амонію пропіонат  |
| d                       | - Карбонат міді,<br>- 2-Аміноетанол,<br>- Борна кислота,<br>- Тебуконазол, пропіконазол,<br>- Поліетиленімін<br>- Органічні кислоти та поверхнево-активні речовини |
| e                       | - Пропіконазол, тебуконазол, перметрин   |
| f                       | - Пропіконазол, тебуконазол  |
| g                       | - Біс-N-(циклогексил-діазенійдіокси)мідь,<br>- Гідроксидкарбонат міді<br>- Борна кислота,<br>- 2-Аміноетанол   |
| h                       | - Перметрин, пропіконазол  |

Джерело: [ 236, TWG 2017 ]



Таблиця 15.11: Повідомлене питоме споживання біоциду для обробки консервантами на водній основі (звітний період 2014-2016 рр.)

| Приклад заводу | Процес                       | Товари   | Клас проникнення (EN 351) | Клас використанн<br>я        | Питоме споживання біоцидного продукту (кг/м <sup>3</sup> ) | Тип біоцидного продукту |
|----------------|------------------------------|--|---------------------------|------------------------------|--|-------------------------|
| DK-2           | Процес під тиском (автоклав) | Зовнішні стіни та столярні вироби, стовпи  | IB                        | UC 2<br>UC 3                 | 1  | f                       |
| DK-1           | Процес під тиском (автоклав) | Зовнішні стіни та столярні вироби, стовпи  | IB                        | UC 1<br>UC 2<br>UC 3<br>UC 4 | 8 (для UC 3)16 (для UC 4)                                  | d                       |
| PL-1           | Процес під тиском (автоклав) | Стовпи   | NP 5                      | UC 4                         | 8,94–13,69   | g                       |
| UK-1           | Процес під тиском (автоклав) | Стовпи, шпали, опори, бруси огорожі / дошки для настилу  | NP 3NP 5NP 6              | UC 3<br>UC 4                 | 18,31–28,38*   | IB                      |
| UK-4           | Процес під тиском (автоклав) | Бруси огорожі/дошки для настилу, опори, шпали, зовнішні стіни та столярні вироби, прогони  | IB                        | UC 1<br>UC 2<br>UC 3<br>UC 4 | 3,52   | a                       |
| SE-2           | Процес під тиском (автоклав) | Бруси огорожі/дошки для настилу  | NP 5NP 2                  | UC 3<br>UC 4<br>UC 2         | 2,28-3,08  | a, d, g                 |
| SE-3           | Процес під тиском (автоклав) | IB   | NP 1NP 5                  | UC 1<br>UC 3<br>UC 4         | 6,74–8,64  | a, b                    |
| FR-3           | Занурення                    | Внутрішні будівельні лісоматеріали   | NP 1                      | UC 2                         | 0,309–0,322*   | год                     |
| FR-4           | Процес під тиском (автоклав) | Внутрішні столярні вироби, внутрішні будівельні лісоматеріали, зовнішні стіни та столярні вироби, бруси огорожі/дошки для настилу, опори, стовпи | NP 5NP 3                  | UC 4<br>UC 3                 | 7,5*   | IB                      |
| DE-6           | Процес під тиском (автоклав) | Стовпи, шпали, опори   | NP 5NP 4NP 3 Інші         | UC 4<br>UC 3                 | 14,5   | g, c                    |
| FR-5           | Занурення                    | Внутрішні будівельні лісоматеріали   | NP 1                      | UC 2                         | 1,005–1,034  | IB                      |
| FI-1           | Процес під тиском (автоклав) | Зовнішні стіни та столярні вироби, бруси огорожі/дошки для настилу, стовпи   | NP 5                      | UC 3<br>UC 4                 | 0,8*   | g                       |
| FR-2           | Процес під тиском (автоклав) | Зовнішні стіни та столярні вироби, бруси огорожі/дошки для настилу, стовпи   | NP 5                      | UC 4                         | 8,5–8,9*   | c                       |

\* Розраховано на основі повідомлених даних.

Примітка:

IB: Інформація відсутня.

Джерело: [ 236, TWG 2017 ]

### 15.3.2.3 Споживання креозоту

Креозоти – це фракції, що є продуктом дистилювання, що складаються з безлічі хімічних сполук. Вони поділяються на три типи (типи А, В та С згідно з EN 13991) з різним тиском пари. Згідно з ДПВ, фракція креозоту, тиск парів якої перевищує значення 0,01 кПа за температури 293,15 К, вважається ЛОС. ЛОС є низькокиплячою фракцією креозоту [\[ 148, COM 2009 \]](#).

Використання креозоту обмежене деревиною для зовнішнього використання з особливими вимогами (контакт із землею), наприклад, опорами, стовпами, огорожами або шпалами (Директива 76/769/ЄЕС) у зв'язку з його класифікацією як канцерогенної речовини Категорії 2 через вміст у ньому бензо(а)пірену. Згідно з Директивою 2001/90/ЄС, якщо креозот містить менше ніж 0,005% (за масою) бензо(а)пірену й менше ніж 3% (за масою) екстрагованих водою фенолів, його можна використовувати, але тільки на промислових установках або професіоналами. Тому креозот типу А, який тепер може містити від 0,005% до 0,05%, а раніше містив до 0,1% бензо(а)пірену, заборонений у ЄС [\[ 148, COM 2009 \]](#).

Креозот типу В зараз є найбільш широко використовуваним консервантом для деревини на основі олії із середнім вмістом ЛОС 20% і менше ніж 0,005% бензо(а)пірену.

Креозот типу С зі значно зниженим вмістом ЛОС (~ 2%) та вмістом бензо(а)пірену менше ніж 0,005% має високу в'язкість та високу температуру кристалізації. Тому необхідно, щоб зона зберігання та система просочування обігрівалися. Переваги полягають у зменшенні поширення запаху та зменшенні схильності деревини до випотівання [\[ 148, COM 2009 \]](#).

Для просочення 1 м<sup>3</sup> деревини потрібно від 40 кг до 150 кг креозоту [\[ 148, COM 2009 \]](#).

Деякі дані прикладів для заводів із використанням креозоту, які застосовують обробку під тиском або обробку в гарячих та холодних ваннах, надані в дослідженні НДТМ, поданому Німеччиною, і наведено в Таблиці 15.12 нижче. Як можна побачити, споживання креозоту в процесах під тиском та без тиску може відрізнитися. Тоді як у гарячих та холодних ваннах просочується тільки поверхня деревини, а не весь діаметр, глибина проникнення в процесах під тиском значно більша, ніж у процесах без тиску. Процеси, що використовуються для просочення, та їхня ефективність залежать від специфікацій продукту. Класифікацію утримування та проникнення консерванту визначено у відповідному стандарті (тобто EN 351-1).

**Таблиця 15.12: Зразкові дані за заводами з обробки креозотом**

| Дані заводу   | Одиниця вимірювання | Діапазон для процесу обробки в гарячих та холодних ваннах     | Діапазон для процесів під тиском   |
|---|---------------------|---|--|
| Використовувані консерванти   |                     | Просочувальна олива (Сорти В та С відповідно до DIN EN 13991) | Просочувальна олива (Сорти В та С відповідно до DIN EN 13991)  |
| Об'єм циліндра або резервуара для обробки                           | м <sup>3</sup>      | 10–15   | 20–100   |
| Споживання просочувальної оливи <sup>(1)</sup>                      | кг/год              | 15–18   | 34–116<br>(наприклад, для дерев'яних опор або елементів огорожі)<br><br>58–211<br>(для залізничних шпал)   |
| Кількість лісоматеріалів, що проходять через систему <sup>(2)</sup> | м <sup>3</sup> /год | 0,16–0,21<br>(для оброблених елементів)                       | 0,5–0,9<br>(наприклад, для дерев'яних опор або елементів огорожі)<br><br>1,5–2,4<br>(для залізничних шпал) |

(1) Зазначене споживання просочувальної оливи стосується обсягу деревини, який може бути оброблений протягом 24 годин, і залежить, серед інших факторів, від процесу просочення та породи деревини.

(2) Зазначена кількість лісоматеріалів, що проходять через систему, стосується обсягу деревини, який може бути оброблений протягом 24 годин, і залежить, серед інших факторів, від процесу просочення та породи деревини.

Джерело: [ 231, Germany 2013 ]

Питоме споживання креозоту (тобто, споживання креозоту на м<sup>3</sup> обробленої деревини), повідомлене під час збору даних для цього ДД НДТМ (2017 р.) для обробки під тиском, узагальнено в Таблиці 15.13. Для процесів без тиску дані не були повідомлені.

**Таблиця 15.13: Повідомлене питоме споживання креозоту для обробки креозотом під тиском (звітний період 2014–2016 рр.)**

| Завод | Товари  | Породи деревини, що обробляються           | Тип креозоту | Клас проникнення (EN 351) | Клас використання | Споживання креозоту (кг/м <sup>3</sup> ) |
|-------|---|--|--------------|---------------------------|-------------------|--|
| PL-1  | Шпали, дерев'яні опори                                  | Бук, сосна, дуб                            | В, С         | NP 5                      | UC 4              | 85–94                                    |
| UK-1  | Стовпи, шпали, опори, бруси огорожі / дошки для настилу | Сосна, псевдотсуга Мензіса, модрина, ялина | ІВ           | NP 5                      | UC 4              | 141–213 (1)                              |
| SE-1  | Стовпи, опори, шпали                                    | Сосна                                      | В            | NP 5                      | UC 4              | 91–101                                   |
| FR-1  | Шпали   | Дуб  | С            | NP 5                      | UC 4              | 33–36                                    |
| DE-5  | Шпали   | Бук, дуб                                   | С            | NP 6, NP 4                | UC 4              | 77–89                                    |
| FR-2  | Стовпи  | Ялина                                      | В            | NP 4                      | UC 4              | 141–163                                  |

(1) Розраховано на основі повідомлених даних. Верхнє значення діапазону здається нетипово високим у порівнянні зі 141 кг/м<sup>3</sup> та 143 кг/м<sup>3</sup>, зареєстрованими в інші роки.

Примітка:

ІВ: Інформація відсутня.

Джерело: [ 236, TWG 2017 ]

### 15.3.2.4 Споживання води

Вода використовується для приготування розчину для обробки в процесі захисту деревини консервантами на водній основі, для генерації пари для сушіння деревини, для фіксації порою і для нагрівання креозоту.

Питоме споживання води, повідомлене під час збору даних для цього ДД НДТМ (2017 р.) для заводів із захисту деревини консервантами на водній основі, узагальнено в Таблиці 15.14.

**Таблиця 15.14: Повідомлене питоме споживання води на процеси обробки на водній основі за 2014–2016 рр.**

| Завод   | Питоме споживання води<br>(м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> обробленої деревини) |
|---|--|
| DK-1  | 0,308  |
| PL-1  | 0,316–0,331  |
| UK-2 (Лінія 1)  | 0,100–0,127  |
| UK-2 (Лінія 2)  | 0,012  |
| UK-3  | 0,012  |
| SE-2  | 0,131–0,136  |
| SE-3  | 0,168–0,190  |
| SE-1  | 0,357–0,360  |
| FR-3  | 0,022–0,027*   |
| FR-4 (Лінія 1)  | 0,299–0,300*   |
| FR-4 (Лінія 2)  | 0,069–0,07*  |
| FI-1  | 0,365–0,372*   |
| DE-6  | 0,300  |
| FR-5  | 0,017–0,018  |
| DE-9  | 0,04   |
| UK-4  | 0,126*   |
| * Розраховано на основі повідомлених даних.<br>Джерело: [ 236, TWG 2017 ] |  |

### 15.3.2.5 Споживання розчинника

Консерванти на основі розчинника містять приблизно 5% активних інгредієнтів (інсектицидів, фунгіцидів або водовідштовхувальних засобів) та 95% органічного розчинника.

Сьогодні використовуються звані КЛОП – консерванти на основі легких органічних розчинників. У цих консервантах органічні розчинники, такі як уайт-спірит або інші вуглеводні на основі нафти, використовуються як розчинники для перенесення активних інгредієнтів (наприклад, фунгіцидів, інсектицидів, водовідштовхувальних засобів) у деревину. Уайт-спірит складається переважно (> 80%) з вуглеводнів C<sub>9</sub>-C<sub>11</sub> (аліфатичних, аліциклічних та ароматичних); решта переважно складається з вуглеводнів C<sub>7</sub>-C<sub>8</sub> та C<sub>12</sub> [ 148, COM 2009 ].

Жоден завод з обробки на основі розчинників не брав участь у зборі даних для перегляду цього ДД НДТМ. Отже, дані про споживання розчинника такими заводами з хімічного захисту деревини не можуть бути надані.

Завод для обробки на водній основі та завод із використанням надкритичного CO<sub>2</sub> [Завод DK-2 у [ 236, TWG 2017 ] ] надали інформацію про споживання розчинника, хоча й без пояснення того, для чого використовуються розчинники. Завод для обробки на водній основі повідомив про питоме споживання органічних розчинників 0,033 кг/м<sup>3</sup> обробленої деревини; більшу частину цієї кількості (95%) складає монометиловий ефір дипропіленгліколю, решту — оцтова кислота. Завод із використанням CO<sub>2</sub> повідомив про питоме споживання розчинника 0,8 кг/м<sup>3</sup> обробленої деревини, переважно гліколевого ефіру.

Варто зазначити, що біоцидні продукти, що використовуються для процесу захисту деревини на водній основі, можуть містити деякі розчинники, але жодної конкретної інформації або даних не надано.

### 15.3.2.6 Споживання інших хімічних речовин для просочення

Якщо підсилювальні засоби, що використовуються під час гідрофобізації деревини, містять або водні емульсії, або розплави засобів гідрофобізації, то в цьому процесі не очікується відповідних викидів. Проте наразі дані спеціалізованих досліджень недоступні.

Якщо використовуються рідкі органічні засоби гідрофобізації (наприклад, парафіни), необхідно враховувати особливі аспекти щодо ЛОС [ 230, VDI 2014 ] [ 231, Germany 2013 ].

### 15.3.2.7 Споживання допоміжних матеріалів

Оливи та мастила використовуються в хімічному захисті деревини в дуже невеликих кількостях [ 231, Germany 2013 ].

### 15.3.2.8 Споживання енергії

Споживання енергії заводом для хімічного захисту деревини залежить від типу заводу та застосовуваного(-их) процесу(-ів). ТРГ визначила споживання енергії та ефективність процесів із креозотом та автоклавами як основну екологічну проблему (ОЕП). Було прийняте рішення включити до збору інформації та даних споживання енергії (загальне споживання та питоме споживання/споживання на виробництво у кВт-год/м<sup>3</sup> деревини/деревного продукту) та енергоефективність разом із відповідною контекстуальною інформацією (включно з використовуваними межами процесу). Проте із цих питань було надано дуже мало даних.

У Таблиці 15.15 наведено огляд даних щодо питомого споживання енергії, повідомленого під час збору даних щодо хімічного захисту деревини у 2017 р. Як правило, енергія використовується для створення тиску/вакууму під час обробки, нагрівання консервувального розчину, системи очищення відхідних газів і транспортування/завантаження деревини.

**Таблиця 15.15: Повідомлене питоме споживання енергії на захист деревини (звітний період 2014–2016 рр.)**

| Завод | Питоме споживання енергії<br>(кВт-год/м <sup>3</sup> обробленої<br>деревини) |
|-------|--|
| DK-2  | 20   |
| PL-1  | 9,75–10,69   |
| UK-3  | 0,7–1,1  |
| IT-1  | 12,5–20,5  |
| IT-2  | 91,04  |
| SE-2  | 39–61  |
| SE-3  | 8,3–9,6  |
| DE-5  | 143,2–177,1  |
| DE-6  | 25   |

Джерело: [ 236, TWG 2017 ]

### 15.3.3 Вихідні потоки та викиди

#### 15.3.3.1 Загальний огляд викидів

На Рисунок 15.12 продемонстровані можливі викиди від заводів для хімічного захисту деревини.

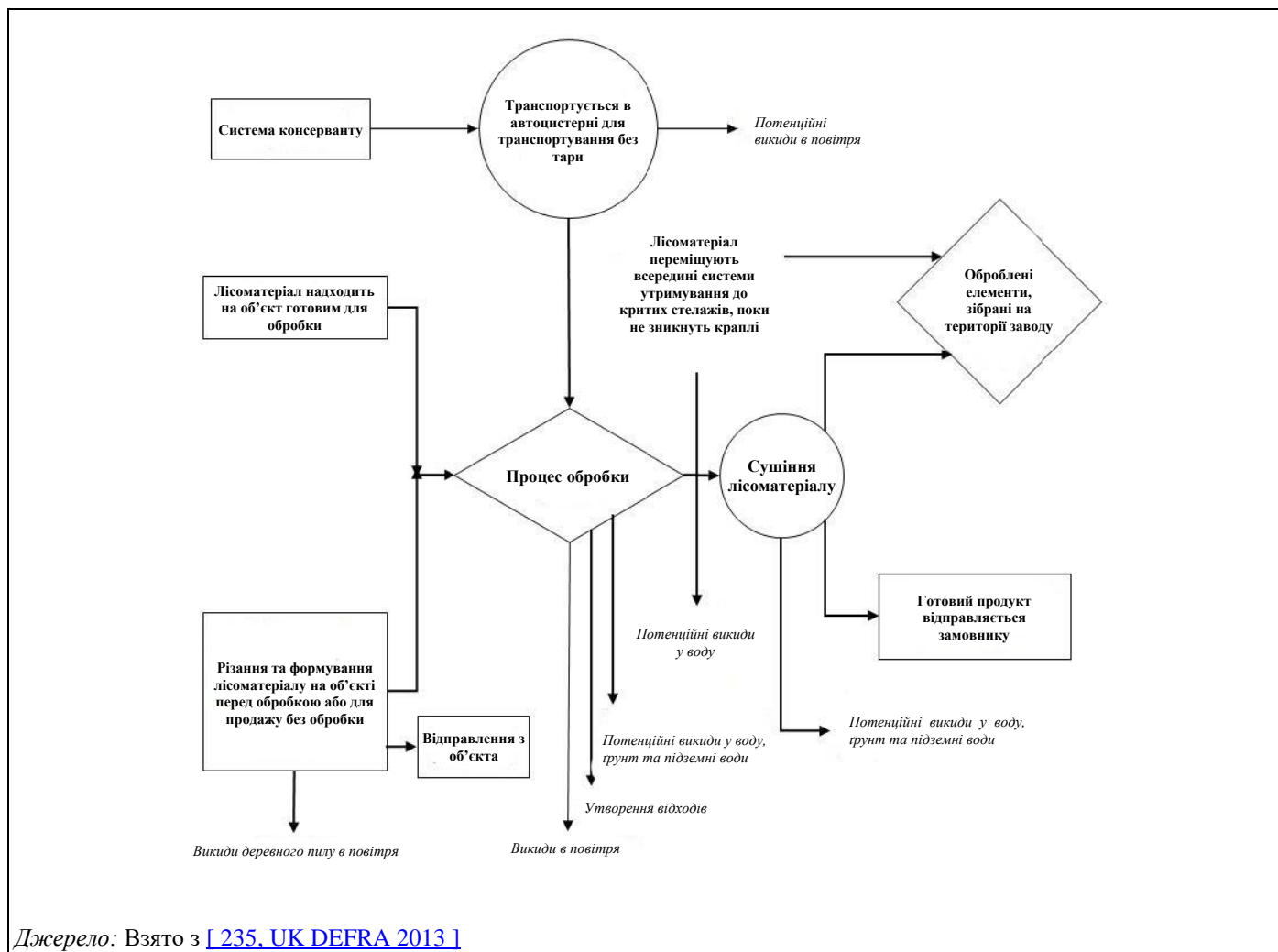


Рисунок 15.12: Схема типової установки для захисту деревини, що демонструє споживання та викиди

#### 15.3.3.2 Викиди в ґрунт та підземні води

Консерванти, що застосовуються в цій галузі, за своєю природою є екоотоксичними. Ця галузь промисловості має досвід використання CO<sub>2</sub> та/або PBT-речовин. Ця галузь є значним джерелом деяких CO<sub>2</sub>, як-от ПАВ та ПХФ. Викиди ПАВ від використання креозоту мають важливе значення. У 1999 р. повідомлялося, що на процес захисту деревини припадає 30% загальних викидів CO<sub>2</sub> у ЄС-15 [ 99, UKHSE 2006 ] [ 100, EEA 1999 ].

Хоча використання та викиди цих речовин скоротилися через збільшення змін законодавства та в галузі, такі речовини, як креозот та мідні солі, досі використовуються.

Перехід до менш шкідливих для здоров'я людини речовин (для виробництва та нанесення) призвів до використання таких речовин, як піретроїди (наприклад, перметрин). Вони можуть мати високу токсичність у водному середовищі.

Усі хімічні речовини (розчинники, креозот, активні речовини/біоциди, добавки, засоби гідрофобізації, вогнезахисні речовини тощо), що використовуються в процесі захисту деревини, несуть ризик потрапляння в ґрунт і, зрештою, у підземні води як випадкові викиди з технологічного процесу. Хімічні речовини, які більше не використовуються, також можуть викидатися в підземні води, якщо на об'єкті є забруднений ґрунт від попередніх робіт на заводі хімічного захисту деревини.

Інформація про потенційні забруднювальні речовини та параметри, які контролюються в ґрунті та/або підземних водах, яка була надана під час збору даних щодо хімічного захисту деревини у 2017 р., узагальнена в Таблиці 15.24 та Таблиці 15.25.

### **15.3.3.3 Викиди у воду**

Як правило, стічні води можуть утворюватися у вигляді поверхневих стоків, випадкових викидів (крапель або розливів) хімічних речовин, які використовуються для захисту деревини та води для гасіння пожежі. Будь-яка хімічна речовина (або її компоненти), що використовується в процесі захисту деревини, може бути забруднювальною речовиною, присутньою в стічних водах.

Узагальнена інформація про викиди у воду від заводів із хімічного захисту деревини, надана під час збору даних щодо хімічного захисту деревини у 2017 р., наведена в Таблиці 15.16. Інформацію про застосовувані технології очищення відпрацьованих вод див. у Розділі 15.4.10.

Таблиця 15.16: Викиди у воду від заводів для хімічного захисту деревини

| Завод | Параметр (одиниця вимірювання)           | Періодичність моніторингу | Рік  | Сер.                   | Макс.              |
|-------|--|---------------------------|------|------------------------|--------------------|
| UK-1  | Cu (мг/л)                                | ІВ                        | 2016 | 0,017                  | ІВ                 |
| UK-1  | Cr (мг/л)                                | ІВ                        | 2016 | < 0,002                | ІВ                 |
| UK-1  | ПАВ (мг/л)                               | ІВ                        | 2016 | 0,059                  | ІВ                 |
| UK-1  | Бензо[а]пірен (мг/л)                     | ІВ                        | 2016 | < 0,01                 | ІВ                 |
| SE-1  | Cu (мг/л)                                | 2/р.                      | 2016 | 0,47                   | ІВ                 |
| SE-1  | Cr (мг/л)                                | 2/р.                      | 2016 | 0,0129                 | ІВ                 |
| SE-1  | ПАВ (мг/л)                               | 2/р.                      | 2016 | 0,009                  | ІВ                 |
| SE-1  | Бензо[а]пірен (мкг/л)                    | 2/р.                      | 2016 | 0,0135                 | ІВ                 |
| SE-1  | НОІ [оливи] (мг/л)                       | 2/р.                      | 2016 | 0,1495                 | ІВ                 |
| SE-1  | As (мг/л)                                | 2/р.                      | 2016 | 0,0148                 | ІВ                 |
| SE-1  | ПАВ канцерогенні (мкг/л)                 | 2/р.                      | 2016 | 0,165                  | ІВ                 |
| SE-1  | Cu (мг/л)                                | 2/р.                      | 2015 | 0,12                   | ІВ                 |
| SE-1  | Cr (мг/л)                                | 2/р.                      | 2015 | 0,0022                 | ІВ                 |
| SE-1  | ПАВ (мг/л)                               | 2/р.                      | 2015 | 0,013                  | ІВ                 |
| SE-1  | Бензо[а]пірен (мкг/л)                    | 2/р.                      | 2015 | 0,01                   | ІВ                 |
| SE-1  | НОІ [оливи] (мг/л)                       | 2/р.                      | 2015 | 0,201                  | ІВ                 |
| SE-1  | As (мг/л)                                | 2/р.                      | 2015 | 0,0058                 | ІВ                 |
| SE-1  | ПАВ канцерогенні (мкг/л)                 | 2/р.                      | 2015 | 0,064                  | ІВ                 |
| SE-1  | Cu (мг/л)                                | 2/р.                      | 2014 | 0,101                  | ІВ                 |
| SE-1  | Cr (мг/л)                                | 2/р.                      | 2014 | 0,0016                 | ІВ                 |
| SE-1  | ПАВ (мг/л)                               | 2/р.                      | 2014 | 0,022                  | ІВ                 |
| SE-1  | Бензо[а]пірен (мкг/л)                    | 2/р.                      | 2014 | 0,034                  | ІВ                 |
| SE-1  | НОІ [оливи] (мг/л)                       | 2/р.                      | 2014 | 0,11                   | ІВ                 |
| SE-1  | As (мг/л)                                | 2/р.                      | 2014 | 0,0053                 | ІВ                 |
| SE-1  | ПАВ канцерогенні (мкг/л)                 | 2/р.                      | 2014 | 0,5                    | ІВ                 |
| DE-5  | Cu (мг/л)                                | ІВ                        | 2016 | 1. 0,29<br>2. 0,23     | 1. 0,38<br>2. 0,24 |
| DE-5  | Cr (мг/л)                                | ІВ                        | 2016 | 1. < 0,01<br>2. < 0,01 | ІВ                 |
| DE-5  | ПАВ (мг/л)                               | 1/р.                      | 2016 | 81,8                   | ІВ                 |
| DE-5  | Бензо[а]пірен (мкг/л)                    | 1/р.                      | 2016 | < 0,01                 | ІВ                 |
| DE-5  | НОІ [оливи] (мг/л)                       | ІВ                        | 2016 | 1. < 5<br>2. < 5       | ІВ                 |
| DE-5  | Найменш леткі ліпофільні речовини (мг/л) | ІВ                        | 2016 | 1. 18,8<br>2. 14,4     | 1. 31<br>2. 39     |
| DE-5  | Фенольний індекс (мг/л)                  | ІВ                        | 2016 | 1. 1,28<br>2. 0,77     | 1. 1,7             |
| DE-5  | ХСК (мг/л)                               | ІВ                        | 2016 | 1. 600<br>2. 281       | 1. 630             |

Джерело: [ 236, TWG 2017 ]

### 15.3.3.4 Викиди в повітря

Викиди в повітря можуть виникати в результаті процесів на основі розчинників і захисту деревини з використанням креозоту через леткі сполуки в консервантах (наприклад, ЛОС, ПАВ, запах, речовини CMR, речовини SVHC) або в разі обробки відхідних газів шляхом термічного окиснення (NO<sub>x</sub> та CO).

Аерозольні частинки (консервантів) можуть викидатися від усіх типів консервантів для деревини (WB, SB та C) під час розпилення консервантів або на виході з вакуумних насосів, якщо частина консервувального розчину вилучається.

Нагрівання просочувальних хімічних речовин, як-от олива або віск, може призвести до викиду органічних сполук у повітря.



Викиди в повітря від транспортних засобів (перевезення деревини на об'єкті) вважаються не пов'язаними з процесами хімічного захисту деревини та мають другорядне значення.

### 15.3.3.4.1 Викиди в повітря від процесу захисту деревини за допомогою засобів на основі розчинника та креозоту

#### Викиди ЛОС

Основним джерелом викидів є розчинник, що міститься в застосовуваних речовинах. Розчинники, що залишаються в деревині після повного висихання, випаровуються протягом тривалого часу. Неорганізовані викиди виникають на етапах поводження, нанесення та сушіння. Проте більшість викидів відбувається в процесі сушіння.

На рівні ЄС-25 у 2000 р. (відповідно до моделі RAINS) викиди НМЛОС склали 54,9 кт, що становить 0,5% від загального обсягу викидів НМЛОС (загальний розрахунковий викид у ЄС-15 склав 47,5 кт/рік у 1990 р.). Загальний обсяг обробленої деревини в галузі становив 11,5 мільйона м<sup>3</sup>, а середній коефіцієнт викидів становив близько 4,8 кг НМЛОС/м<sup>3</sup>, що означає, що викиди з цього сектору вже частково було скорочено в ЄС-25 (коефіцієнт викидів без заходів скорочення становить 19,8 кг/м<sup>3</sup>, див. Таблицю 15.17). Внесок у загальні викиди ЛОС у ЄС-15 значно варіювався від країни до країни [91, EGTEI 2005].

Варіанти скорочення викидів ЛОС унаслідок первинних (у процесі) та вторинних (наприкінці виробничого циклу) заходів були оцінені на європейському рівні. Наявні дані за 2005 р. взяті з великої референтної установки EGTEI [91, EGTEI 2005]:

- обсяг деревини, що підлягає обробці: 5 000 м<sup>3</sup>/рік;
- вхідний потік розчинника: 99 т/рік;
- години повного навантаження: 6 000 год/рік;
- швидкість потоку: 22 200 м<sup>3</sup>/год.

Таблиця 15.17: Коефіцієнти викидів (КВ) за замовчуванням для захисту деревини, ефективність боротьби з викидами та витрати для кожної комбінації

| КПЗ<br>(Код первинного<br>заходу) (див.<br>Таблицю 15.18) | КВЗ<br>(Код<br>вторинного<br>заходу) (див.<br>Таблицю 15.19) | КВ НМЛОС<br>(кг/м <sup>3</sup> ) |
|---|--|----------------------------------|
| 00  | 00   | 19,80                            |
| 00  | 01   | 7,30                             |
| 00  | 02   | 7,30                             |
| 01  | 00   | 16,60                            |
| 01  | 01   | 6,10                             |
| 01  | 02   | 6,10                             |
| 02  | 00   | 11,00                            |
| 03  | 00   | 0,25                             |
| 04  | 00   | 0,15                             |

Примітка:  
КВ: Коефіцієнти викидів.  
Джерело: [91, EGTEI 2005]

Таблиця 15.18: Захист деревини: Первинні заходи боротьби з викидами

| КПЗ<br>(Код первинного заходу) | Опис   |
|--------------------------------|--|
| 00                             | 100% консерванти на основі розчинника, звичайні технології нанесення (занурення, нанесення пензлем, розпилення)  |
| 01                             | 100% консерванти на основі розчинника, вдосконалена технологія нанесення (вакуумна система нанесення консерванту)  |
| 02                             | Оптимізація процесу на 100% більш концентровані консерванти на основі розчинника, вдосконалена технологія нанесення (вакуумна система нанесення консерванту) |
| 03                             | 100% консерванти на водній основі, звичайні технології нанесення (занурення, нанесення пензлем, розпилення)  |
| 04                             | 100% консерванти на водній основі, вдосконалена технологія нанесення (вакуумна система нанесення консерванту)  |

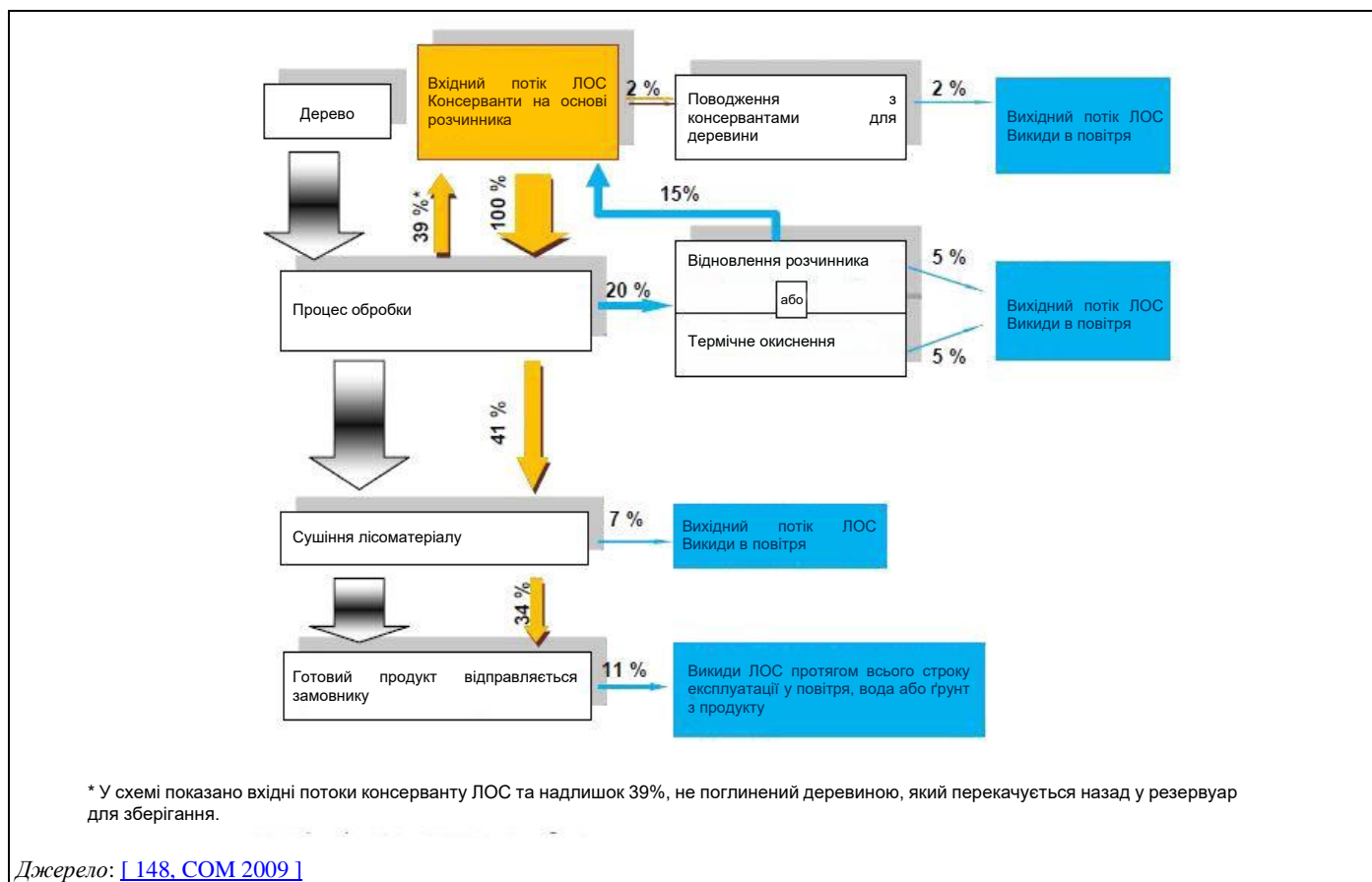
Джерело: [ 91, EGTEI 2005 ]

Таблиця 15.19: Захист деревини: Вторинні заходи боротьби з викидами

| КВЗ<br>(Код вторинного заходу) | Опис                                |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 00                             | Без вторинного заходу               |
| 01                             | Термічне окиснення                  |
| 02                             | Адсорбція та відновлення розчинника |

Джерело: [ 91, EGTEI 2005 ]

Схема на Рисунку 15.13 ілюструє етапи процесу просочення деревини з використанням продуктів на основі розчинника й демонструє, де можуть утворюватися викиди ЛОС. Вона також дає інформацію про відсоток розчинника, який викидається в результаті кожного процесу або залишається в продуктах. У випадку використання креозоту схема виглядає аналогічно, але відновлення розчинника неможливе.



**Рисунок 15.13: Типові вхідні та вихідні потоки ЛОС у процесах просочення деревини з використанням консервантів на основі розчинників**

Приблизно третина розчинника, що залишається в деревині після сушіння на заводі із захисту деревини, із часом випаровується, а інші дві третини залишаються в деревині протягом строку її експлуатації.

Під час збору даних щодо хімічного захисту деревини у 2017 році [236, TWG 2017] була надана інформація про викиди ЛОС із семи заводів, які застосовують обробку креозотом. Дані були надані щодо викидів ЗЛОВ (в  $\text{мг С/Нм}^3$ ) або викидів ЛОС (у  $\text{мг/Нм}^3$ ). Діапазон викидів, повідомлений для ЗЛОВ, склав від  $1,00 \text{ мг С/Нм}^3$  до  $154,9 \text{ мг С/Нм}^3$ . Один завод, який не застосовує жодної технології обробки ЛОС, повідомив про результати вимірювань для етапів завантаження й розвантаження автоклава в діапазоні від  $13,64 \text{ мг С/Нм}^3$  до  $106,52 \text{ мг С/Нм}^3$ . Заводи, які застосовують технології обробки, як-от термічний окисник, адсорбція та скрубер, повідомили про результати вимірювань у діапазоні  $1\text{--}22 \text{ мг С/Нм}^3$  (в якому верхнє значення належить до максимального значення вимірювань у 2004 році). Для одного з цих заводів (DE-5) докладна інформація, повідомлена щодо вимірювань, показує, що на основі восьми окремих вимірювань для різних етапів процесу обробки креозотом (тобто вивантаження та завантаження деревини, період під тиском, завантаження ємності креозотом – заливання – відновлення креозоту, нагрівання креозоту, створення вакууму в ємності, період вакуумування), повідомляються результати вимірювань у діапазоні від  $0,8 \text{ мг/Нм}^3$  до  $6,9 \text{ мг/Нм}^3$ . Для іншого заводу, що використовує конденсацію як метод усунення забруднення довкілля, середні значення викидів у діапазоні від  $49,7 \text{ мг С/Нм}^3$  до  $154,9 \text{ мг С/Нм}^3$  були повідомлені для двох автоклавів. Один завод, що спалює відхідні гази заводу, що використовує обробку креозотом, разом із незабрудненими відходами деревини в котлі на біомасі, повідомив про значення ЛОС в діапазоні від  $144,2 \text{ мг/Нм}^3$  до  $258,1 \text{ мг/Нм}^3$  (без інформації про рівень кисню у відпрацьованому газі котла на біомасі). Інформація про викиди ЛОС у повітря від заводів із використанням креозоту, надана під час збору даних щодо хімічного захисту деревини у 2017 р., продемонстрована на Рисунку 15.14. Не було надано жодної інформації про викиди ЛОС від заводів з обробки на основі розчинників.

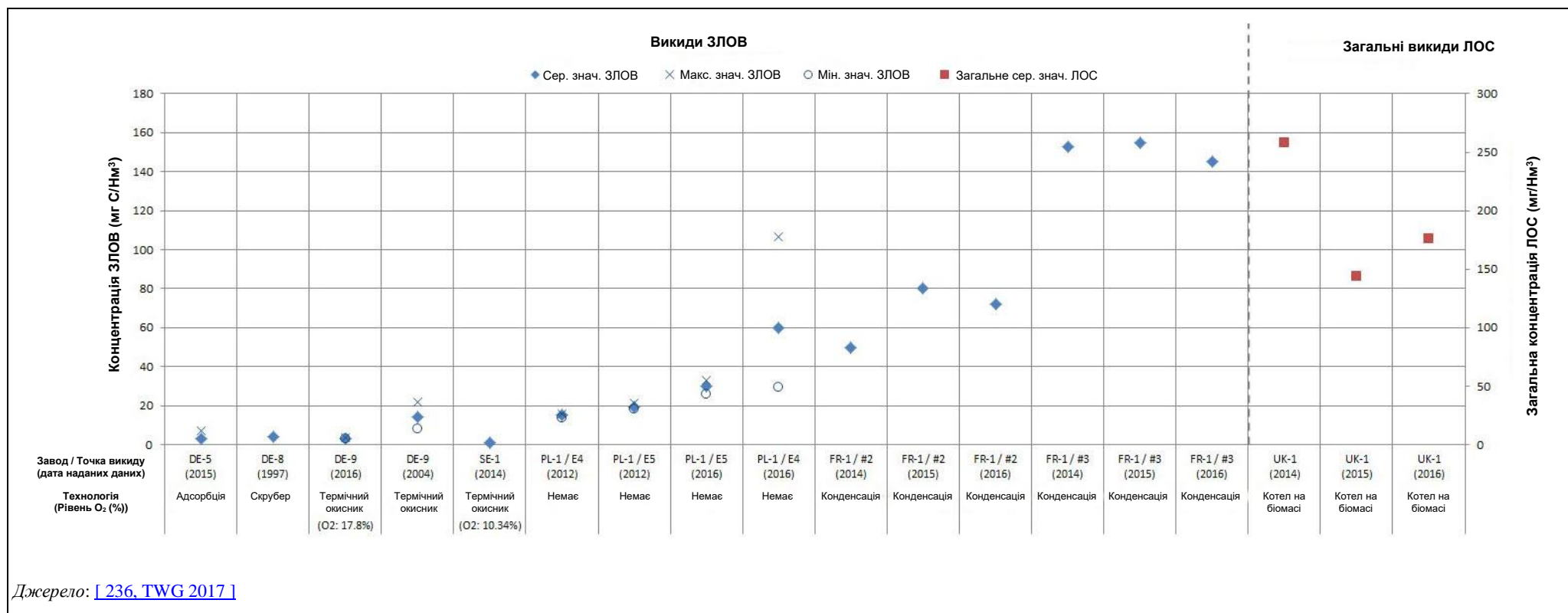


Рисунок 15.14: Повідомлені викиди ЛОС у відпрацьованих газах від заводів із використанням креозоту

## ПАВ

Під час збору даних щодо хімічного захисту деревини у 2017 році [236, TWG 2017] була надана інформація про викиди ПАВ, нафталіну та бензо[а]пірену з п'яти заводів, які застосовують обробку креозотом. Повідомлені значення викидів ПАВ перебувають у діапазоні від  $< 1$  мг/Нм<sup>3</sup> до 85,1 мг/Нм<sup>3</sup> (з одним повідомленим екстремальним значенням 206,6 мг/Нм<sup>3</sup>). Зведення даних на Рисунок 15.15 показує, що заводи, які застосовують методи усунення забруднення довкілля становлять нижню границю діапазону, де чотири заводи повідомляють значення 0,2 мг/Нм<sup>3</sup> та 1,38 мг/Нм<sup>3</sup> (для скрубера) та 1 мг/Нм<sup>3</sup> (за 10,5% рівня О<sub>2</sub> для термічного окисника) і до 11,1 мг/Нм<sup>3</sup> (для спалювання в котлі на біомасі, без інформації про рівні О<sub>2</sub>). Один завод, що повідомляє про значення ПАВ (для двох точок викидів) і застосовує конденсацію як метод усунення забруднення довкілля, показує явно вищий діапазон викидів, що починається з 53,8 мг/Нм<sup>3</sup>. Щодо нафталіну, два заводи із системою боротьби з викидами, що надали дані (один з адсорбцією, інший зі скруберами), повідомили про значення 1,2 мг/Нм<sup>3</sup> і  $< 1,9$  мг/Нм<sup>3</sup>, тоді як завод, що застосовує конденсацію як систему боротьби з викидами, повідомляє про діапазон 42,3–56,6 мг/Нм<sup>3</sup> (з одним екстремальним значенням 109,4 мг/Нм<sup>3</sup>, що відповідає тому ж вимірюванню, що й пікове значення для ПАВ вище).

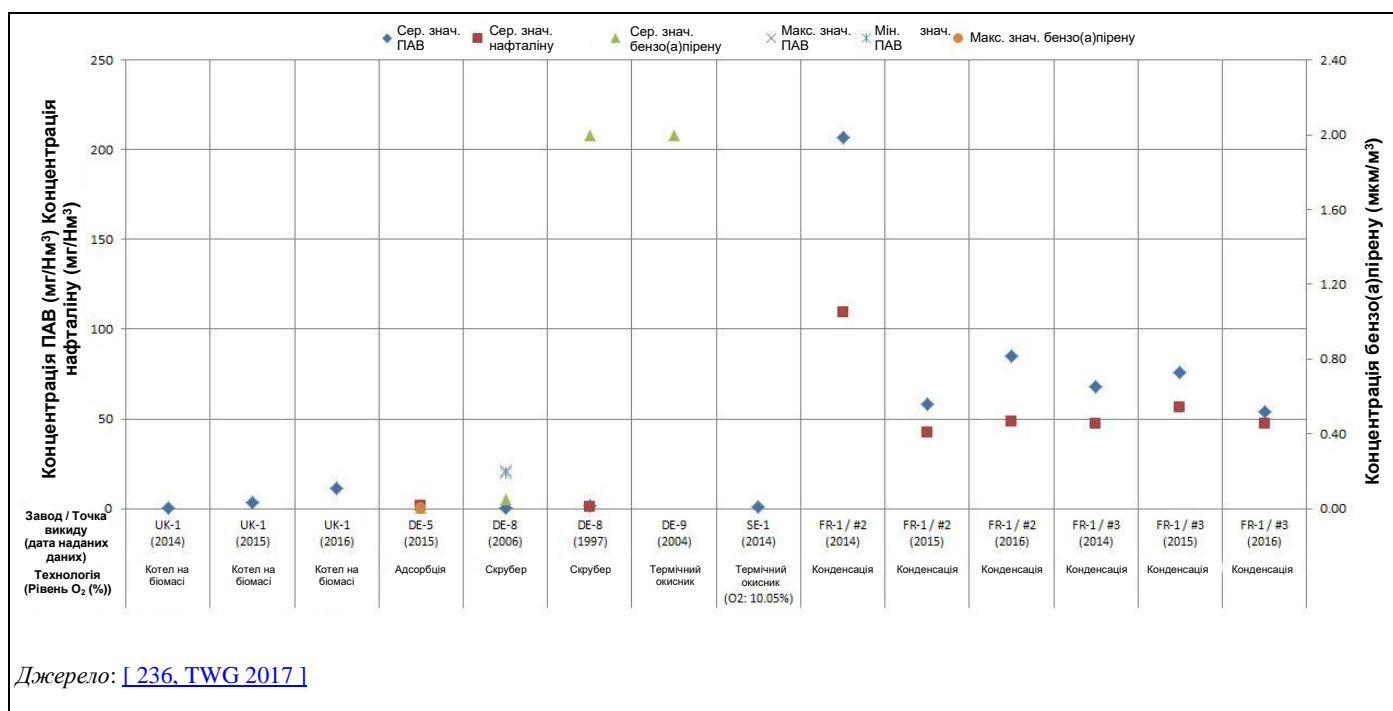


Рисунок 15.15: Повідомлені викиди ПАВ, нафталіну та бензо[а]пірену у відпрацьованих газах від заводів із використанням креозоту

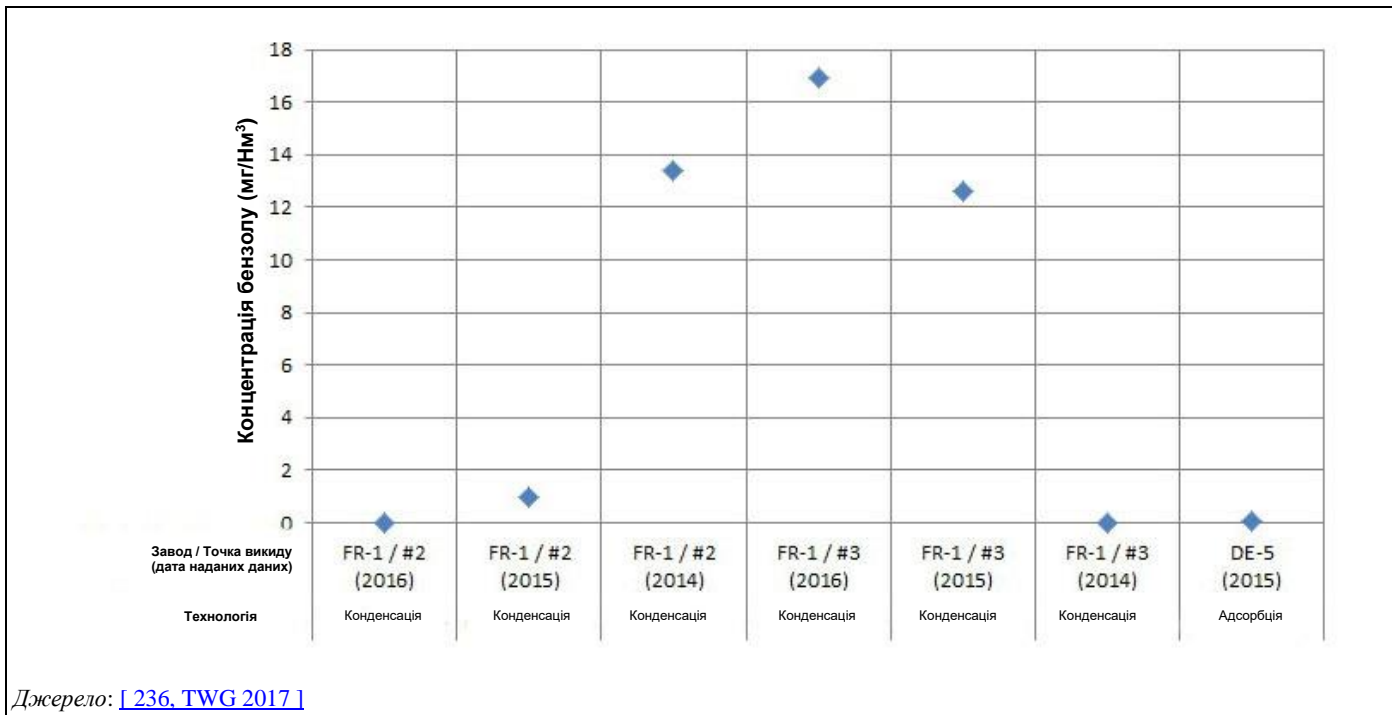
Під час стартової наради ТРГ дійшла висновку про включення неконтрольованих викидів ПАВ у збір інформації та даних. Проте жодної інформації про неорганізовані викиди ПАВ не було надано.

### (Інші) речовини CMR

Під час стартової наради ТРГ визначила викиди речовин CMR у повітря як ОЕП для заводів з обробки на основі розчинника (SB) та креозотів. Інформація щодо заводів з обробки SB надана не була.

Два заводи з використанням креозоту надали інформацію про викиди бензолу (див. Рисунок 15.16). Значення становили 0,06 мг/Нм<sup>3</sup> для заводу зі встановленою системою адсорбції та варіювалися від нуля до 16,9 мг/Нм<sup>3</sup> для заводу (для двох точок викидів), що застосовує конденсацію як метод усунення забруднення довкілля.

Один завод також повідомив дані про викиди фенолу; значення, виміряне у 2015 р., було  $< 0,032$  мг/Нм<sup>3</sup>.



**Рисунок 15.16: Повідомлені викиди бензолу у відпрацьованих газах від заводів із використанням креозоту**

Під час стартової наради ТРГ дійшла висновку про включення неконтрольованих викидів бензолу в збір інформації та даних. Проте жодної інформації про неорганізовані викиди бензолу не було надано.

#### Викиди NO<sub>x</sub> та CO

Викиди NO<sub>x</sub> та CO не виникають у результаті самого процесу захисту деревини, але можуть бути актуальними для заводів, які застосовують термічне окиснення або інші процеси спалювання для зменшення викидів ЛОС у відпрацьованих газах.

Два заводи з використанням креозоту, які брали участь у зборі інформації, з термічними окисниками надали дані про значення викидів NO<sub>x</sub> та CO (див. Рисунок 15.17). Викиди NO<sub>x</sub> варіюються від 35 мг/Нм<sup>3</sup> до 686 мг/Нм<sup>3</sup> (для верхнього значення діапазону повідомляється рівень O<sub>2</sub> 11,9%) з відповідними рівнями CO 158 мг/Нм<sup>3</sup> та 464 мг/Нм<sup>3</sup> відповідно. Також повідомлялося про нижчі значення CO (49 мг/Нм<sup>3</sup> та 312 мг/Нм<sup>3</sup>)

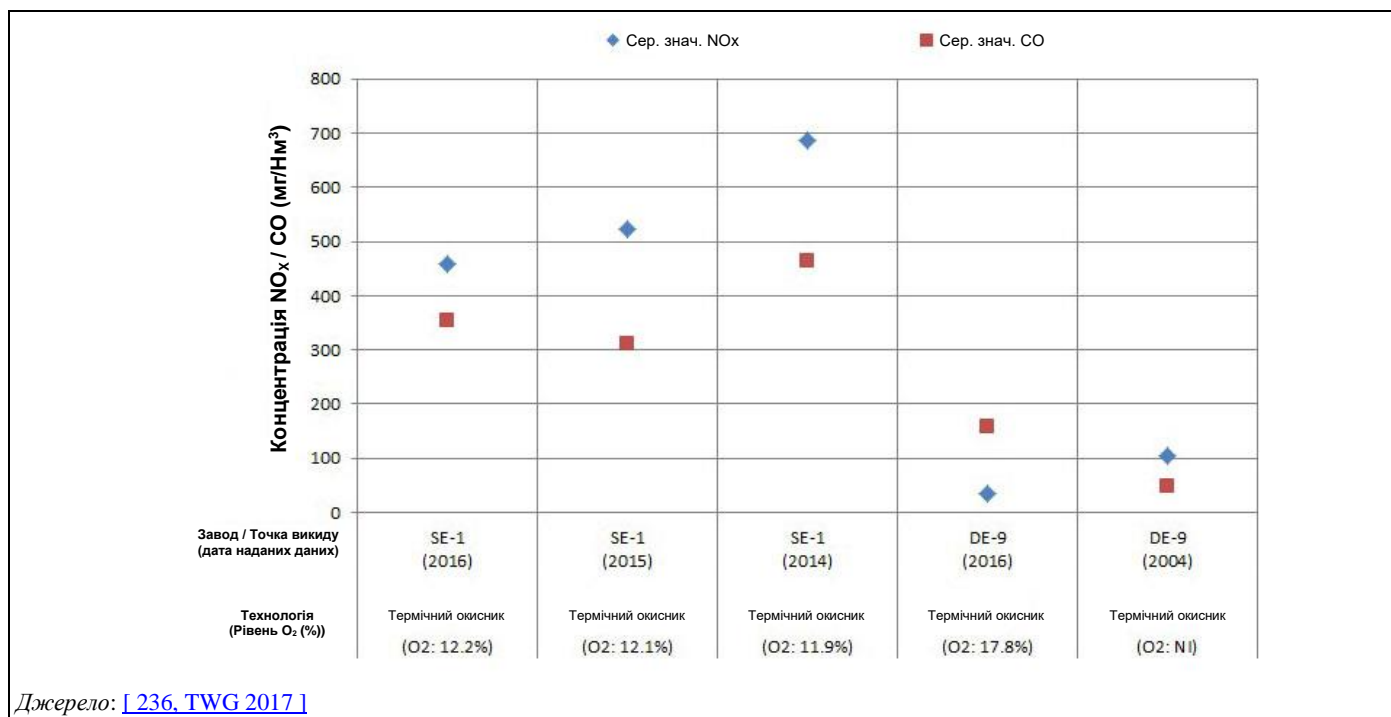


Рисунок 15.17: Повідомлені викиди NO<sub>x</sub> та CO у відпрацьованих газах від заводів із використанням креозоту

#### Запах

Під час стартової наради ТРГ дійшла висновку, що запах разом із викидами в атмосферу є ОЕП для заводів, які застосовують обробку консервантами на основі розчинників та креозотом. Проте жодної інформації про запах не було надано.

Під час збору даних щодо хімічного захисту деревини у 2017 році [ 236, TWG 2017 ] інформації щодо заводів, що працюють на основі розчинників, не було надано.

#### 15.3.3.4.2 Інші викиди в повітря від хімічного захисту деревини та деревних продуктів

##### Аерозольні частинки

Викиди аерозольних частинок і пари в повітря в результаті процесів без тиску й під тиском (в тому числі від ємності для обробки, дверей циліндра, технологічного резервуара, вентиляційних отворів робочого резервуара тощо) були визначені на стартовій нараді як ОЕП для сектору хімічного захисту загалом, але дані не були надані.

Деякі аерозольні частинки утворюються на останніх етапах процесу обробки під тиском, особливо наприкінці періоду кінцевого вакуумування та повернення внутрішнього тиску в ємності для обробки назад до атмосферного тиску [ 243, EOS 2016 ].

#### 15.3.3.5 Утворення відходів

До відходів, що утворюються на заводах з обробки лісоматеріалів, можуть належати:

- надлишковий консервувальний розчин;
- осад та сміття з резервуарів;
- тирса та інші матеріали, які використовувалися для вбирання розливів;
- надлишкові контейнери, які досі містять залишки продукту;
- невикористовуване обладнання (до очищення);
- забруднений ґрунт / пил / бруд.

Інформація про типи та кількість утворюваних відходів, яка була надана під час збору даних щодо хімічного захисту деревини у 2017 р., узагальнена в Таблиці 15.20.

**Таблиця 15.20: Питомі значення утворення відходів на основі повідомлених типів та кількостях відходів від хімічного захисту деревини та деревних продуктів**

| Завод | Тип відходів   | Питоме утворення відходів (кг/м <sup>3</sup> обробленої деревини) |       |       |                                      |
|-------|--|---|-------|-------|--------------------------------------|
|       |  | 2014  | 2015  | 2016  | Середнє значення за трирічний період |
| DK-2  | Осад із системи відновлення  | 0,248   | 0,143 | 0,115 | 0,152                                |
| DK-1  | Осади від очищення   | -   | -     | 0,233 | 0,233                                |
| PL-1  | Пічна зола, деревна упаковка, мінеральна моторна, трансмісійна та мастильна оливи, сорбенти, фільтрувальні матеріали, оливні фільтри, електричне та електронне обладнання, що було в експлуатації, забруднена деревина, пластмасова упаковка, зношені шини | 0,732   | 0,216 | 0,075 | 0,344                                |
| UK-1  | Оброблений лісоматеріал, елементи, забруднені консервантами, шкідливі відходи, абсорбенти, осад з УОВВ   | 4,18  | 2,91  | 4,81  | 3,96                                 |
| UK-3  | Виробничі залишки, пластмасова упаковка, відходи пошкодженої деревини  | 0,544   | 0,529 | 0,635 | 0,559                                |
| IT-2  | Осади, пакувальні матеріали, адсорбенти, фільтрувальні матеріали, використані шини, мінеральні оливи, інші емульсії, розчинники та суміші розчинників  | 81,16   | 25,31 | 29,33 | 44,45                                |
| SE-2  | Осади від очищення, елементи, забруднені розчинниками  | 0,025   | 0,034 | 0,074 | 0,045                                |
| SE-3  | Пил та осади від очищення  | 0,059   | -     | -     | 0,059                                |
| SE-1  | Осади від очищення   | -   | 0,035 | 0,454 | 0,251                                |
| FR-3  | Осади та сміття з резервуарів та процесу обробки   | 0,024   | -     | -     | 0,024                                |
| FR-4  | Шкідливі відходи від очищення  | 0,021   | 0,018 | 0,015 | 0,018                                |
| FR-1  | Відпрацьовані води, тверді відходи від очищення, відпрацьована олива   | 20,13   | 10,57 | 9,16  | 12,99                                |
| FI-1  | Оброблена деревина, пластмаса, тирса   | 8,58  | 8,48  | 9,66  | 8,90                                 |
| DE-9  | Залишки обробленої деревини  | 3,545   | 3,545 | 3,545 | 3,545                                |
| DE-5  | Розливи, осади, шкідливі відходи від очищення  | 3,821   | 5,832 | 4,459 | 4,731                                |
| DE-6  | Осади від процесу обробки  | 0,118   | 0,105 | 0,105 | 0,109                                |
| DE-8  | Оброблена деревина та забруднені залишки (пил)   | -   | -     | 0,513 | 0,513                                |
| FR-5  | Осади  | 0,009   | -     | -     | 0,009                                |
| FR-2  | Оброблена деревина   | 0,025   | -     | 0,023 | 0,024                                |

Примітка:

Для заводу PL-1 повідомлені такі додаткові категорії відходів: 12,7 кг/м<sup>3</sup> тирси за 2014 рік та 4,25 кг/м<sup>3</sup> забрудненої води за 2016 рік.

Для заводу IT-2 повідомлені такі додаткові категорії відходів: 20,1 кг/м<sup>3</sup> дерев'яної упаковки в середньому за період 2014–2016 рр.

Для заводу FR-1 повідомлені такі додаткові категорії відходів: 4,02 кг/м<sup>3</sup> та 49,29 кг/м<sup>3</sup> ґрунту, забрудненого креозотом, за 2015 та 2016 роки відповідно.

Джерело: [ 236, TWG 2017 ]



## 15.4 ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ ДЛЯ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВНИХ ПРОДУКТІВ

### 15.4.1 Системи екологічного менеджменту (СЕМ)

#### Опис

Формальна система для демонстрації відповідності екологічним цілям.

#### Технічний опис

Директива визначає «технології» (під визначенням «найкращі доступні технології») як «використовувану технологію, так і способи проектування, будівництва, технічного обслуговування, експлуатації та виведення з експлуатації установки».

У цьому відношенні система екологічного менеджменту (СЕМ) – це метод, що дає операторам установок змогу систематично й наочно розв'язувати екологічні проблеми. СЕМи найбільш ефективні та дієві там, коли вони становлять невіддільну частину загального управління та експлуатації установки.

СЕМ фокусує увагу оператора на екологічній ефективності установки; зокрема шляхом застосування чітких робочих процедур як для нормальних, так і для відмінних від нормальних умов експлуатації, а також шляхом визначення відповідних галузей відповідальності.

Усі ефективні СЕМ включають концепцію постійного вдосконалення, що означає, що екологічне управління є безперервним процесом, а не проектом, який зрештою закінчується. Існують різні проекти процесів, але більшість СЕМ ґрунтуються на циклі «планування–виконання–перевірки–вживання заходів» (який широко використовується в інших контекстах управління компанією). Цикл є ітеративною динамічною моделлю, у якій завершення одного циклу перетікає в початок наступного (див. Рисунок 15.18).

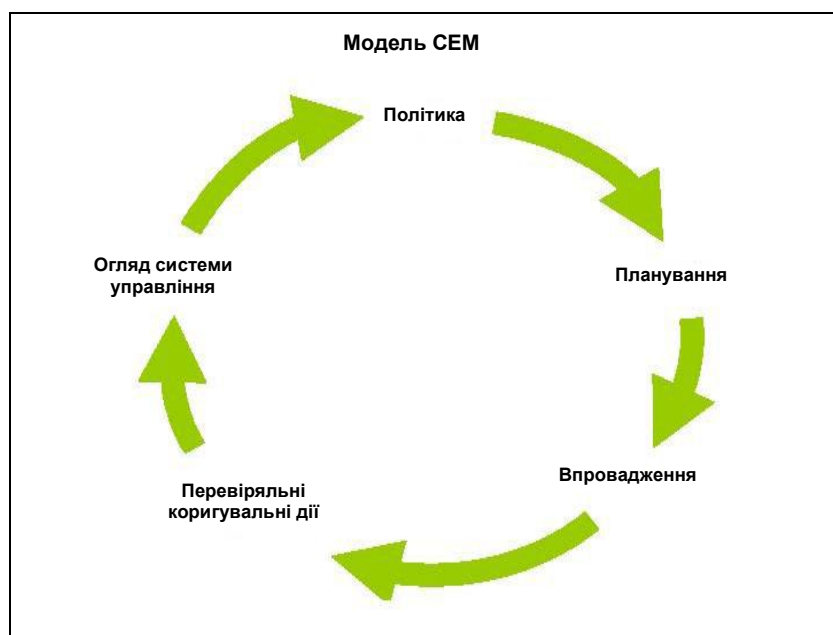


Рисунок 15.18: Постійне вдосконалення в моделі СЕМ

СЕМ може набувати форми стандартизованої або нестандартизованої («адаптованої») системи. Впровадження та дотримання міжнародно визнаної стандартизованої системи, такої як EN ISO 14001, може підвищити довіру до СЕМ, особливо за умови проведення належним чином зовнішньої перевірки. Схема екологічного менеджменту та аудиту Європейського Союзу (EMAS) відповідно до Регламенту (ЄС) №1221/2009 забезпечує додаткову довіру завдяки взаємодії з громадськістю через висновок про стан довкілля та механізм забезпечення дотримання застосовного законодавства з охорони довкілля. Проте, нестандартизовані системи в принципі можуть бути такими ж ефективними за умови, що вони належним чином розроблені та впроваджені.

У той час як стандартизовані системи (EN ISO 14001 або EMAS), так і нестандартизовані системи в принципі застосовні до організацій, у цьому документі застосовується більш вузький підхід, що не передбачає всі види діяльності організації, наприклад, щодо їхніх продуктів та послуг, у зв'язку з тим, що Директива регулює лише установки/заводи.

СЕМ може містити такі елементи:

- i. відданість, лідерство та відповідальність керівництва, у тому числі найвищого керівництва, за впровадження ефективної СЕМ;
- ii. аналіз, який передбачає визначення контексту організації, визначення потреб та очікувань зацікавлених сторін, визначення характеристик установки, пов'язаних із можливими ризиками для довкілля (або здоров'я людини), а також застосовних вимог законодавства, що стосуються довкілля;
- iii. розвиток екологічної політики, що передбачає постійне підвищення екологічної ефективності установки;
- iv. встановлення цілей та показників результативності щодо значущих екологічних аспектів, у тому числі забезпечення відповідності застосовним вимогам законодавства;
- v. планування та впровадження необхідних процедур та дій (у тому числі, за необхідності, коригувальних та превентивних дій) для досягнення екологічних цілей та уникнення екологічних ризиків;
- vi. визначення структур, ролей та відповідальності щодо екологічних аспектів та цілей, а також забезпечення необхідних фінансових та людських ресурсів;
- vii. забезпечення необхідної компетентності та обізнаності персоналу, чия робота може впливати на екологічну ефективність установки (наприклад, шляхом надання інформації та навчання);
- viii. внутрішній та зовнішній зв'язок;
- ix. заохочення залучення персоналу до передової практики екологічного менеджменту;
- x. створення та ведення посібника з менеджменту та письмових процедур із контролю за діяльністю, що має значний вплив на довкілля, а також ведення відповідних записів;
- xi. ефективне оперативне планування та контроль технологічного процесу;
- xii. впровадження відповідних програм технічного обслуговування;
- xiii. протоколи готовності до аварійних ситуацій та реагування на них, у тому числі попередження та/або пом'якшення несприятливого впливу (на довкілля) надзвичайних ситуацій;
- xiv. під час (пере)проектування (нової) установки або її частини врахування її впливу на довкілля протягом усього строку її експлуатації, до якого належить будівництво, технічне обслуговування, експлуатація та виведення з експлуатації;
- xv. реалізація програми моніторингу та вимірювань; у разі необхідності інформацію можна знайти в Довідковому звіті про моніторинг викидів у повітря та воду з установок, на які поширюється дія ДПП;
- xvi. виконання зіставного аналізу сектору на регулярній основі;
- xvii. періодичний незалежний (де це можливо) внутрішній аудит та періодичний незалежний зовнішній аудит для оцінювання екологічної ефективності та визначення того, чи відповідає СЕМ запланованим заходам і, чи правильно вона впроваджена та підтримується;

- xviii. оцінка причин невідповідностей, вживання коригувальних заходів у відповідь на невідповідності, огляд ефективності коригувальних заходів та визначення наявності або потенційного виникнення подібних невідповідностей;
- xix. періодична перевірка СЕМ та її відповідності сучасним вимогам, адекватності та ефективності вищим керівництвом;
- xx. слідування та враховування розвитку більш екологічних технологій.

Спеціально для хімічного захисту деревини НДТМ також полягають у введенні в СЕМ наступних елементів:

- i. Стежити за останніми розробками щодо біоцидних продуктів та пов'язаного з ними законодавства (наприклад, дозвіл на продукти відповідно до Регламенту про біоцидні продукти) з метою використання найбільш екологічно безпечних процесів.
- ii. Включення балансу маси розчинника для обробки на основі розчинника та креозоту.
- iii. Ідентифікація та перелік усього технічного обладнання та обладнання для боротьби з викидами, важливого з екологічної точки зору (несправність якого може мати вплив на довкілля). Перелік критично важливого обладнання постійно оновлюється.
- iv. Включення планів щодо запобігання та контролю витоків та розливів, у тому числі керівні принципи управління відходами, що утворюються в результаті контролю розливів.
- v. Реєстрація випадкових витоків та розливів, а також плани вдосконалення (контрзаходи).

#### **Досягнуті екологічні переваги**

СЕМ сприяє та підтримує постійне вдосконалення екологічної ефективності установки. Якщо установка вже має хороші показники загальної екологічної ефективності, СЕМ допомагає оператору підтримувати високий рівень ефективності.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Інформацію не надано.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Не повідомлено. Систематичний аналіз первинних впливів на довкілля та можливостей для вдосконалення в контексті СЕМ закладає основу для оцінки найкращих рішень для всіх компонентів довкілля.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Компоненти, описані вище, зазвичай можуть застосовуватися до всіх установок, що охоплюються цим документом. Рівень деталізації та ступінь формалізації СЕМ будуть пов'язані з характером, масштабом та складністю установки, а також діапазоном впливу на довкілля, який вона може мати.

#### **Економічні аспекти**

Важко точно визначити витрати та економічні переваги від впровадження та підтримки належної СЕМ. Існують також економічні переваги, які є результатом використання СЕМ і вони дуже відрізняються залежно від сектору.

Зовнішні витрати, пов'язані з верифікацією системи, можна оцінити за рекомендаціями Міжнародного форуму з акредитації [ [250, IAF 2010](#) ].

#### **Стимул до впровадження**

Стимули для впровадження СЕМ:

- покращений рівень екологічної ефективності;
- покращене розуміння екологічних аспектів компанії, яке може бути використане для виконання екологічних вимог клієнтів, регулювальних органів, банків, страхових компаній або інших зацікавлених сторін (наприклад, людей, які живуть або працюють поблизу установки);
- покращена основа для прийняття рішень;

- підвищена мотивація персоналу (наприклад, керівники можуть бути впевнені, що вплив на довкілля контролюється, а співробітники можуть відчувати, що працюють в екологічно відповідальній компанії);
- додаткові можливості зниження експлуатаційних витрат та підвищення якості продукції;
- покращення іміджу компанії;
- скорочення витрат пов'язаних із відповідальністю, страхуванням та недотриманням вимог.

#### Приклади заводів

СЕМ застосовуються в низці установок у всьому ЄС.

#### Довідкова література

[\[ 250, IAF 2010 \]](#) [\[ 251, EU 2009 \]](#) [\[ 252, COM 2010 \]](#) [\[ 253, COM 2015 \]](#) [\[ 254, CEN 2015 \]](#)

## 15.4.2 Заміщення небезпечних/шкідливих речовин

### 15.4.2.1 Використання консервантів на водній основі

#### Опис

Консерванти на основі розчинників або креозот замінюють на консерванти на водній основі. Вода діє як носій біоцидів.

#### Технічний опис

Процеси під низьким тиском на водній основі переважно заміщають консервувальні системи на основі розчинників, тоді як процеси під високим тиском на водній основі придатні для заміщення систем із використанням креозоту. Обробка на водній основі може використовуватися замість креозоту для деяких кінцевих застосувань з очікуваним строком експлуатації до 30 років (і довше зі схвалення виробника консерванту в кожному конкретному випадку). Прикладами є огорожі середнього строку експлуатації, облицювання сільськогосподарських будівель, деякі продукти використання в садівництві [\[ 148, COM 2009 \]](#).

Консерванти на водній основі також можна використовувати у відкритих системах просочення, наприклад, в установках для занурення [\[ 148, COM 2009 \]](#).

#### Досягнуті екологічні переваги

- Не використовуються креозот або розчинники.
- Уникнення викидів розчинників (тобто ЛОС).

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Перехід від консервантів на основі розчинників до систем на водній основі може призвести до скорочення викиду ЛОС майже на 100%, а для мікроемульсійних систем на водній основі – на 99% [\[ 148, COM 2009 \]](#).

Рівні споживання та викидів для процесу хімічного захисту деревини та деревних продуктів із використанням хімічних речовин для обробки на водній основі детально описані в Розділі 15.3.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

- Застосовується до заводів, що використовують консерванти на основі розчинників або креозот.
- У деяких випадках вимоги до якості деревини/деревних продуктів можуть бути недсяжні з використанням консервантів на водній основі, наприклад, через набухання деревини, чого треба уникати під час обробки деяких готових продуктів.
- Крім того, обробка лісоматеріалу засобами з більш високим вмістом міді (ACQ та CuAz) є більш корозійною [\[ 148, COM 2009 \]](#).

### Економічні аспекти

Процес просочення консервантами на основі розчинника та на водній основі дуже схожий без істотних відмінностей з економічної точки зору.

На типовій новій установці деревина обробляється в ємності для обробки об'ємом 18 м<sup>3</sup> з місткістю завантаження 14 м<sup>3</sup> деревини. Цикл просочення займає 4 години й тому може повторюватися шість разів на день завдяки 24-годинним робочим змінам. З 250 робочими днями річний обсяг виробництва становить близько 20 000 м<sup>3</sup>. Залежно від передбачуваного застосування, вартість сировини становить від 10 євро/м<sup>3</sup> до 30 євро/м<sup>3</sup>, витрати на електроенергію незначні, а витрати на воду становлять 0,5–1,5 євро/м<sup>3</sup>. Інвестиційні витрати на цей завод становлять близько 250 000 євро. Залежно від типу консерванту витрати на просочення можуть варіюватися від 20 євро/м<sup>3</sup> до 40 євро/м<sup>3</sup> [148, COM 2009].

### Стимул до впровадження

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

### Приклади заводів

Заводи DE-6, FR-5, IT-2, UK-2 та UK-4 у [236, TWG 2017]

### Довідкова література

[148, COM 2009] [236, TWG 2017]

## 15.4.2.2 Заміщення хімічних речовин для обробки іншими, що мають менший вплив на довкілля

### Опис

Заміщення хімічних речовин для обробки, що зараз використовуються, менш шкідливими речовинами на основі регулярної (наприклад, щорічної) перевірки, спрямованої на виявлення потенційних нових доступних і безпечніших альтернатив.

### Технічний опис

Інформація щодо двох прикладів заводів була надана та наведена нижче.

#### Приклад заводу: IT-1 (завод WB) у [236, TWG 2017]

ССА заміщається іншими біоцидами на водній основі (наприклад, тип g у Таблиці 15.10).

#### Приклад заводу: DE-3 у [231, Germany 2013]

У 2010 році завод перевів процес просочення з консервантів для деревини, що містять хром, на безхромові. Використовуються водорозчинні, рідкі, фіксувальні консерванти для деревини на основі комплексних сполук міді та четвертинної амонієвої сполуки.

Установка для просочення і процес просочення повинні бути адаптовані до застосовуваних консервантів (наприклад, конструкційні заходи, зниження рівня заповнення ємності через утворення піни, дотримання параметрів процесу).

### Досягнуті екологічні переваги

Використовувані хімічні речовини мають менший прямий вплив у разі викидів. Менш шкідливі відходи утворюються протягом періоду експлуатації продуктів.

#### Приклад заводу: DE-3 у [231, Germany 2013]

Безхромовий консервант із вмістом міді нерухливий, тобто не має властивостей повзучості навіть у деревині. Безхромові консерванти, на відміну від хромовмісних, нерухомі в ґрунті. Хромовмісні консерванти для деревини можуть спричиняти забруднення підземних вод і пов'язане з ним забруднення ділянок через рухомі властивості хрому (VI).

Безхромові консерванти для деревини є самофіксувальними, і процес фіксації (зв'язування з деревним волокном) відбувається відносно швидко: через 12 годин ~ 97%; через 48 годин ~ 99%.

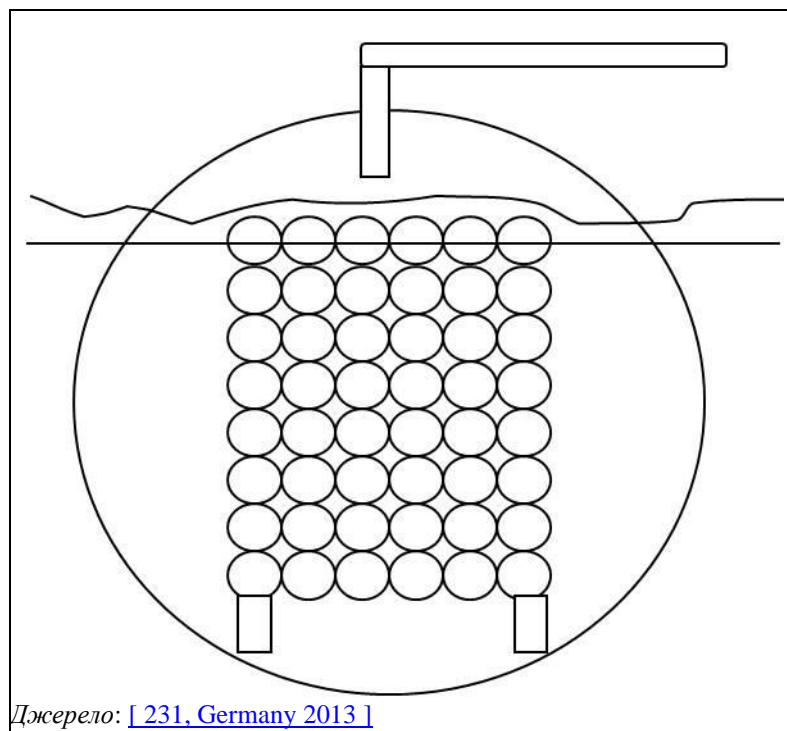
**Екологічна ефективність та інформація про функціонування****Приклад заводу: DE-3 у [ 231, Germany 2013 ]**

Через властивості безхромових консервантів доводиться точніше стежити за параметрами системи, як це було до заміщення (для цього потрібні додаткові заходи контролю, як-от віскозиметр, електровимірювання, перехід із кислого (рН 3–4) до лужного середовища (рН 10,2–10,4)).

У контейнері, що містить консервант для деревини, сольові компоненти можуть осідати на дно резервуара, що призводить до часткового розділення. Після довгих періодів неробочого часу (наприклад, у вихідні дні) вміст контейнера необхідно перемішати перед використанням, щоб змішати компоненти консерванту для деревини [ 231, Germany 2013 ].

На заводі DE-3, де використовуються безхромові консерванти для деревини, необхідно поступово застосовувати вакуум, щоб зменшити піноутворення в лужному середовищі. Надалі потрібен сильніший вакуум для досягнення необхідної глибини просочення (оскільки безхромові консерванти не мають властивостей повзучості, потрібен сильніший вакуум для проникнення в зону серцевини деревини шляхом повзучості, наприклад, на 5 мм, що залишилися).

Досвід заводу DE-3 показав, що рівень заповнення просочувального котла необхідно знижувати через підвищене піноутворення в результаті застосування безхромових консервантів для деревини (приблизно на 0,5 м менше заповнення). Крім того, необхідно перевіряти, щоб у верхній частині просочувального котла не було сухих плям (через нижчий рівень заповнення консервант не потрапляє на деревину) і щоб деревина була повністю просочена. Рівень заповнення котла має бути точно встановлений перед процесом просочення, а потужність просочувального котла може бути використана дещо меншою мірою (зменшена виробнича потужність, див. Рисунок нижче).



**Рисунок 15.19: Зменшення рівня заповнення (на прикладі заводу DE-3)**

**Вплив на різні компоненти довкілля**

В установці спостерігається менший рівень використання потужності через зниження рівня заповнення просочувального котла. У разі утворення сухих ділянок деревину необхідно повторно обробити.

Після закінчення строку експлуатації просочені деревні продукти можна спалювати для отримання енергії на відповідній спалювальній установці. Безхромовий консервант для деревини утворює від спалювання золу, що не містить хрому [231, Germany 2013].

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Для просочення у вакуумі під тиском, як правило, немає обмежень щодо застосування безхромових консервантів. Серед іншого, необхідно враховувати такі аспекти:

- підвищене, відносно сильне піноутворення;
- точне налаштування параметрів процесу та необхідність додаткових заходів/інструментів контролю;
- нижчий рівень заповнення та, отже, нижча виробнича потужність;
- застосування вакууму повинно використовуватися в іншому місці, якщо це необхідно;
- може виникнути корозія або піна.

Обмеження неможливо виключити шляхом застосування інших процесів просочення, наприклад, у процесі змінного тиску також відбувається значне піноутворення. У цьому випадку потрібен точний вибір відповідної просочувальної речовини та процесу просочення (наприклад, у співпраці з виробником консерванту для деревини) [231, Germany 2013].

Для стовпів, наприклад, це застосовується лише відповідно до стандартних вимог галузі та на вимогу замовника [Завод IT-1 у [236, TWG 2017]].

Як правила, заміщення може бути обмежене через вимоги до якості або специфікації продукту.

**Економічні аспекти**

*Приклад заводу: DE-3 у [231, Germany 2013]*

Безхромовий консервант приблизно на 30% дорожчий. Для адаптації системи (просочення у вакуумі під тиском) потрібні лише невеликі інвестиції, які зазвичай не перевищують звичайних експлуатаційних витрат (наприклад, заміщення насосів з охолодженням оливами на насоси з водяним охолодженням через піноутворення; заміна кородованих/покритих кіркою ліній/герметиків) [231, Germany 2013].

**Стимул до впровадження**

Вимоги за Регламентом про біоцидні продукти [231, Germany 2013].

**Приклади заводів**

Заводи DE-6, DE-9, FI-1, FR-5, FR-1, FR-3, FR-4, IT-2, IT-1, SE-2, SE-3, UK-2, UK-4, DK-2 у [236, TWG 2017] та Завод DE-3 у [231, Germany 2013].

**Довідкова література**

[231, Germany 2013] [236, TWG 2017]

**15.4.2.3 Використання низьколетких просочувальних олів / Креозот марки С****Опис**

Заміщення креозоту марки В креозотом марки С.

**Технічний опис**

Процес просочення змінений із просочення креозотом марки В на просочення креозотом марки С.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів ЛОС, ПАВ та утворення запахів.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Креозот марки С може бути незастосовним у разі холодних кліматичних умов.

Креозот марки С характеризується вищою температурою кристалізації в порівнянні з креозотом марки В. Тому в разі використання креозоту марки С резервуари для зберігання та транспортувальну систему (наприклад, труби) нагрівають на 20 °С вище визначеної точки кристалізації.

#### **Стимул до впровадження**

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

#### **Приклади заводів**

Заводи DE-5, DE-9, DE-8, FR-1, PL-1 та UK-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 231, Germany 2013 \]](#) [DE коментар №378 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)] [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### **15.4.3 Захист ґрунту, води та підземних вод та управління матеріальними ресурсами**

#### **15.4.3.1 Належне планування та схема заводу**

##### **Опис**

Вибір відповідного планування та схеми заводу для контролю утворення можливих викидів у ґрунт, воду та підземні води.

##### **Технічний опис**

Належне планування та схема заводу передбачає:

- підлога на заводі з нахилом у бік колодязя або резервуара для зберігання розливів;
- крита зона обробки;
- рівні, непроникні, вимощені дороги в зоні доставки;
- технічно герметичні насоси, фланцеві з'єднання, клапани та живильні пристрої.

##### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів у ґрунт, воду та підземні води.

##### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Деякі особливості планування, наприклад, у випадку впливу на підлогу/фундамент під заводом краще враховувати на етапі проектування установки; реконструкція наявних заводів потребує зупинення виробництва та наявності вільного простору.

##### **Стимул до впровадження**

Захист ґрунту та підземних вод.

##### **Приклади заводів**

Повідомляється більшістю заводів, що беруть участь у зборі даних.

##### **Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)



### 15.4.3.2 Система утримування або обвалування заводу та обладнання

#### Опис

Частини заводу, у яких зберігаються або обробляються хімічні речовини для обробки, тобто зона зберігання хімічних речовин для обробки, зона обробки, кондиціонування після обробки та зони тимчасового зберігання (що передбачають ємність для обробки, робочу ємність, пристрої для розвантаження/вилучення, зону стікання крапель/сушіння, зону охолодження), труби та системи каналів для хімічних речовин для обробки, а також установки для відновлення/обробки креозоту, захищені системою уловлювання або обвалування. Системи утримування та обвалування мають непроникні поверхні, стійкі до хімічних речовин для обробки й мають достатню місткість для вловлювання та утримання обсягів, що обробляються або зберігаються в обладнанні заводу. Рідини в системі утримування/обвалуванні збираються для відновлення хімічних речовин для обробки для їхнього повторного використання в системі хімічних речовин для обробки. Осад, що утворюється в системі збору утилізується як шкідливі відходи.

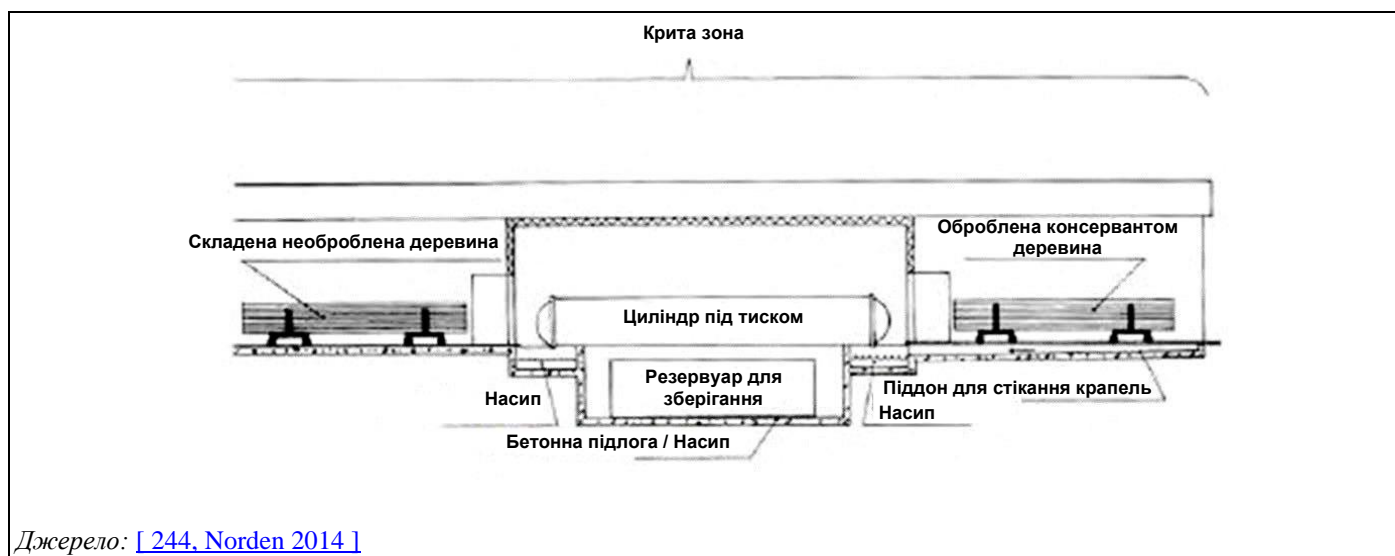
#### Технічний опис

Системи утримування або обвалування призначені для утримання (великих кількостей) консервантів для деревини (хімічних речовин) у випадку непередбаченого витoku, розриву або несправності резервуарів, випадкових розливів тощо. Системи утримування/обвалування мають відповідати таким конструкційним особливостям:

- здатність утримувати весь консервувальний розчин (хімічні речовини) у разі витoku або аварії;
- непроникність та стійкість до хімічних речовин (використовуваного консерванту) та герметизація або за допомогою непроникних поверхонь, або за допомогою систем непроникних покриттів;
- здатність витримувати статичний тиск рідин (об'єму), що підлягають вловлюванню.

Одне джерело припустило, що обвалування для заводів з одним резервуаром для зберігання має бути створене місткістю не менше 110% ємності для зберігання консервантів (хімічних речовин). Для кількох резервуарів в одній системі утримування або обвалуванні воно повинно становити 110% місткості найбільшого резервуара або 25% від загального обсягу, який може зберігатися у всіх резервуарах у системі утримування або обвалуванні залежно від того, що більше. В інших сценаріях (наприклад, зберігання консерванту в бочках) воно має становити не менше 25% від загального обсягу, який може зберігатись у будь-який час [ 241, EWPM/WEI 2016 ].

Система утримування або обвалування можуть — залежно від схеми об'єкта — охоплювати весь завод або складатися з окремих спеціалізованих зон утримування для частин заводу з хімічного захисту деревини, наприклад, система утримування зони доставки, зберігання та змішування консерванту для деревини, ємності(-ей) для обробки та відповідних зон завантаження/розвантаження. Приклади можливих конструкцій надані на Рисунок 15.20, Рисунок 15.21 та Рисунок 15.22 нижче.



Джерело: [ 244, Norden 2014 ]

Рисунок 15.20: Схема, що демонструє різні варіанти запобіжних заходів (утримування, краплевловлювачі, покрівельні покриття)

Первинна захисна система уловлювання (Обвалування)

**Первинна захисна система уловлювання (Обвалування)**

Непроникне обвалування може також служити основою для заводів з обробки з місткістю для утримування передбаченого додаткового обсягу понад місткість установки для зберігання хімічних речовин. Це гарантує, що всі хімічні речовини будуть вловлені у первинному захисному обвалуванні у разі несправності резервуара для зберігання на заводі. Обвалування становить високий відсоток від вартості установки, і деякі оператори вирішують створювати обвалування з додатковою місткістю для майбутнього розвитку, як показано тут.

Захисний вал

Джерело: [ 241, EWPM/WEI 2016 ]

Рисунок 15.21: Приклади конструкцій для систем утримування для процесу

Завод для обробки, встановлений у первинній захисній системі уловлювання (Обвалуванні)



Завод для обробки під високим тиском на етапі будівництва, встановлений всередині обвалування

Джерело: [ 241, EWPM/WEI 2016 ]

Рисунок 15.22: Приклади конструкцій для систем утримування для процесу

**Досягнуті екологічні переваги**

Запобігання або зменшення викидів у ґрунт або підземні води.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до нових заводів або капітально модернізованих наявних заводів.

Модернізація наявних заводів потребує переривання діяльності та наявності простору поряд із лініями обробки та під ними. Несумісність із системами транспортування деревини може обмежити застосування у вантажно-розвантажувальних зонах у разі використання вантажно-розвантажувальних пристроїв

(замість автоматичних систем), оскільки система утримування може обмежити доступ вантажно-розвантажувальних пристроїв до зон завантаження/розвантаження [Завод IT-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)].

#### Стимул до впровадження

Захист ґрунту та підземних вод.

#### Приклади заводів

- Система утримування для заводів з обробки та пов'язаних із ними зон: PL-1, UK-1, UK- 2, UK-3, UK-4, SE-3, FI-1, DE-5, DE-6, DE-7 та IT-2 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).
- Система утримування для зон доставки, зберігання та змішування консерванту для деревини: PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, IT-1, SE-3, FR-3, FR-4, FR-1, FI-1, DE-9, DE-5, DE-8, DE-6, IT-2 та FR-5 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).
- Система утримування зони транспортування оброблених лісоматеріалів тощо: PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, SE-2, SE-3, FR-3, FR-4, FR-1, DE-5, DE-6, IT-2 та FR-5 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### Довідкова література

[\[ 236, TWG 2017 \]](#) [\[ 241, EWPM/WEI 2016 \]](#)

### 15.4.3.3 Використання мобільних адсорбційних систем

#### Опис

Під час транспортування хімічних речовин для обробки (наприклад, вивантаження хімічних речовин для обробки з ємностей, переміщення хімічних речовин для обробки в контейнерах) можливим розливам запобігають за допомогою використання абсорбувальних матеріалів.

#### Технічний опис

Абсорбувальні матеріали (тобто пристрої для збору розлитої рідини, підкладки, валики тощо) використовуються в такий спосіб, щоб обмежити стікання крапель як превентивний захід під час транспортування хімічних речовин для обробки (наприклад, вивантаження хімічних речовин для обробки з ємностей, переміщення хімічних речовин для обробки в контейнерах). Прикладом може бути розміщення поглинальних валиків із боків розвантажувальної труби.

#### Досягнуті екологічні переваги

Запобігання або зменшення викидів у ґрунт або підземні води.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

#### Стимул до впровадження

- Захист ґрунту та підземних вод.
- Цілі охорони праці на робочому місці, включно зі зниженням ризиків пов'язаних із ним нещасних випадків, наприклад, запобігання слизькій підлозі.

### 15.4.3.4 Піддони для стоків

#### Опис

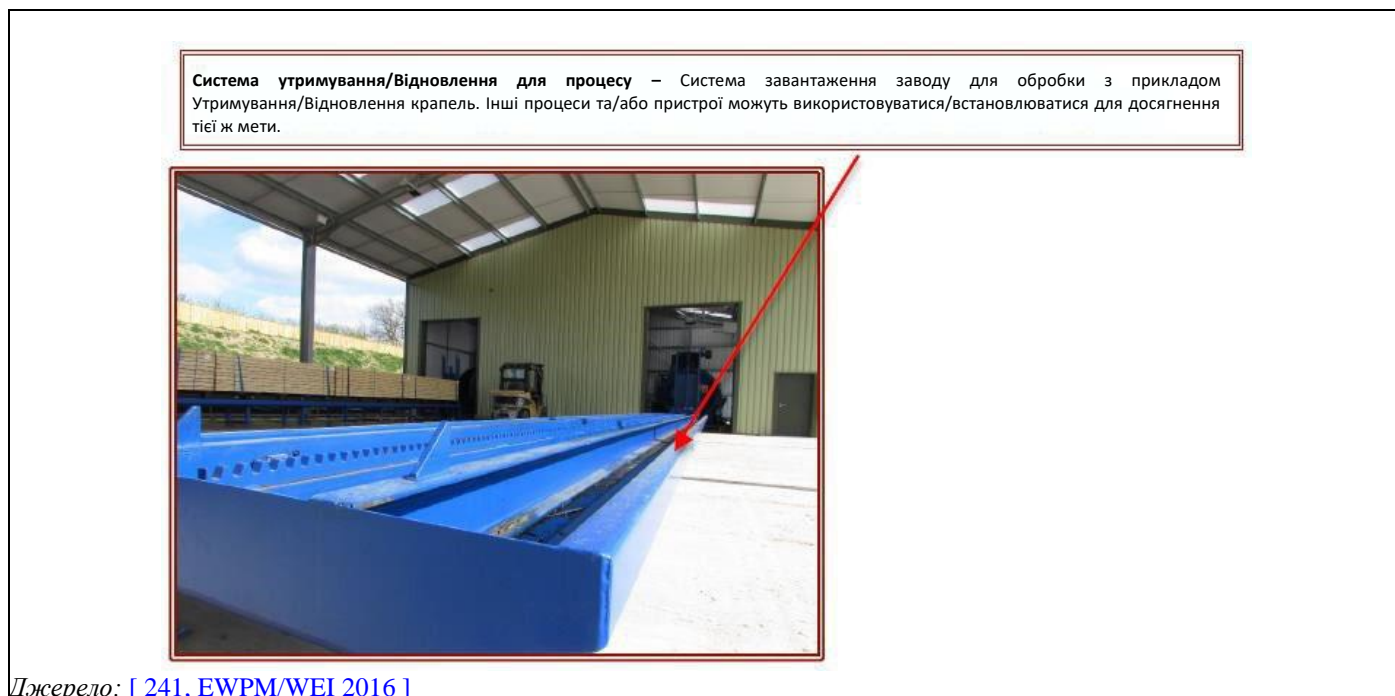
Піддон для стоків (виготовлений із матеріалу, стійкого до хімічних речовин для обробки) використовується для збору та відновлення крапель та розливів хімічних речовин для обробки як місцева система утримування. Він розміщується під критично важливим обладнанням або процесами, де можуть виникати краплі (наприклад, клапани, входи/виходи резервуарів для зберігання, ємності для обробки, робочі резервуари, зони розвантаження/вилучення, транспортування свіжообробленої деревини, зона охолодження/сушіння). Рідини в піддонах для стоків збираються для відновлення хімічних речовин для обробки для їхнього повторного використання в системі хімічних речовин для обробки. Осад, що утворюється в системі збору утилізується як шкідливі відходи.

**Технічний опис**

Для збору та відновлення консервантів для деревини (хімічних речовин) на етапах процесу, де може відбутися стікання крапель (наприклад, під час відкривання автоклавів, розвантаженні ємності для обробки (під тиском та без тиску) або зі свіжообробленої деревини після перенесення із системи завантаження ємності для обробки), встановлені піддони для стоків (також іменовані краплезбирачами, краплевловлювачами або збірними піддонами). На відміну від систем утримування та обвалування, піддони для стоків менші за розміром та призначені для збору крапель та розливів, а не загального обсягу резервуара під час нормальної роботи. Піддони для стоків сконструйовані так, що транспортні засоби (наприклад, вилкові навантажувачі) не контактують із потенційно забрудненими поверхнями піддонів для стоків, щоб запобігти перехресному забрудненню хімічними речовинами для обробки. Приклади можливих конфігурацій піддона для стоків показані на Рисунок 15.23 та Рисунок 15.24.



**Рисунок 15.23: Приклад піддона під дверима автоклава**



**Рисунок 15.24: Приклад піддона, вбудованого в систему розвантаження (під зоною вилучення)**

**Досягнуті екологічні переваги**

Запобігання або зменшення викидів у ґрунт або підземні води.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

**Стимул до впровадження**

Захист ґрунту та підземних вод.

**Приклади заводів**

Про використання піддонів для стоків під час спорожнення ємності для обробки (під тиском та без тиску) повідомляється більшістю заводів. Про використання піддонів для стоків на інших етапах процесу, як-от охолодження та фіксація (робоча зона), також повідомляється кількома заводами в процесі збору даних: UK-1, UK-4, SE-2, SE- 3, FR-1, FI-1, DE-5, DE-8, IT-1, IT-2 та DE-7 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

**Довідкова література**

[\[ 231, Germany 2013 \]](#) [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### 15.4.3.5 Непроникні підлоги та збір розливів та поверхневих стоків із повторним використанням

**Опис**

Підлоги зон, які не обладнані системою утримування або не обваловані, і де можуть виникати краплі, розливи, випадкові викиди або вимивання хімічних речовин для обробки (наприклад, для зберігання обробленої деревини в разі, якщо це вимагається в дозволі за Регламентом про біоцидні продукти для консервантів деревини, що використовується для обробки) непроникні для відповідних речовин. Рідини на підлозі збираються для відновлення хімічних речовин для обробки для їхнього повторного використання в системі хімічних речовин для обробки. Осад, що утворюється в системі збору утилізується як шкідливі відходи.

**Технічний опис**

Підлога в зонах, де можуть виникати краплі, розливи або випадкові викиди консервантів/хімічних речовин для обробки або розчинників, герметизується, а розливи та/або поверхневі стоки збираються і використовуються/повторно використовуються в консервувальній системі. Технології запобігання забрудненню дощових та поверхневих стічних вод докладно описані в Розділі 15.4.10.1.

Інформація про декілька прикладів була надана та наведена нижче.

**Приклад заводу: DE-1 (змішаний завод з обробкою: WB та C) у [\[ 231, Germany 2013 \]](#)**

Підлога, на якій розташовані рейки установки для вилучення, ретельно герметизована (1500 м<sup>2</sup>). Дощова вода із герметизованої зони рейок для вилучення збирається в цистерну об'ємом 50 м<sup>3</sup> над колектором для осаду олив і використовується як технологічна вода. Колектор для осаду олив регулярно очищається, а накопичені відходи утилізуються належним чином (код Європейського каталогу відходів 13 08 99\*; різні кількості залежно від утворення відходів). Якщо місткості цистерни недостатньо, є можливість зберігання дощової води в причепі-цистерні. Якщо цистерна заповнена у випадку сильного дощу, поверхнева вода в цистерні прямує у водовідвідний канал.

Герметизація підлоги складається із подвійної плити з водонепроникного бетону. Відстійний резервуар виготовляється із водонепроникного бетону.

**Приклад заводу: DE-2 у (завод WB) [\[ 231, Germany 2013 \]](#)**

Зона рейок для вилучення та зберігання свіжообробленої деревини герметизована (близько 2500 м<sup>2</sup>) та забезпечена впускним каналом. Вода, що капає, стікає або в піддон, або у впускний канал. Вода, що стікає, з впускного каналу через водовідвідний канал, колектор осаду олив і труби та водоводи спрямовується в збірний піддон (50 м<sup>3</sup>) і повертається в технологічний процес.

Герметизація підлоги складається з водонепроникного бетону з верхньою та нижньою сталеву решіткою (товщина близько 20 см).

Герметизована поверхня покрита та захищена з боків від дощу. Зона рейок для вилучення і поверхня зони зберігання мають нахил, що дає можливість рідинам, що рухаються, стікати в піддон або впускний канал і звідти через колектор для осаду олив, труби та водоводи надходити до збірної піддона (50 м<sup>3</sup>). Колектор осаду олив регулярно очищається, а накопичені відходи відповідним чином утилізуються (близько 750 кг/рік).

Збірний контейнер є підземним резервуаром із подвійними стінками з покриттям з епоксидної смоли, стійким до просочувального розчину. Насос, розміщений у контейнері, керується одним поплавковим індикатором, і коли він досягає певного рівня, зібрана рідина перекачується назад в установку для просочування. Акустичний сигнал попередження сигналізує про несправність насоса.

### **Приклад заводу: DE-3 у (завод WB) [ 231, Germany 2013 ]**

Дороги на території рівні та тверді. Підлога, на якій рейки для вилучення, ретельно герметизована. Герметизація складається з таких шарів:

- $\geq 3$  см асфальтобетону;
- $\geq 15$  см бітумної основи;
- 20–30 см гравійної основи (частково доступна).

Вода, що капає й дощова вода через водовідвідний канал спрямовується в збірний контейнер і використовується як технологічна вода (нахил близько 2,5%). За необхідності воду (разом зі стічною водою з даху) можна зберігати в спеціально відведених проміжних резервуарах. Крім стічної води з даху і води, зібраної з герметизованої зони, на установці не використовується додаткова технологічна вода.

Збірний контейнер із водостійкого бетону служить буфером. Повернення води в процес просочування відбувається автоматично (автоматичне повернення за певного рівня води в збірному контейнері за допомогою використання поплавкового індикатора та занурювального насоса (1,85 кВт)).

### **Приклад заводу: DE-4 у (завод WB) [ 231, Germany 2013 ]**

Уся підлога робочої зони установки вимощена (близько 40 м<sup>2</sup>). Вода, що відводиться, повертається у ванну.

Герметизація підлоги виконана з бетону. Бетонна поверхня також покрита та захищена з боків від дощу. Зона рейок для вилучення та зона стікання нахилені для полегшення зворотного потоку скинутих рідин у піддон для стоків.

### **Досягнуті екологічні переваги**

- Запобігання забрудненню ґрунту консервантами (через стікання крапель).
- Зменшення споживання прісної води в разі повторного використання зібраної води.
- Зменшення обсягу стічних вод [ 231, Germany 2013 ].

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Технологія має регулярно обслуговуватися (очищення уловлювача олив та осаду та утилізація відходів) та регулярно перевірятися (наприклад, кожні 5 років) уповноваженим органом сертифікації. Перед кожним технічним оглядом збірний контейнер необхідно спорожнити та очистити.

Завод DE-3 продемонстрував, що зібрана вода навіть більше придатна для процесу просочування, ніж вода зі свердловини (через високу частку атмосферної води, яка по суті є демінералізованою водою). Вода зі свердловини має нижче значення рН 6,14 і помірне забруднення нітратами 19,9 мг/л. Її можна описати як «металеву». Значення рН розчину солі для захисту деревини становить від 10,2 до 10,4.

Дощова вода, що опадає на герметизовані поверхні та на дах, може використовуватися як технологічна вода. У випадку заводів DE-1 та DE-3 великі площі герметизованих поверхонь не покриті дахом. Це може зекономити значну кількість прісної води (DE-1: 570 м<sup>3</sup>; DE-3: 2 550 м<sup>3</sup>) [ 231, Germany 2013 ].

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

У принципі, будь-яка герметизація ґрунту/поверхні негативно впливає на природну гідрологічну структуру, оскільки опади більше не можуть проникати в ґрунт. Проте в наведених вище прикладах переважають екологічні переваги запобігання забруднення ґрунту [ 231, Germany 2013 ].

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до нових та наявних заводів.

У деяких випадках на заводах WB, у яких контроль технологічного процесу ґрунтується на моніторингу провідності хімічного розчину, повторне використання води (зокрема, дощової води) є складним, оскільки це дуже сильно змінює діапазон провідності розчину, тому контроль технологічного процесу є неефективним [Завод IT-1 у [ 236, TWG 2017 ]].

На заводах, де не використовуються консерванти на водній основі, немає потреби в технологічній воді (немає можливості для повторного використання). Тоді стічні води потрібно очищати, наприклад, на установці для очищення відпрацьованих вод або належним чином утилізувати як рідкі відходи [ 231, Germany 2013 ].

#### **Економічні аспекти**

- Уникнення витрат на усунення шкоди довкіллю [ 231, Germany 2013 ].
- Зниження витрат на воду та очищення стічних вод.

#### **Приклад заводу: DE-1 у [ 231, Germany 2013 ]**

Економія витрат на просочення внаслідок економії води приблизно 570 м<sup>3</sup> на рік.

#### **Приклад заводу: DE-2 у [ 231, Germany 2013 ]**

- Витрати на герметизацію ґрунту/збірний бункер: орієнтовно близько 800 євро/м<sup>2</sup>.
- Орієнтовні експлуатаційні витрати та витрати на технічне обслуговування (персонал, запасні частини, сертифікація тощо): кожні 5 років близько 6000 євро (3000 євро на технічну сертифікацію уповноваженими органами сертифікації; така ж сума на підготовку до випробувань).

#### **Приклад заводу: DE-3 у [ 231, Germany 2013 ]**

- Інвестиційні витрати на герметизацію ґрунту та збірний бункер: 85 євро/м<sup>2</sup> у 1998 р. (включно з піскоструминною обробкою); приблизно 24 000 євро на збірний бункер із загальною кількістю 125 напірних трубопроводів (витрати на виробництво 1998 р.)
- Орієнтовні річні експлуатаційні витрати та витрати на технічне обслуговування (персонал, запасні частини, сертифікація тощо): 8000 євро/рік.
- Річна економія витрат унаслідок зниження водоспоживання (2550 м<sup>3</sup>/рік): самозабезпечення водою через свердловину установки до певного рівня річного водоспоживання є безплатним. Ця норма перевищується через додаткове використання води для просочування та додатку плату за водозабір (у 2011 році: 0,045 євро/м<sup>3</sup> за технологічну воду).

**Приклад заводу: DE-4 у [ 231, Germany 2013 ]** Інформацію не надано.

#### **Стимул до впровадження**

- Нормативні вимоги (дозвіл на експлуатацію).

- Запобігання забрудненню ґрунту та води.
- Економія води та краща якість води для процесу просочування.
- Зменшення експлуатаційних витрат.
- Незалежність від джерел прісної води [ 231, Germany 2013 ].

#### **Приклади заводів**

Заводи DK-1, PL-1, UK-2, UK-3, UK-4, IT-1, SE-2, SE-3, FR-3, FR-4, FI-1, DE-9, DE-8, DE- 6, IT-2, DE-7 та FR-5 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#), а також DE-1, DE-2, DE-3 та DE-4 у [\[ 231, Germany 2013 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 231, Germany 2013 \]](#) [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### **15.4.3.6 Запобігання та виявлення витоків із підземних сховищ та трубопроводів для небезпечних/шкідливих речовин та ведення обліку**

#### **Опис**

Використання підземних елементів мінімізоване. Коли підземні елементи використовують для зберігання небезпечних/шкідливих речовин, встановлюється вторинна система утримування (наприклад, система утримування з подвійними стінками). Підземні елементи обладнані пристроями для виявлення витоків.

Здійснюється регулярний моніторинг підземних сховищ та трубопроводів на основі аналізу ризиків для виявлення потенційних витоків; за необхідності ремонтується обладнання, що протікає. Ведеться облік випадків, які можуть призвести до забруднення ґрунту та/або підземних вод.

#### **Технічний опис**

Підземні резервуари для зберігання бувають із подвійними стінками або одностінними в поєднанні з досить великою системою утримування. Підземні елементи (наприклад, резервуари для зберігання та трубопроводи) обладнані пристроями для виявлення витоків.

Здійснюється регулярний моніторинг підземних елементів із використанням підходу, що ґрунтується на аналізі ризику; недоліки виявляються та відповідним чином виправляються. Ведеться постійний облік та документування випадків, які можуть призвести до забруднення ґрунту та/або підземних вод.

Більш детальна інформація наведена в ДД НДТМ для Викидів зі складів (EFS) [\[ 44, COM 2006 \]](#).

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів у ґрунт та підземні води.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

#### **Стимул до впровадження**

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

#### **Приклади заводів**

Заводи SE-3, FR-1, FI-1 та DE-8 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 44, COM 2006 \]](#) [\[ 236, TWG 2017 \]](#)



### 15.4.3.7 Системи попередження для обладнання, визначеного як «критично важливе»

#### Опис

«Критично важливе» обладнання оснащено системами попередження про несправності.

#### Технічний опис

Усе критично важливе з екологічної точки зору технологічне обладнання, несправність якого може вплинути на довкілля, ідентифікується й оснащується системами попередження про несправності.

#### Досягнуті екологічні переваги

Запобігає або зменшує викиди в ґрунт або підземні води.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

#### Стимул до впровадження

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

### 15.4.3.8 Використання ефективної системи нанесення консерванту

#### Опис

Системи нанесення, у яких деревина занурюється в консервувальний розчин, ефективніші, ніж, наприклад, системи розпилення. Ефективність нанесення вакуумних процесів (закрита система) близька до 100%. Під час вибору системи нанесення враховуються клас використання та необхідний рівень проникнення.

#### Технічний опис

Різні системи нанесення консерванту відрізняються за ефективністю нанесення (тобто кількість консерванту, що використовується для досягнення певного утримання в деревині; яка частина консервувального розчину фактично впливає на деревину під час процедури обробки). Системи нанесення, у яких деревина занурюється в консервувальний розчин, ефективніші, ніж, наприклад, системи розпилення. Ефективність нанесення для занурення та нанесення пензлем близька до 90%, а в разі використанні вакуумного процесу з повною ізоляцією – близька до 100%. Розпилення має набагато меншу ефективність, тобто від 10% до 50%.

#### Досягнуті екологічні переваги

Підвищення ефективності використання ресурсів та зниження екологічних ризиків, пов'язаних із використанням хімічних речовин для обробки.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується тільки до нових заводів та капітально модернізованих заводів.

#### Стимул до впровадження

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

#### Приклади заводів

Заводи DK-2 та UK-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### Довідкова література

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### 15.4.3.9 Контроль та оптимізація споживання хімічних речовин для обробки для конкретного кінцевого застосування деревини/деревного продукту

#### Опис

Контроль та оптимізація споживання хімічних речовин для обробки шляхом: а) зважування деревини/деревних продуктів до та після просочування; або б) визначення кількості консервувального розчину під час та після просочування. Споживання хімічних речовин для обробки відповідає рекомендаціям постачальників та не призводить до перевищення вимог до утримування (наприклад, встановлених у стандартах якості продукції).

#### Технічний опис

Споживання хімічних речовин для обробки контролюється шляхом а) зважування деревини/деревних продуктів (наприклад, стовпів) до та після просочування або б) визначення кількості консервувального розчину під час та після просочування [Завод IT-1 у [\[236, TWG 2017 \]](#)].

Кількість хімічних речовин для обробки, введених у деревину, має перебувати в межах діапазону, який вимагається стандартами якості продукції (наприклад, клас використання, клас проникнення), та кількості утримуваних хімічних речовин для обробки, запропонованої постачальником.

#### Досягнуті екологічні переваги

Підвищення ефективності використання ресурсів та зниження екологічних ризиків, пов'язаних із використанням хімічних речовин для обробки.

#### Стимул до впровадження

Підвищення виходу та покращення якості продукту.

#### Приклади заводів

Заводи DE-6, DE-5, DE-9, DE-8, FI-1, FR-5, FR-4, IT-2, IT-1, PL-1, SE-2, SE-3, UK-1, UK-3 та UK-4 у [\[236, TWG 2017 \]](#).

#### Довідкова література

[\[236, TWG 2017 \]](#)

### 15.4.3.10 Баланс маси розчинника

#### Опис

Збирання статистичних даних, принаймні один раз на рік, про вхідний та вихідний потоки розчинника на заводі, як визначено в Частині 7(2) Додатка VII до Директиви 2010/75/ЄС.

#### Технічний опис

Не надано жодної інформації щодо хімічного захисту деревини. Для отримання загальної інформації про баланс маси розчинника див. Розділ 17.3.1.

#### Досягнуті екологічні переваги

Оцінка та контроль неорганізованих викидів та зниження екологічних ризиків.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується тільки до заводів, що використовують хімічні речовини для обробки на основі розчинників або креозот.

#### Стимул до впровадження

Краща обізнаність про викиди та оцінювання необхідних дій.

### 15.4.3.11 Регулярний огляд та технічне обслуговування заводу та обладнання

#### Опис

Завод та обладнання регулярно перевіряються та обслуговуються для забезпечення належного функціонування; це передбачає, зокрема, перевірку цілісності та/або відсутності витоків клапанів, насосів, труб, резервуарів, ємностей під тиском, піддонів для стоків та системи утримування/обвалування, а також належне функціонування систем попередження.

#### Технічний опис

Регулярний огляд та технічне обслуговування установок та обладнання повністю інтегровані в заводську систему управління якістю. Низка аспектів проектування, встановлення та експлуатації заводу потребує регулярного огляду та технічного обслуговування [ 243, EOS 2016 ].

Основними аспектами є:

- цілісність резервуара (для занурення) або ємності під тиском;
- електробезпека заводського обладнання;
- відсутність витоків із клапанів та труб;
- забезпечення того, щоб ємність обвалування та фундаментів не була пошкоджена та була достатньою у випадку катастрофічної втрати консерванту з ємності для обробки або резервуарів для зберігання в зону обвалування;
- цілісність ущільнювача дверей (для автоклавів);
- візуальний огляд герметичності збірного резервуара;
- регулярні перевірки герметичності резервуарів під тиском;
- планова письмова схема технічного обслуговування;
- записи про технічне обслуговування та перевірки всіх регламентних робіт, періодичного обслуговування, оглядів та ремонтних робіт [ 243, EOS 2016 ].

#### Досягнуті екологічні переваги

Запобігання викидам у ґрунт або підземні води.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

#### Стимул до впровадження

Зниження екологічних ризиків, вдосконалення умов експлуатації.

#### Приклади заводів

Широко застосовується, повідомляється більшістю заводів.

#### Довідкова література

[ 243, EOS 2016 ] [ 236, TWG 2017 ]

### 15.4.3.12 Спеціалізовані транспортні засоби для потенційно забруднених зон

#### Опис

Транспортні засоби, що використовуються для транспортування деревини/деревних продуктів у потенційно забруднених зонах (наприклад, у зонах обробки), обмежені цими зонами й не використовуються в інших незабруднених зонах заводу, щоб запобігти перехресному забрудненню хімічними речовинами для обробки.

#### Технічний опис

У тих випадках, коли деревина/деревні продукти транспортуються за допомогою транспортних засобів (вилкові навантажувачі тощо), ці транспортні засоби з часом забруднюються розчином для обробки. Для транспортування деревини/деревних продуктів у потенційно забруднених зонах (наприклад, зонах обробки) використовуються спеціалізовані транспортні засоби.

Вони залишаються в зоні обробки деревини, щоб не переносити будь-які консервувальні розчини в незабруднені зони. Перед видаленням транспортних засобів з зони, наприклад, для технічного обслуговування, їх потрібно промивати чистою водою. Очисна вода додається до системи обробки [\[ 235, UK DEFRA 2013 \]](#).

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Забруднення ґрунту обмежується окремими зонами.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

#### **Стимул до впровадження**

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

#### **Приклади заводів**

Заводи IT-1, PL-1, SE-3, DE-5 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 235, UK DEFRA 2013 \]](#) [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### **15.4.3.13 Кранова система для транспортування деревини**

#### **Опис**

Замість спеціалізованого транспортного засобу для транспортування пакетів деревини до зон обробки, сушіння та відправлення та з них використовується система мостових кранів, щоб запобігти перехресному забрудненню хімічними речовинами для обробки [Завод UK-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)].

#### **Технічний опис**

Ця технологія – це система мостового крана, що працює на всій площі даху цеху обробки. Кран управляється з кабіни керування даху, що забезпечує відсутність персоналу в робочих зонах [Завод UK-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)].

Підіймальна система забезпечує більшу компактність пакетів деревини та дає змогу повністю використовувати цех обробки, оскільки не потрібні під'їзні маршрути, а пішохідний доступ обмежений «безпечними зонами». Більша кількість пакетів деревини зменшує площу цеху, необхідну для сушіння після обробки, з відповідним скороченням використання ресурсів [Завод UK-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)].

Вбудовані в дах кранові системи повсюди використовуються для переміщення важких вантажів у багатьох галузях промисловості. Використання цієї технології в секторі хімічного захисту деревини у Великій Британії незвичайне через традиційне використання транспортних засобів; проте в разі зміщення акценту на запобігання винесенню хімічних речовин транспортними засобами ці системи можуть стати повсюдними [Завод UK-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)].

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Забруднення ґрунту обмежується окремими зонами.

Використання електричної енергії замінює використання вичопного палива, що використовується для живлення транспортного засобу. Скорочуються викиди від транспортних засобів, а також скорочується зберігання палива на об'єкті та потенційний пов'язаний із цим вплив [Завод UK-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)].

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Дані для визначення енергетичних потреб цієї системи недоступні через обмежений облік енергії на нижчих ступенях розподілу для використання на об'єкті [Завод UK-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)].

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

**Економічні аспекти**

Різниця у вартості між купівлею та експлуатацією транспортного засобу та витратами на кранову систему невідома [Завод УК-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)].

**Стимул до впровадження**

- Більша компактність деревини, що транспортується в цеху обробки.
- Безпека персоналу шляхом виключення руху транспортних засобів та необхідності роботи поблизу хімічних речовин для обробки [Завод УК-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)].

**Приклади заводів**

УК-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

**Довідкова література**

[ 236, TWG 2017 ]

#### **15.4.3.14 Обмежений доступ до забруднених / потенційно забруднених зон та/або забезпечення доріжок із дрібним гравієм**

**Опис**

Заборона персоналу ходити в зонах, де можуть утворитися краплі, та/або створення доріжок із дрібним гравієм (без контакту взуття з пролитою рідиною) запобігає перенесенню хімічних речовин для обробки/забруднювальних речовин у незабруднені зони.

**Досягнуті екологічні переваги**

Забруднення ґрунту обмежується окремими зонами.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

**Довідкова література**

[\[ 243, EOS 2016 \]](#)

#### **15.4.3.15 Система керування (відстежування) пакетом деревини**

**Опис**

Система керування (відстежування) пакетом деревини дає змогу відстежувати переміщення пакета: реєструвати, коли пакети обробляють, видаляють із ємності та розміщують у зоні обробки, щоб забезпечити можливість стікання крапель. Вона використовується для запобігання зміщенню пакетів із непроникної та осушеної зони, поки вони все ще можуть виділяти консерванти [\[ 235, UK DEFRA 2013 \]](#).

**Технічний опис**

Причин для використання систем відстежування дві [\[ 235, UK DEFRA 2013 \]](#):

- Моніторинг виробничого процесу та керування складуванням. Це може бути частиною системи управління якістю.
- Перевірка конкретних часових обмежень або характеристик лісоматеріалу, що складає частину виробничого процесу, наприклад, періоду кондиціонування після обробки.

Пакети деревини зазвичай відстежуються за допомогою бирок. Здійснюється моніторинг параметрів та характеристик обробки [\[ 243, EOS 2016 \]](#).

### **Досягнуті екологічні переваги**

Запобігання викидам у ґрунт або підземні води.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

### **Економічні аспекти**

Пакети деревини зараз оснащуються биркою для ідентифікації з метою обробки та відстеження – витрати пов'язані лише з реєстрацією сухого стану.

### **Стимул до впровадження**

Реєстрація та відстежування періоду кондиціонування після обробки допомагає як регулювальним органам, так і операторам відстежувати пакети деревини.

### **Приклади заводів**

Заводи UK-1, UK-3, UK-4, SE-2, DE-9, DE-5, DE-6, IT-2 та FR-5 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

### **Довідкова література**

[\[ 235, UK DEFRA 2013 \]](#) [\[ 236, TWG 2017 \]](#) [\[ 243, EOS 2016 \]](#)

## **15.4.4 Доставка, зберігання та поводження з хімічними речовинами для обробки**

### **15.4.4.1 Зворотне вентилявання**

#### **Опис**

Також називається регулюванням пари. Пари розчинників або креозоту, що витісняються з приймального резервуара під час заповнення, збираються та повертаються в резервуар або вантажівку, якою рідину було доставлено.

#### **Технічний опис**

Викиди в повітря, особливо ЛОС, контролюються шляхом зворотного вентилявання витісненого повітря в резервуар для подання під час заповнення резервуарів (також іменоване регулюванням пари). Пари розчинників або креозоту, що витісняються з «приймального резервуара» під час заповнення, збираються та повертаються в резервуар або вантажівку, з якої рідина була доставлена («резервуар для подання»). Такі системи регулювання вимагають, щоб приймальний резервуар та резервуар для подання були з нерухомим дахом для забезпечення вловлювання та переміщення парів. Більш детальна інформація наведена в ДД НДТМ для Викидів зі складів [\[ 44, COM 2006 \]](#).

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів у повітря, особливо ЛОС.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Споживання енергії.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до заводів, що використовують консерванти на основі розчинників або креозот.

#### **Стимул до впровадження**

Законодавство з охорони довкілля та охорона праці на робочому місці.

#### **Приклади заводів**

Заводи DE-5 та DE-8 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 44, COM 2006 \]](#) [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### 15.4.4.2 Вловлювання витісненого повітря

#### Опис

Пари розчинників або креозоту, що витісняються з приймального резервуара під час заповнення, збираються та спрямовуються на очисну установку, наприклад, фільтр з активованим вугіллям або установку термічного окиснення.

#### Технічний опис

Викиди в повітря, особливо ЛОС, контролюються шляхом уловлювання та очищення повітря, що витісняється з резервуара під час наповнення. Пари розчинників і креозоту, що витісняються з «приймального резервуара» під час заповнення, збираються і спрямовуються в очисну установку, наприклад, фільтр з активованим вугіллям або установку термічного окиснення (очищення викидів від процесу просочування).

#### Приклад заводу: DE-1 (змішаний: WB та C) у [231, Germany 2013.1]

На лінії обробки креозотом резервуари для зберігання заповнюються за допомогою вантажівок. Повітря, що витісняється під час наповнення контейнерів для зберігання (і під час зворотного перекачування дигтярної оливи з робочої ємності), спрямовується до збірної ємності (S1), у якій відбувається розділення газу, води та дигтярної оливи. Три фази обробляються по-різному:

Газова фаза очищається в системі термічного очищення відхідних газів.

Вода (приблизно 0,5–1 м<sup>3</sup> на завантажену кількість залежно від вологості деревини) перекачується на технологічну лінію Korasit СК і використовується там або, в окремих випадках, утилізується як відходи в цистернах (кодовий номер відходів 130899\*, 40 м<sup>3</sup>/рік, аналіз декларації доступний/необхідний).

Дигтярна олива повертається в систему за допомогою вакууму в робочому резервуарі.

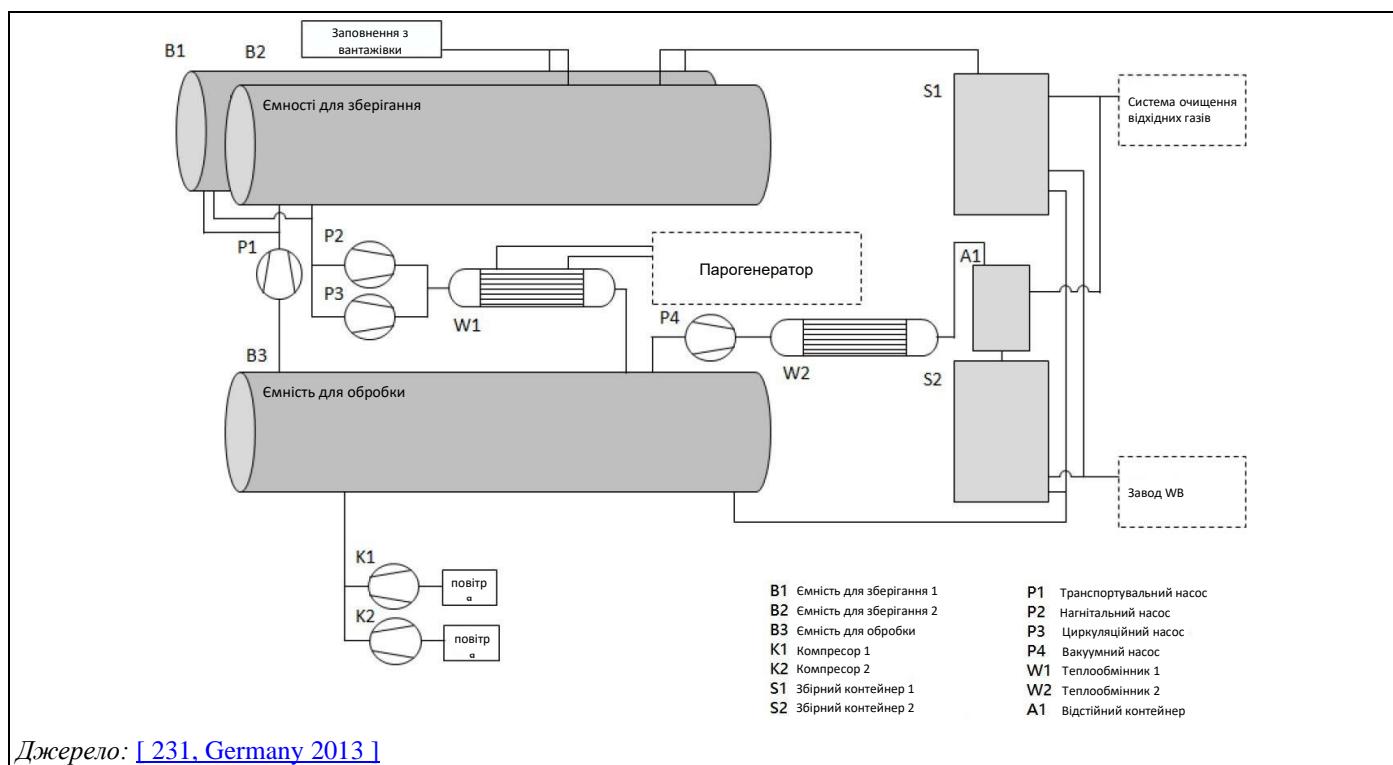


Рисунок 15.25: Схема заводу DE 1 для обробки креозотом під тиском

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів у повітря, особливо ЛОС.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Споживання енергії.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до заводів, що використовують консерванти на основі розчинників або креозот.

### **Стимул до впровадження**

Законодавство з охорони довкілля та охорона праці на робочому місці.

### **Приклади заводів**

Заводи DE 1 у [\[ 231, Germany 2013 \]](#) та DE-5, UK-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

### **Довідкова література**

[\[ 231, Germany 2013 \]](#) [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

## **15.4.4.3 Завантаження зануренням або завантаження знизу**

### **Опис**

Завантаження зануренням або завантаження знизу може знизити викиди ЛОС у під час завантаження резервуарів. У випадку завантаження зануренням, наливна труба простягається майже до дна резервуара, щоб отвір наливної труби більшу частину часу перебував нижче поверхні рідини. У випадку завантаження знизу наливна труба кріпиться до дна резервуара.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів у повітря, особливо ЛОС.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до заводів, що використовують консерванти на основі розчинників або креозот.

### **Стимул до впровадження**

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

### **Приклади заводів**

Заводи PL-1, UK-2, UK-3, DE-8 та DE-9 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

### **Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

## **15.4.4.4 Наливна труба, встановлена досить високо над поверхнею рідини**

### **Опис**

Наливна труба (для консервувального розчину) встановлюється досить високо над поверхнею рідини в резервуарах для зберігання, резервуарах для занурення та змішування, щоб запобігти сифонному ефекту, який дає консервувальному розчину можливість текти у зворотному напрямку [\[ 244, Norden 2014 \]](#).

### **Технічний опис**

Коли вода надходить із комунальної водопровідної системи або підземних вод, установки обладнані зворотним клапаном, щоб запобігти всмоктуванню консервувального розчину для деревини назад у водопровідну систему [\[ 243, EOS 2016 \]](#).

У випадках, коли зворотні клапани не дозволені (наприклад, місцевим водним управлінням) ризик зворотного перекачування наливною трубою може бути усунений шляхом розміщення вихідного отвору наливної труби достатньо високо над висотою максимального рівня рідини, що може прийняти приймальний резервуар. Такий пристрій необхідний для сифонного розриву подання води в



змішувальні резервуари для запобігання всмоктуванню консервувального розчину для деревини назад у водопровідну систему в результаті зниження тиску подання води.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Запобігання викидам у воду.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до всіх трьох типів консервантів.

#### **Стимул до впровадження**

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

#### **Приклади заводів**

Заводи UK-1, UK-4, SE-2, SE-3, FR-1 та FI-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#) [\[ 243, EOS 2016 \]](#) [\[ 244, Norden 2014 \]](#)

### **15.4.4.5 Запобігання переливам під час перекачування**

#### **Опис**

До технологій запобігання переливам під час перекачування належать:

- контроль роботи насосів;
- для великих кількостей, оснащення наливних резервуарів для зберігання акустичними та/або оптичними сигналізаторами аварійно високого рівня, за необхідності із системами перекривання.

#### **Технічний опис**

Може бути встановлений пристрій або система для запобігання переповненню змішувальних резервуарів або резервуарів для зберігання та обвалування. Така система може також мати пристрій для попереднього встановлення об'єму води під час приготування свіжого розчину для обробки або під час регулювання концентрації розчину для обробки. Це мінімізує ризик переливу, навіть якщо в резервуарі встановлено систему перекривання для регулювання висоти наповнення.

Передбачені пристрої безпеки для уникнення переповнення. Дуже часто для змішувального резервуара існують автоматичні пристрої для заповнення його необхідною кількістю води та консерванту для деревини. Резервуари є статичними та оснащені вимірювальним приладом. Резервуари розміщені в заглиблення з кам'яним муром (або подібні) та мають обмежувач наповнення. Запаси абсорбентів розташовані поблизу для поглинання обмежених кількостей можливих витоків [\[ 243, EOS 2016 \]](#).

#### **Досягнуті екологічні переваги**

- Запобігання викидам у ґрунт, воду та підземні води.
- Зниження неорганізованих викидів від розливу розчинників.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до всіх типів консервантів.

#### **Економічні аспекти**

Робочий час персоналу на нагляд за роботою насосів та вартість акустичних/оптичних систем сигналізаторів аварійно високого рівня.

#### **Стимул до впровадження**

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

#### **Приклади заводів**

Широко застосовується, повідомляється більшістю заводів, що беруть участь у зборі даних.

#### **Довідкова література**

[ [236, TWG 2017](#) ] [ [243, EOS 2016](#) ]

### **15.4.4.6 Нагрівання наземних резервуарів для зберігання креозоту**

#### **Опис**

Нижче за певну температуру креозот кристалізується і блокує труби; нагрівання передбачене, якщо зовнішня температура надто низька. Резервуари завжди нагріваються, принаймні в Північній Європі.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Підвищення ефективності використання ресурсів та зниження екологічних ризиків, пов'язаних за зберіганням креозоту.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується для заводів для обробки креозотом.

#### **Стимул до впровадження**

Покращені умови експлуатації.

#### **Приклади заводів**

Заводи PL-1, UK-1, FR-1 та DE-9 у [ [236, TWG 2017](#) ].

#### **Довідкова література**

[ [236, TWG 2017](#) ]

### **15.4.4.7 Технології скорочення втрат на випаровування через нагрівання хімічних речовин, що зберігаються**

#### **Опис**

Коли вплив сонячного світла може призвести до випаровування розчинників і креозоту, що зберігаються в наземних резервуарах для зберігання, резервуари накривають дахом або покривають світлою фарбою для зменшення нагрівання розчинників і креозоту, що зберігаються.

#### **Технічний опис**

Колір резервуара впливає на кількість теплового або світлового випромінювання, що поглинається наземними резервуарами, і, отже, на температуру рідини й пари, що містяться всередині. Цей захід застосовний до всіх типів наземних резервуарів, для яких вплив сонячного світла може призвести до випаровування розчинників і креозоту, що зберігаються. Вплив кольору резервуара обмежений, якщо резервуар уже оснащений плавучим дахом [ [44, COM 2006](#) ].

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення дифузних викидів.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до заводів, що використовують консерванти на основі розчинників або креозот.

#### **Стимул до впровадження**

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

#### **Приклади заводів**

Завод PL-1 у [ [236, TWG 2017](#) ].

**Довідкова література**

[\[ 44, COM 2006 \]](#) [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

**15.4.4.8 Внутрішнє облицювання (наявних) підземних резервуарів для зберігання непроникною плівкою та обладнання їх системою попередження про просочування через облицювання****Опис**

Див. Розділ 15.4.3.6.

**Приклади заводів**

Заводи SE-3, FR-1, FI-1 та DE-8 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

**Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

**15.4.4.9 Закриті контейнери для зберігання****Опис**

Використання закритих контейнерів для зберігання хімічних речовин для обробки.

**Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення/вловлювання дифузних викидів.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

**15.4.4.10 Змішування консервувального розчину в закритій системі****Опис**

Консервувальний розчин змішується в закритій системі (трубопроводи та циркуляційна система) для запобігання дифузним викидам хімічних речовин для обробки.

**Технічний опис**

Консерванти для деревини можуть постачатися на майданчик обробки в концентрованій або готовій для використання формі. Готова до використання форма доставляється безпосередньо в резервуар для зберігання і відводиться в ємність для обробки та з неї. Концентрати можуть постачатися в ІВС контейнерах, а їхній вміст може відводитися з контейнерів за допомогою системи розвантаження. Як альтернатива, концентрований продукт може бути вивантажений із контейнера для наливних вантажів у резервуар для зберігання концентрату. Усі ці переміщення продукту відбуваються в закритому трубопроводі та циркуляційній системі.

**Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення/вловлювання дифузних викидів.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до всіх трьох типів консервантів.

**Стимул до впровадження**

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

**Приклади заводів**

Заводи DK-2, PL-1, UK-1, UK-4, SE-2, SE-3, FR-3, FR-4, FI-1, DE-9, DE-8, IT-1, IT-2, DE-7 та FR-5 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

Довідкова література  
[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

#### **15.4.4.11 Система вловлювання вихлопних газів та система боротьби з викидами в повітря під час огляду та очищення резервуарів для зберігання**

##### **Опис**

Обробка в термічному окиснику або еквівалентні заходи щодо регулювання викидів вихлопних газів, що викидаються під час огляду або очищення резервуарів для зберігання.

Системи уловлювання вихлопних газів під час огляду/очищення резервуарів для зберігання може бути не дуже поширеними. Заходи для безпечної роботи всередині резервуарів відрізняються для заводів, що використовують креозот, та заводів, що використовують консерванти на водній основі.

##### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення/вловлювання дифузних викидів.

##### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до заводів, що використовують консерванти на основі розчинників або креозот.

##### **Стимул до впровадження**

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

##### **Приклади заводів**

Заводи UK-1, SE-3 та DE-5 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

Довідкова література  
[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

#### **15.4.5 Підготовка/кондиціонування деревини**

##### **15.4.5.1 Вимірювання та регулювання вологості деревини перед обробкою**

##### **Опис**

Вологість деревини вимірюється перед обробкою (наприклад, шляхом вимірювання електричного опору або шляхом зважування) та за необхідності регулюється (наприклад, шляхом подальшого витримування деревини), щоб оптимізувати процес просочування та забезпечити необхідну якість продукту [\[ 243, EOS 2016 \]](#).

##### **Технічний опис**

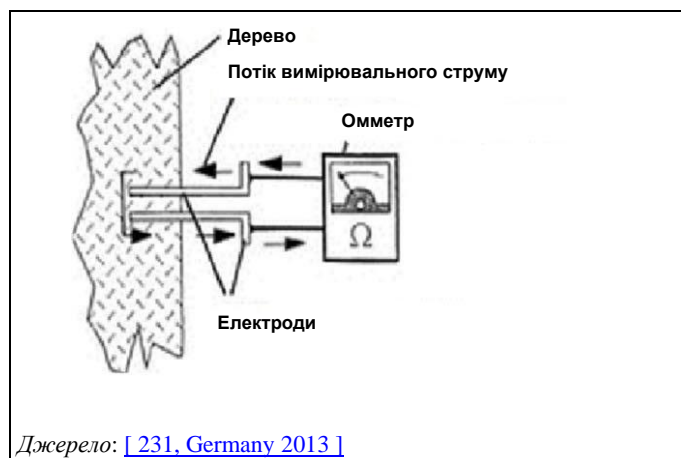
Деякі процеси просочування потребують певного рівня вологості деревини для досягнення оптимального результату просочування. Вимірювання вологості деревини перед просочуванням та, за необхідності, регулювання вологості деревини забезпечують необхідну якість просоченої деревини. Деревина із неоптимальним вмістом води доводиться до оптимального рівня вологості перед обробкою (наприклад, шляхом довшої витримки (повітряне сушіння) або активного сушіння (сушіння в печі)). У такий спосіб можна уникнути необхідності повторного просочування.

Визначення вмісту води («готовність до просочування») може бути виконано наступним чином:

- a) вимірювання електричного опору (ручне або автоматизоване);
- b) процедури зважування;

##### **a) Вимірювання електричного опору**

Електричний опір деревини збільшується зі зменшенням вологості. Електричний опір вимірюється й переводиться в значення вологості. Основний принцип кондуктометричного вимірювання вологості деревини показаний на Рисунок 15.26.



**Рисунок 15.26: Основний принцип кондуктометричного вимірювання вологості деревини**

Вимірювання виконується або вручну за допомогою ручного пристрою для вимірювання електричного опору (див. Рисунок 15.27 нижче), або виконується автоматично [ 231, Germany 2013 ].



**Рисунок 15.27: Ручне вимірювання вологості деревини**

Автоматичний вимір електричного опору підтримується комп'ютером, а вимірні значення можуть бути зареєстровані та задокументовані в цифровому вигляді.

Приклад процедури автоматичного вимірювання (застосовуваної під час виробництва стовпів) наведено нижче [ 231, Germany 2013 ]:

- Передавальний стіл для автоматичного розділення завантаження та подання окремих колод до вимірювальної системи.
- Електроди проникають приблизно на 5–6 см (межа заболоні та серцевини) у необроблену деревину (у випадку стовпів зона вимірювання зазвичай розташована на межі ґрунту й повітря, оскільки приблизно шоста частина стовпа вкопана в землю).
- Чотири приймачі/датчики використовуються для виявлення скупчень вологи (які, зокрема, виникають під час зберігання деревини).
- Якщо результати вимірювання вологості не є оптимальним, вимірювання повторюється в точках на 30 см вище та нижче першої точки вимірювання. Якщо після другого вимірювання вміст вологи не є правильним, необроблену деревину необхідно додатково висушити.

- Коли досягається оптимальний вміст вологи, кожному стовпу дається номер, і він транспортується в ємність для обробки, де виконується просочування.

#### b) Процедури зважування

Інформацію не надано.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Вимірювання вологості деревини забезпечує необхідну якість просоченої деревини та сприяє скороченню використання необхідних ресурсів, таких як консерванти для деревини, деревина та енергія (шляхом уникнення повторного просочування, подовження тривалості строку служби виробів та скорочення/запобігання передчасному виходу з ладу) [[231, Germany 2013](#)].

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

- За інформацією від операторів – проста, міцна та надійна технологія.
- Значне зниження показника повернення (завод DE-2 (у [[231, Germany 2013](#)]) зазначив, що показник повернення був знижений із 30% до 15%), що дало змогу оптимізувати використання сховища.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Вимірювання та регулювання вологості деревини перед обробкою застосовні тільки в тому випадку, якщо потрібна деревина з певним вмістом вологи.

Визначення вмісту вологи шляхом вимірювання електричного опору застосовне до деревини з вологістю від 7% до 30% [[231, Germany 2013](#)].

#### **Економічні аспекти**

##### Ручне вимірювання опору

Інформацію не надано, але витрати загалом вважаються низькими.

##### Автоматичне вимірювання опору

- Інвестиційні витрати на Завод DE-3: близько 300 000–400 000 євро (термін окупності близько 10 років).
- Експлуатаційні витрати заводу DE-3: електроди: 1 штафт = 4 євро (витрата штафтів приблизно 350–400 шт./рік).
- Орієнтовні витрати на персонал заводу DE-3: 70–80 тисяч євро/рік (1,5 робітника).
- Запобігання виходу з ладу і відповідна гарантія можуть бути дуже дорогими (250–500 євро на новий стовп та приблизно 1000 євро за заміну стовпа; витрати на навчання та встановлення) [[231, Germany 2013](#)].

#### **Стимул до впровадження**

- Вища якість продуктів.
- Точне визначення вологості деревини є особливо важливим у випадку застосування неповзучих консервантів для деревини [[231, Germany 2013](#)].

#### **Приклади заводів**

Ручні пристрої для визначення вологості необробленої деревини використовуються у всій Європі, більшість заводів повідомили про їх використання в процесі збору даних [[236, TWG 2017](#)].

Зокрема, на заводі DE-3 використовується автоматичне вимірювання опору, а на заводах DE-1 та DE-2 використовується ручне вимірювання опору (ручний пристрій) у [[231, Germany 2013](#)].

#### **Довідкова література**

[[231, Germany 2013](#)] [[236, TWG 2017](#)] [[243, EOS 2016](#)]

### 15.4.5.2 Видалення сміття перед обробкою

#### Опис

Сміття (наприклад, тирса, тріска) видаляється з поверхні деревини/деревного продукту перед обробкою (наприклад, шляхом продування повітрям партії деревини, що підлягає обробці).

#### Технічний опис

Доступні різні методи видалення сміття із поверхні деревних продуктів; одним зі способів є – «продування». Продування повітрям партії деревини, що підлягає обробці, видаляє тирсу та інші «забруднення».

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення потреби в повторній обробці, скорочення споживання хімічних речовин та скорочення утворення відходів (наприклад, кількість осаду в ємності для обробки).

#### Стимул до впровадження

Підвищення виходу, покращені умови експлуатації.

#### Приклади заводів

Заводи PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, SE-3, FR-4, FI-1, DE-8, DE-9, IT-2 та FR-5 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### Довідкова література

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### 15.4.5.3 Видалення пластикової упаковки з пакетів деревини перед обробкою.

#### Опис

Пластикові упаковки знімаються з пакетів деревини, щоб консерванти для деревини не затримувалися пластиком та не виділялися після обробки (наприклад, у вигляді крапель) або не утворювали шкідливих відходів (наприклад, відходів забрудненого пластику).

#### Технічний опис

Пакети лісоматеріалу завжди транспортуються захищеними плівкою на основі пластику для захисту деревини та запобігання вбиранню нею вологи протягом усього часу від підготовки до кінцевого застосування. Такі пластикові плівки можуть затримувати консервувальний розчин для деревини в складках пластику, який може викидатися з обробленого пакета під час його переміщення. Пластик також забруднюється консервантом для деревини, і з ним необхідно поводитися як зі шкідливими відходами [\[ 243, EOS 2016 \]](#).

#### Досягнуті екологічні переваги

Відсутнє затримування розчину для обробки, що запобігає розливам/забруднення ґрунту.

Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується тільки до деревини/деревних продуктів, які доставляються на завод із хімічного захисту деревини в упаковці. Стовпи, наприклад, можуть доставлятися без упаковки [Завод IT-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)].

#### Стимул до впровадження

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

#### Приклади заводів

Заводи DK-2, PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, SE-3 та FI-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### Довідкова література

[\[ 236, TWG 2017 \]](#) [\[ 243, EOS 2016 \]](#)

### 15.4.5.4 Оптимізація завантаження деревини

#### Опис

Те, як деревина або деревні продукти комплектуються/складаються або завантажуються в ємність для обробки, впливає не тільки на якість обробленої деревини, але й на викиди в результаті процесу. Основними принципами оптимізованого завантажування деревини є вільний доступ, вільне зливання та відсутність затримування розчину консерванту. Це досягається шляхом:

- a) розділення деревини в пакетах за допомогою прокладок;
- b) нахилу пакетів деревини в традиційних горизонтальних ємностях для обробки;
- c) використання нахильних ємностей для обробки під тиском;
- d) оптимізованого розміщення фігурних дерев'яних деталей;
- e) закріплення пакетів деревини;
- f) максимізації завантаження деревини.

Завантажувальне обладнання (що використовується для вилучення обробленої деревини з ємності для обробки) сконструйовано так, щоб запобігти перенесенню хімічних речовин для обробки.

#### Технічний опис

Можна застосувати кілька технологій для оптимізації підготовки завантаження деревини (тобто як деревина завантажується в ємність для обробки). Основна мета полягає в тому, щоб забезпечити вільний рух розчину консерванту через деревні продукти для забезпечення якості просочування, але водночас ці заходи забезпечують оптимальне зливання консервувального після обробки, що скорочує споживання та винесення консервантів, а також ризик викиду в довкілля. Застосовуються такі заходи:

#### a) *Розділення деревини в пакетах за допомогою підкладок*

Лісоматеріали, що обробляються пакетами, зазвичай мають прокладки (наклейки). Вони розміщуються в пакеті через рівні інтервали для полегшення потоку хімічних речовин для обробки через пакет, а також сприяння зливанню та відновленню надлишків хімічних речовин для обробки після обробки. Проте в деяких випадках (наприклад, для облицювання) прокладки не можна використовувати, оскільки вони залишають сліди на поверхні деревини [ 243, EOS 2016 ].

#### b) *Нахил пакетів деревини в традиційних горизонтальних ємностях для обробки*

Пакети деревини нахилені у ємності для обробки для полегшення потоку хімічних речовин для обробки та стікання після обробки.

Під час обробки зануренням система гідравлічних циліндрів використовується під час фази стікання крапель.

#### c) *Використання нахильних ємностей для обробки під тиском*

Деякі більші автоклавні заводи з великою кількістю деревини, що пропускається через систему, використовують нахильні ємності як альтернативу. Вони дають змогу нахилити всю ємність після обробки; надлишок хімічних речовин для обробки легко стікає й може бути вилучений із дна ємності.

#### d) *Оптимізоване розміщення фігурних дерев'яних деталей*

Фігурні дерев'яні деталі розміщуються так, щоб запобігти затримуванню хімічних речовин для обробки.

#### e) *Закріплення пакетів деревини*

Пакети деревини закріплюються всередині ємності для обробки для обмеження руху деревних деталей, що може змінити структуру пакета та знизити ефективність просочення. Існує низка варіантів, що використовуються залежно від пакетів/товарів, що обробляються:

1. Ремені або ланцюги для кріплення лісоматеріалів до візка. Це забезпечує найбільшу гнучкість і дає змогу класти нерівні пакети та маленькі пакети поверх інших пакетів тощо. Більшість заводів працюють у такий спосіб.



2. Бічні важелі на візку дають змогу лісоматеріалам рухатися під час обробки, але потім повертатися на візок, коли ємність спорожнюється. Вони використовуються нечасто, але добре працюють, коли розмір пакета близький до розміру ємності. Зверху пакетів розміщуються подушки для лісоматеріалів, щоб пакети не ударялися об верхню частину ємності.
3. Гідравлічне затискання лісоматеріалів усередині ємності. Може застосовуватися з візком або без нього, залежно від конструкції системи транспортування лісоматеріалів. Найкраще це працює, коли пакети мають однакові розміри. У випадку великої різниці у висоті пакетів поверх невеликих пакетів розміщуються додаткові прокладки, щоб вирівняти матеріал, що завантажується, та забезпечити утримування пакетів затискачами [242, EWPM/WEI 2016].

#### *f) Максимізація завантаження деревини*

Завантаження деревини у ємність для обробки максимізується для забезпечення найкращого співвідношення між деревиною для обробки та хімічними речовинами для обробки.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Менше споживання консервантів, енергії тощо завдяки рідшим випадкам повторної обробки, а також менше утворення відходів та менші викиди консервувального розчину.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Використання нахильних ємностей для обробки під тиском можна розглядати як технологію, застосовну до нових заводів або до капітально модернізованих заводів.

#### **Економічні аспекти**

Через вищі інвестиційні витрати на нахильні ємності для амортизації потрібен великий обсяг деревини/пропускання деревини через систему.

#### **Стимул до впровадження**

Підвищення виходу, покращені умови експлуатації.

#### **Приклади заводів**

Широко застосовується, повідомляється більшістю заводів, що беруть участь у зборі даних.

#### **Довідкова література**

[236, TWG 2017] [242, EWPM/WEI 2016] [243, EOS 2016]

## **15.4.6 Процес нанесення консервантів / Процес без тиску**

### **15.4.6.1 Закриття процесу розпилення та розпилювальних тунелів (із системою видалення газу та боротьби з викидами)**

#### **Опис**

Процеси розпилення закриті, а надлишок розпилення збирається та повторно використовується в приготуванні консервувального розчину для деревини для запобігання викидам аерозольних частинок від процесу захисту деревини та деревних продуктів за допомогою хімічних речовин для обробки на водній основі.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів у повітря.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Споживання енергії на виділення та очищення.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

#### Стимул до впровадження

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

Довідкова література

[ [212, TWG 2018](#) ]

### 15.4.6.2 Закриття процесу у ваннах: занурення (із системою видалення газу та боротьби з викидами)

#### Опис

Закриття процесу, де це можливо, щоб повітря можна було витягувати та очищати за допомогою обладнання для боротьби з викидами, термічного окиснення або адсорбції з відновленням розчинника.

#### Технічний опис

Викиди в повітря в процесах у ванні (занурення) можна зменшити шляхом закриття процесу, а також видалення та очищення газоподібних викидів. Можливі різні технічні рішення:

- Наявність кришки на резервуарі під час занурення деревини/деревного продукту в консервант на основі розчинника та наявність витяжної системи з обробкою пари [ [247, Belgium 2014](#) ].
- Уловлювання вихлопних газів для обробки в гарячих та холодних ваннах (креозотом) (див. Розділ 15.4.13.2).

#### Досягнуті екологічні переваги

- Зменшення/вловлювання дифузних викидів.
- Зменшення викидів у повітря, особливо ЛОС та ПАВ.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Споживання енергії на виділення та очищення.

#### Стимул до впровадження

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

Довідкова література

[ [247, Belgium 2014](#) ]

### 15.4.6.3 Одностінні ємності для обробки з достатньо великою та стійкою до консерванту для деревини системою утримування, загороджувальним пристроєм та автоматичним пристроєм для виявлення витоків

#### Опис

У разі використання одностінних ємностей для обробки застосовуються достатньо велика та стійка до хімічних речовин система утримування, загороджувальний пристрій та автоматичний пристрій для виявлення витоків.

#### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення викидів у ґрунт та підземні води, пов'язаних із розливами, капанням та випадковими викидами хімічних речовин для обробки.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

#### Стимул до впровадження

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

**Приклади заводів**

Заводи UK-4, FI-1, DE-8 та FR-5 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

**Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

**15.4.6.4 Ємності для обробки з подвійними стінками з автоматичним пристроєм для виявлення витоків****Опис**

Використання ємностей для обробки з подвійними стінками з автоматичними пристроями для виявлення витоків.

**Технічний опис**

Використовуються ємності для обробки з подвійними стінками, у яких другий шар служить альтернативою системи утримування. Автоматичні пристрої виявлення витоків використовуються для сповіщення оператора в разі непередбачуваного витоку, розриву або несправності ємностей.

**Досягнуті екологічні переваги**

Скорочення викидів у ґрунт та підземні води, пов'язаних із розливами, капанням та випадковими викидами хімічних речовин для обробки.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

**Стимул до впровадження**

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

**Приклади заводів**

Заводи DK-2, FR-3, DE-7 та DE-8 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

**Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

**15.4.6.5 Достатній час стікання після обробки (стікання крапель у ємність для обробки)****Опис**

Після обробки надається достатній час для стікання, щоб дати надлишкам розчину для обробки на обробленій деревині змогу стікати в ємність для обробки або повернутися через крeплевловлювач у ємність для обробки (див. також Розділ 15.4.8.5).

**Технічний опис**

Після обробки консервантами оброблену деревину тримають протягом мінімального часу над ємністю для обробки, щоб дати можливість надлишкам розчину для обробки стікати в ємність для обробки, або деревину тримають над крeплевловлювачем, який нахилений у бік ємностей для обробки та дає можливість краплям стікати у ємності для занурення, що дає змогу уникнути викиду консервантів із резервуарів або ємностей.



**Рисунок 15.28: Приклад краплевловлювача з розчином для обробки крапель, що стікає назад у ємність для обробки**

**Досягнуті екологічні переваги**

- Запобігання забрудненню ґрунту та підземних вод.
- Скорочення споживання хімічних речовин для обробки.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

**Стимул до впровадження**

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

**Приклади заводів**

Заводи UK-4, SE-3, FR-3, FR-5, FI-1, DE-7 та DE-8 у [ 236, TWG 2017 ].

**Довідкова література**

[ 236, TWG 2017 ]

## 15.4.7 Процес нанесення консервантів / Процес під тиском

### 15.4.7.1 Запобіжні особливості конструкції для ємностей для обробки під тиском (автоклавів)

**Опис**

Запобіжні особливості конструкції для ємностей для обробки під тиском (автоклавів) передбачають такі технології:

- а) Засоби контролю процесу, що запобігають роботі ємності для обробки, якщо двері не зачинені та герметизовані.

- b) Засоби контролю процесу, що запобігають відкриванню ємності для обробки, коли вона перебуває під тиском та/або наповнена консервувальним розчином.
- c) Фіксатор для дверей ємності для обробки.
- d) Використання та технічне обслуговування запобіжних клапанів.

#### Технічний опис

- a) Двері ємності для обробки зачиняються та герметизуються після завантаження ємності та до початку здійснення обробки. Передбачені засоби контролю процесу, що запобігають роботі ємності для обробки, якщо двері не зачинені та герметизовані.
- b) Засоби контролю показують тиск та присутність рідини у ємності для обробки. Вони запобігають відчиненню дверей ємності для обробки, поки вона досі під тиском та/або наповнена.
- c) Двері ємності для обробки обладнані фіксатором для запобігання витоку рідини в разі необхідності відчинення дверей ємності для обробки в надзвичайній ситуації (наприклад, у разі порушення ущільнення дверей). Фіксатор дає змогу частково відкрити двері, щоб скинути тиск, водночас утримуючи рідини.
- d) Ємності для обробки обладнані запобіжними клапанами для захисту ємностей від надмірного тиску. Скидання через клапан спрямовується в резервуар достатньої місткості. Запобіжні клапани регулярно перевіряються (наприклад, раз на 6 місяців) на наявність ознак корозії, забруднення або неправильного встановлення, а також очищаються та/або ремонтуються за необхідності.

#### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення викидів у ґрунт та підземні води, пов'язаних із розливами, капанням та випадковими викидами хімічних речовин для обробки.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

#### Стимул до впровадження

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

#### Приклади заводів

Широко застосовується, повідомляється більшістю заводів, що беруть участь у зборі даних.

#### Довідкова література

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### 15.4.7.2 Контроль викидів у повітря з вихлопу вакуумного насоса

#### Опис

Повітря, що витягується з ємностей для обробки (тобто, на виході з вакуумного насоса), очищується (наприклад, у сепараторі для розділення пари та рідини).

#### Технічний опис

*Приклад заводу: DE-1 (змішаний: WB та C) у [ 231, Germany 2013 ]*

Вакуумні насоси використовуються для створення вакууму в ємності для обробки. Для запобігання потраплянню аерозольних частинок у довкілля, витягне повітря з ємностей для обробки на водній основі спрямовується до відстійного резервуара (5 м<sup>3</sup>), у якому міститься охолоджувальна вода вакуумного насоса.

Про використання сепараторів рідини на стороні скидання вакуумних насосів для уникнення викиду консервантів у вигляді аерозольних частинок також повідомлялося як про використовувану технологію, але жодної інформації не було надано [\[ 248, Austria 2014 \]](#).

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів у повітря/аерозольних частинок.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до всіх типів консервантів.

#### **Приклади заводів**

Завод DE-1 у [\[ 231, Germany 2013 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 231, Germany 2013 \]](#) [\[ 248, Austria 2014 \]](#)

### **15.4.7.3 Скорочення викидів у повітря під час відкривання ємності для обробки**

#### **Опис**

Достатній час для стікання та конденсації допускається між періодом скидання тиску та відкриванням ємності для обробки.

#### **Технічний опис**

Для запобігання або зменшення утворення аерозольних частинок та викидів у повітря процеси під тиском можуть працювати з фазою стікання крапель та/або конденсації наприкінці процесу просочування перед відкриванням ємності для обробки для видалення обробленої деревини [\[ 230, VDI 2014 \]](#).

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів у повітря/аерозольних частинок.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

#### **Стимул до впровадження**

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

#### **Приклади заводів**

Широко застосовується, повідомляється більшістю заводів, що беруть участь у зборі даних.

#### **Довідкова література**

[\[ 230, VDI 2014 \]](#) [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### **15.4.7.4 Створення кінцевого вакууму для видалення надлишку хімічних речовин для обробки з поверхні обробленої деревини**

#### **Опис**

Для уникнення стікання крапель у ємності для обробки застосовується кінцевий вакуум перед відкриванням для видалення надлишків хімічних речовин для обробки з поверхні обробленої деревини.

#### **Технічний опис**

Останньою фазою процесу під тиском є етап кінцевого вакууму, який відбувається після спорожнення від хімічних речовин для обробки та перед відкриванням ємності для обробки. Під час цієї фази надлишки хімічних речовин для обробки видаляються, а стікання крапель мінімізується.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів у повітря.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Створення кінцевого вакууму може бути не потрібно, якщо видалення надлишку хімічних речовин для обробки з поверхні обробленої деревини забезпечується створенням належного початкового вакууму (наприклад, менше ніж 50 мбарів).

**Стимул до впровадження**

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

**Приклади заводів**

Широко застосовується, повідомляється більшістю заводів, що беруть участь у зборі даних.

**Довідкова література**

[ІТ коментар №104 У [\[ 212, TWG 2018 \]](#) [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

**15.4.8 Кондиціонування після обробки та тимчасове зберігання****15.4.8.1 Покрівля з жолобом****Опис**

Дах, що покриває зони, де зберігаються або переміщуються хімічні речовини для обробки (тобто зони зберігання хімічних речовин для обробки, зони для обробки, подальшої обробки та тимчасового зберігання, труби та системи каналів для хімічних речовин для обробки, установки для відновлення/обробки креозоту), захищає свіжооброблену деревину від погодних умов/опадів. Дошова вода не потрапляє на установку просочування та запобігає вимиванню хімічних речовин для обробки.

**Технічний опис**

*Приклад заводу: DE-2* у [\[ 231, Germany 2013 \]](#)

Зона рейок для вилучення, а також зона транспортування до місць зберігання щойно просоченої деревини (зберігання під дахом принаймні 2 дні, часто довше) закриті та захищені з боків від вітру та дощу (будується новий дах: дах, крокви/прогінна конструкція даху з профнастилом із частковим ізолюванням та покрівельним покриттям із ПВХ). Відповідна площа даху становить близько 2500 м<sup>2</sup>.

*Приклад заводу: DE-4* у [\[ 231, Germany 2013 \]](#)

Покрівля в зоні ванн та зоні стікання призначена для захисту від дощу та дощу з вітром, а також є додаткове обладнання для запобігання потраплянню поверхневих вод.

Нахил прилеглих зон транспортування спрямований у бік від будівлі, щоб поверхневі води не могли потрапити до зони просочування.

Покрівля в зоні фіксації служить захистом від дощу та дощу з вітром, а також вимивання незафіксованих консервантів для деревини.

Зберігання під дахом залежить від властивостей продукту, а також геометрії просоченої деревини. Крім того, час фіксації залежить від застосовуваних консервантів для деревини та погодних умов. З весни до осені час фіксації становить приблизно 24 години. Щодо зимових місяців немає репрезентативних даних. Площа даху в районі ванн та зони стікання становить приблизно 150–200 м<sup>2</sup> (що еквівалентно даху в районі ванн, включно із зоною стікання без зони фіксації та зберігання просочувальних засобів). Дах зони фіксації має площу близько 200 м<sup>2</sup>.



Джерело: [ 231, Germany 2013 ]

**Рисунок 15.29: Приклад покриття даху в районі ванн (Завод DE-4)**

#### **Досягнуті екологічні переваги**

*Приклад заводу: DE-2 у [ 231, Germany 2013 ]*

Після просочування оброблену деревину транспортують і зберігають виключно під дахом не менше 2-х діб до повної фіксації (через 48 годин) самофіксувального консерванту для деревини. Це забезпечує, що консерванти деревини не зможуть змитися дощем до повної фіксації.

*Приклад заводу: DE-4 у [ 231, Germany 2013 ]*

Після просочення деревину зберігають у сухому вигляді до повної фіксації в зоні фіксації. Це забезпечує, що консерванти деревини не зможуть змитися дощем до повної фіксації.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

*Приклад заводу: DE-2 у [ 231, Germany 2013 ]*

Запобігається вимивання незафіксованих консервантів для деревини.

*Приклад заводу: DE-4 у [ 231, Germany 2013 ]*

Завдяки наявній системі зливання та подальшому зберіганню в зоні фіксації (критій) забезпечується завершення фіксації та мінімізація вимивання незафіксованого консерванту для деревини.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Немає.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Технологія загальнозастосовна як на наявних, так і на нових установках [ 231, Germany 2013 ].

#### **Економічні аспекти**

*Приклад заводу: DE-2 у [ 231, Germany 2013 ]*

- Інвестиційні витрати: приблизно 40 євро/м<sup>2</sup> поверхні даху.
- Експлуатаційні витрати та витрати на технічне обслуговування є незначними.

*Приклад заводу: DE-4 у [ 231, Germany 2013 ]*

- Інвестиційні витрати: немає даних, оскільки зона просочування розташована в цеху.
- Експлуатаційні витрати та витрати на технічне обслуговування є незначними.

#### **Стимул до впровадження**

*Приклад заводу: DE-2 у [ 231, Germany 2013 ]*



- Гарантія якості (запобігає вимиванню консервантів деревини опадами).
- Захищає технологічний цикл від зливових вод (інакше через вхідний жолоб зони зберігання в піддон потрапляло б забагато опадів).

#### Приклади заводів

DE-2 та DE-4 у [\[ 231, Germany 2013 \]](#).

#### Довідкова література

[\[ 230, VDI 2014 \]](#) [\[ 231, Germany 2013 \]](#)

### 15.4.8.2 Захист від атмосферного впливу для зберігання обробленої деревини

#### Опис

Постійний захист від атмосферного впливу (наприклад, покрівля, брезент) використовується для зони зберігання обробленої деревини, якщо це вимагається в дозволі за Регламентом про біоцидні продукти для консерванту деревини, що використовується для обробки.

#### Технічний опис

Після того, як свіжооброблена деревина вважається сухою за результатами випробування на краплі, пакети деревини видаляють з ізольованої/обвалованої й критої зони. У певний період після обробки активні інгредієнти консервантів для деревини повинні вступити в реакцію з компонентами деревини, щоб закріпитись у деревині. У цей період необхідно мінімізувати ризик вимивання хімічних речовин для обробки осадами, щоб забезпечити ефективність процесу захисту, а також запобігти викидам у ґрунт та підземні води. З цією метою оброблена деревина зберігається під постійним захистом від атмосферного впливу (наприклад, покрівля, брезент).

#### Приклад заводу: IT-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

Свіжооброблену деревину зберігають у критій не менше 2 годин після обробки зі збором крапель. Коли деревина вважається сухою (без крапель), вона переміщається та зберігається в критих штабелях під брезентом не менше 24 годин до повної фіксації консервантів для деревини.

#### Досягнуті екологічні переваги

Підвищена ефективність процесу захисту та запобігання забрудненню ґрунту та підземних вод.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Необхідні крани та рами для розміщення брезенту на деревині.

#### Стимул до впровадження

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

#### Приклади заводів

Завод IT-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

#### Довідкова література

[DE коментар №410 / IT коментарі №109, 108 та 110 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#) [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### 15.4.8.3 Фіксація парю (автоклав) або теплим повітрям (кліматична камера) після обробки консервантом

#### Опис

Для деревини, обробленої консервантами, що не фіксуються, можна застосовувати фіксацію парю. Деревина поміщається в закриту ємність для обробки (без підвищення тиску) і «промивається» парю. Використовуються вентилятори

для циркуляції пари в ємності для обробки, поки не буде досягнуто бажаної фіксації [ 231, Germany 2013 ].

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Мінімізація вимивання консервантів, що не фіксуються.

#### **Приклади заводів**

Заводи FI-1 та SE-2 у [ 236, TWG 2017 ]

#### **Довідкова література**

[ 231, Germany 2013 ] [ 236, TWG 2017 ]

### **15.4.8.4 Уникнення контакту свіжообробленої деревини з підлогою**

#### **Опис**

Уникнення контакту свіжообробленої деревини з підлогою та достатня вентиляція на рівні підлоги, що прискорює висихання.

#### **Технічний опис**

*Приклад заводу: IT-1* у [ 236, TWG 2017 ]

Оброблена деревина зберігається в штабелях, що підтримуються великими стовпами та бетонними блоками, щоб відокремити деревину від підлоги.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Запобігання забрудненню ґрунту та підземних вод.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

#### **Стимул до впровадження**

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

#### **Приклади заводів**

Широко застосовується, повідомляється більшістю заводів, що беруть участь у зборі даних.

#### **Довідкова література**

[IT коментар №112 у [ 212, TWG 2018 ] [ 236, TWG 2017 ]

### **15.4.8.5 Видалення обробленої деревини з ізолюваної/обвалованої зони тільки після того, як вона буде вважатись сухою за допомогою випробування на краплі**

#### **Опис**

Щоб дати надлишкам хімічних речовин для обробки змогу стікати назад у ємність для обробки, оброблену деревину/пакети деревини тримають над ємністю для обробки або над краплевлловлювачем протягом достатнього часу після обробки та перед переміщенням у зону сушіння після обробки.

Потім перед тим, як покинути зону сушіння після обробки, оброблена деревина/пакети деревини, наприклад, підіймаються за допомогою механічних засобів і підвішуються мінімум на 5 хвилин. Якщо не відбувається стікання крапель розчину для обробки, деревина вважається сухою.

#### **Технічний опис**

Після обробки з деревини/пакетів деревини будуть продовжувати стікати краплі консервувального розчину, поки вони не вважатимуться сухими. Це стікання крапель пов'язане не з хімічною фіксацією в обробленій деревині, а

з надлишком консерванту, який не був відведений назад у процес під час етапу вакуумування.

Щоб вважатися сухим, пакет треба, наприклад, підняти за допомогою механічних засобів та підвісити мінімум на 5 хвилин. Протягом цього періоду на пакеті не повинно утворюватися або стікати крапель розчину для обробки. Пакети деревини залишаються в зоні сушіння після обробки, поки пакети не будуть вважатися сухими [ 235, UK DEFRA 2013 ].

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Запобігання забрудненню ґрунту та підземних вод.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Час сушіння залежить від особливостей заводу, як-от місце розташування, сезонність та метеорологічні умови, які можуть змінюватися щодня. Випробування на краплі забезпечує, що пакети деревини видаляються з ізолюваної/обвалованої зони лише після того, як вони будуть вважатися сухими. Це також дає підтвердження стану пакетів, що фіксується.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Випробування на краплі виконується як частина процесу транспортування. Оброблену деревину/пакети деревини підіймають за допомогою механічних засобів та утримують для завершення випробування на краплі. Деревину/пакети деревини, що не пройшли випробування, переміщують, щоб забезпечити подальше сушіння в ізолюваній/обвалованій зоні.

#### **Стимул до впровадження**

Запобігання перенесенню хімічних речовин для обробки з ізолюваної/обвалованої зони на негерметичну підлогу.

#### **Приклади заводів**

Заводи UK-4, FI-1, DE-7, DE-8 та FR-5 у [ 236, TWG 2017 ].

#### **Довідкова література**

[ 235, UK DEFRA 2013 ] [UK коментар №168 у [ 212, TWG 2018 ]] [ 236, TWG 2017 ]

## 15.4.9 Мінімізація, управління та обробка відходів на об'єкті

### 15.4.9.1 Рециркуляція зібраних крапель та розливів хімічних речовин для обробки

#### Опис

Краплі та розливи консервантів/хімічних речовин для обробки, зібрані із системи утримування/обвалування, піддонів для крапель або непроникних підлог, рециркулюються до системи хімічних речовин для обробки.

#### Технічний опис

Після видалення з резервуару для обробки пакети деревини зберігаються в ізольованій/обвалованій зоні для забезпечення достатнього часу для стікання крапель. Краплі збираються у системах утримування/обвалування або піддонах для крапель. Рідини спрямовуються до системи хімічних речовин для обробки за допомогою вакуумного насоса (див. Розділ 15.4.3.5). В ідеалі рідини фільтруються для видалення небажаних матеріалів (наприклад, частинок деревини).

#### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення утворення відходів та стічних вод, запобігання або скорочення викидів у ґрунт та підземні води, скорочення споживання хімічних речовин для обробки.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовність може бути обмежена, якщо об'єм зібраної рідини невеликий, що обмежує потік.

У випадку креозоту або консервантів для деревини на основі летких органічних розчинників неможливо рециркулювати воду, забруднену консервантом, назад у продукт, і такі рідини мають збиратися та утилізуватися відповідно до законодавства про шкідливі відходи.

#### Економічні аспекти

Знижені витрати на хімічні речовини для обробки.

#### Стимул до впровадження

Утримування крапель із пакетів деревини під час кондиціонування після обробки та тимчасового зберігання.

#### Приклади заводів

Заводи DE-6, DE-7, DE-9, DE-8, DK-1, FI-1, FR-5, FR-3, FR-4, IT-2, IT-1, PL-1, SE-2, SE-3, UK-2, UK-3 та UK-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

#### Довідкова література

[\[ 236, TWG 2017 \]](#) [UK коментар №166 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)]

### 15.4.9.2 Безтарне постачання хімічних речовин для обробки

#### Опис

Постачання хімічних речовин у резервуарах для зменшення кількості упаковки.

#### Технічний опис

Безтарне постачання хімічних речовин для обробки, що часто використовуються, зменшує кількість упаковки, необхідної для операцій постачання.

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшена кількість відходів, що спрямовуються на утилізацію.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

**Приклади заводів**

Заводи PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, IT-1, SE-2, SE-3, FR-1, FI-1, DE-5 та IT-2 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

**Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

**15.4.9.3 Використання багаторазових контейнерів****Опис**

Багаторазові контейнери, що використовуються для хімічних речовин для обробки (наприклад, контейнери ІВС) повертаються постачальнику для повторного використання.

**Досягнуті екологічні переваги**

Зменшена кількість відходів, що спрямовуються на утилізацію.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

**15.4.9.4 Розділення шкідливих та нешкідливих відходів у джерелі та роздільне зберігання****Опис**

Відходи зберігаються у відповідних контейнерах або на герметичних поверхнях, а шкідливі відходи зберігаються окремо в спеціально відведеній захищеній від атмосферного впливу та ізольованій/обвалованій зоні.

**Технічний опис**

Усі потоки відходів, що утворюються на заводі, зберігаються у відповідних контейнерах або на герметичних поверхнях. Шкідливі відходи (наприклад, відходи, забруднені консервантами для деревини) зберігаються окремо в захищеній від атмосферного впливу та ізольованій/обвалованій зоні.

**Досягнуті екологічні переваги**

Запобігання забрудненню ґрунту та підземних вод.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

**Стимул до впровадження**

Зниження екологічних ризиків, пов'язаних із поводженням з відходами

**Приклади заводів**

Заводи DE-5, DE-9, DE-8, DK-1, FI-1, FR-5, FR-1, IT-2, IT-1, PL-1, SE-3, UK-1, UK-2, UK-3 та UK-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

**Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

**15.4.9.5 Повторне використання, переробка та відновлення відходів****Опис**

Відходи, що утворюються до та після просочування (відходи деревини), можна використовувати для відновлення енергії або матеріалів шляхом спрямування їх на уповноважений завод.

#### **Технічний опис**

Відходи деревини (навіть просочені) спрямовуються на уповноважений завод для відновлення енергії або матеріалу.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Оптимізація управління відходами та скорочення кількості відходів, що спрямовуються на остаточну утилізацію.

#### **Приклади заводів**

Заводи DK-1, DK-2, FI-1, FR-1, IT-2, IT-1, PL-1, SE-3, UK-1, UK-3 та UK-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### **Довідкова література**

[IT коментар №91 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)] [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### **15.4.9.6 Відновлення та повторне використання восків та олій**

#### **Опис**

Коли воски та олії використовуються для просочення, надлишки воску та олій із процесу просочення відновлюються та використовуються повторно.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Скорочення утворення відходів та скорочення споживання воску та олій.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

#### **Стимул до впровадження**

Підвищена ефективність використання ресурсів.

#### **Приклади заводів**

Завод IT-2 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### **15.4.9.7 Збирання відходів деревини, оброблених консервантом, для належного відновлення або утилізації як шкідливих відходів**

#### **Опис**

Оброблені відходи деревини збираються та спрямовуються на регенерацію енергії (див. Розділ 15.4.9.5) або утилізацію як шкідливих відходів.

#### **Приклади заводів**

Заводи DE-5, DE-9, DE-8, DK-1, FI-1, FR-5, FR-1, IT-1, PL-1, SE-2, SE-3, UK-1, UK-2, UK-3 та UK-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### **15.4.9.8 Збирання залишків консерванту та осадів для належної утилізації як шкідливих відходів**

#### **Опис**

Краплі та розливи хімічних речовин для обробки, зібрані в зонах, де зберігаються або переміщуються хімічні речовини для обробки, стікають через герметизовану поверхню всередині ізолюваної/обвалованої та критої робочої зони та збираються до відстійника перед поверненням у систему обробки.

Осад, що утворюється на дні відстійника через захоплення дрібного гравію та деревних волокон хімічними речовинами для обробки, періодично видаляється та утилізується як шкідливі відходи.

#### Технічний опис

Осад відходів, що накопичується у відстійнику для хімічних речовин для обробки, видаляється фізичними засобами та поміщається в систему утримування, наприклад, бочки, які потім герметизуються і зберігаються до належної утилізації у якості шкідливих відходів.

#### Досягнуті екологічні переваги

Запобігає викиду хімічних речовин для обробки за межі ізолюваної/обвалованої робочої зони.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

#### Стимул до впровадження

Осад накопичується у відстійнику для збору консервантів, і це обмежує місткість відстійника. Великі обсяги осаду збільшують ризик перенесення в систему обробки та пов'язаних із цим експлуатаційних проблем, які можуть виникнути.

#### Приклади заводів

Заводи DE-6, DE-5, DE-8, FI-1, FR-5, FR-1, IT-2, IT-1, PL-1, SE-2, SE-3, UK-1, UK-2, UK-3 та UK-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### Довідкова література

[UK коментар №167 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#) [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### 15.4.10 Водокористування та очищення стічних вод

#### 15.4.10.1 Відділення чистої незабрудненої дощової води або поверхневих стічних вод

##### Опис

Чисті незабруднені дощові та поверхневі стічні води утримуються окремо від зон, де зберігаються або переміщуються хімічні речовини для обробки, від зон, де зберігається свіжооброблена деревина, та від забруднених вод за допомогою водовідвідних каналів, зовнішніх обвалувань з огорожами, покрівель із жолобами та постійного захисту від атмосферного впливу.

##### Технічний опис

Утримування чистих незабруднених дощових вод або поверхневих стічних вод від контакту з консервантами та/або зонами заводу, забрудненими консервантами, досягається шляхом впровадження системи каналів або відведення їх від заводу або будь-якого обладнання. Це досягається шляхом використання принаймні цих технологій:

- a) Водовідвідний канал:  
Водовідвідний канал навколо всього заводу запобігає потраплянню дощових та поверхневих стічних вод на територію заводу, і, отже, забрудненню.
- b) Зовнішнє обвалування з огорожею:  
Надземний обід навколо всього заводу або частин заводу запобігає потраплянню дощових та поверхневих стічних вод на територію заводу, і, отже, забрудненню.
- c) Покрівля з жолобом:  
Дах захищає зони, де зберігаються або переміщуються хімічні речовини для обробки (тобто зони зберігання хімічних речовин для обробки, зони для обробки, кондиціонування після обробки та тимчасового зберігання, труби та системи каналів для хімічних речовин для обробки, установки для відновлення/обробки креозоту), від

дошової води. Стічна вода з дахів збирається стічними жолобами та відводиться від потенційних джерел забруднення.

- d) Захист від атмосферного впливу (наприклад, покрівля, брезент) для зони зберігання обробленої деревини, якщо це вимагається в дозволі за Регламентом про біоцидні продукти для консерванту деревини, що використовується для обробки.

**Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів у воду.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Для наявних заводів застосовність водовідвідних каналів та зовнішнього обвалування з огорожею може бути обмежене площею заводу.

**Стимул до впровадження**

У випадку сильних опадів надмірна кількість зібраних потенційно забруднених дошових та/або поверхневих стічних вод може призвести до проблем із поводженням, пов'язаним з очищенням або утилізацією.

**Приклади заводів**

Заводи, що застосовують можливі НДТМ [[236, TWG 2017](#)]:

- Зовнішнє обвалування з огорожею: UK-1, UK-2, UK-3, SE-2, SE-3, DE-9 та IT-2.
- Крита зона обробки: повідомляється більшістю заводів, що беруть участь у зборі даних.

**Довідкова література**

[[236, TWG 2017](#)]

### 15.4.10.2 Регулярний огляд, спорожнення та очищення сепараторів для оливи, каналів та відстійників

**Опис**

Може бути впроваджено програму огляду та технічного обслуговування для запобігання забрудненню шляхом мінімізації витоків із підземних трубопроводів, відстійників, каналів і сепараторів для оливи, присутніх на установці.

**Досягнуті екологічні переваги**

Запобігання викидам у поверхневі води, підземні води та ґрунт.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

**Стимул до впровадження**

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

**Приклади заводів**

Заводи DE-6, DE-5, DE-9, DE-8, FR-5, FR-1, IT-2, PL-1, SE-2 та UK-1 у [[236, TWG 2017](#)].

**Довідкова література**

[[236, TWG 2017](#)]



### 15.4.10.3 Збір потенційно забрудненої дощових та/або поверхневих стічних вод

#### Опис

Поверхневі стоки з зон, потенційно забруднених хімічними речовинами для обробки, збираються окремо. Зібрані стічні води скидаються тільки після вживання відповідних заходів (наприклад, моніторинг (див. Розділ 15.4.12), очищення (див. Розділ 15.4.10.6), використання (див. Розділ 15.4.10.4)).

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів у воду.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

#### Стимул до впровадження

Законодавство з охорони довкілля.

#### Приклади заводів

Заводи DE-6, DE-5, DE-9, PL-1, UK-1, IT-2, FR-1, FR-2, FR-5 та SE-2 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

#### Довідкова література

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### 15.4.10.4 Використання потенційно забруднених поверхневих стічних вод

#### Опис

Після збирання потенційно забруднені поверхневі стічні води використовуються для приготування консервувальних розчинів на водній основі для деревини.

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів у воду.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується тільки до заводів, що використовують хімічні речовини для обробки на водній основі. Застосовність може бути обмежена вимогами до якості для передбачуваного використання.

#### Стимул до впровадження

Зменшення споживання води.

#### Приклади заводів

Заводи DE-6, DE-5, DE-9, PL-1, UK-1, IT-2, FR-1, FR-2, FR-5 та SE-2 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

#### Довідкова література

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### 15.4.10.5 Повторне використання очисної води

#### Опис

Вода, що використовується для миття обладнання та контейнерів, відновлюється та повторно використовується для приготування консервувальних розчинів на водній основі.

#### Технічний опис

Обладнання та контейнери, що містять залишки хімічних речовин для обробки, промиваються та очищаються. Для очищення обладнання для обробки використовують ефективні методи очищення (наприклад, обертові головки розпилювальних сопел

або подібні засоби) для зменшення об'єму очисної води [[235, UK DEFRA 2013](#)]. Очисна вода відновлюється та повторно використовується для приготування консервувальних розчинів для деревини на водній основі.

#### Досягнуті екологічні переваги

- Менший об'єм очисної води.
- Зменшення викидів у воду.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується тільки до заводів, що використовують хімічні речовини для обробки на водній основі.

#### Стимул до впровадження

Зменшення споживання води.

#### Довідкова література

[\[235, UK DEFRA 2013\]](#)

### 15.4.10.6 Очищення стічних вод/зібраних потенційно забруднених дощових та поверхневих стічних вод

#### Опис

У випадках виявлення або очікуваного виявлення забруднення зібраних поверхневих стоків та/або очисних вод, і коли використання води неможливе, стічні води очищаються у відповідних УОВВ (на об'єкті або за його межами).

#### Технічний опис

Див. ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [[31, COM 2016](#)], щоб отримати більше інформації про очищення стічних вод.

#### Приклад заводу: УК-1 (змішаний: завод WB та C) у [[236, TWG 2017](#)]

Вода з усього об'єкта збирається та очищується перед скиданням. Установа з очищення стічних вод спрямовує стічні води в збірний резервуар, а потім очищає їх через низку технологічних етапів, щоб забезпечити їхню придатність для скидання з об'єкта в міську стічну систему, яка зі свого боку живить Південний сорокафутовий стік. Скидань у комунальну каналізаційну систему не відбувається [Завод УК-1 у [[236, TWG 2017](#)]].

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів у воду.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Зразковий завод надав дані про викиди у воду зі своєї установки з очищення стічних вод, як показано в Таблиці 15.21. Вимірювання виконуються моніторингу відповідності. Жодної контекстуальної інформації щодо вимірювань (наприклад, періодичність, стандарти/методи моніторингу та невизначеність вимірювань) надано не було.

**Таблиця 15.21: Викиди у воду, повідомлені за 2016 р. змішаним заводом для хімічного захисту деревини (обробка на водній основі та креозотом на місці)**

| Вимірюваний параметр  | Потік стічних вод (м <sup>3</sup> /год) | Біоциди (мг/л) | Cu (мг/л) | Cr (мг/л) | ЗОВ [розчинники] (мг/л) | ПАВ (мг/л) | Бензо[а]пірен (мг/л) |
|---|---|----------------|-----------|-----------|-------------------------|------------|----------------------|
| Середнє значення (проб, відібраних під час заходу з моніторингу)                                    | ІВ                                      | ІВ             | 0,017     | < 0,002   | ІВ                      | 0,059      | < 0,01               |
| Тривалість моніторингу (год)  | ІВ                                      | ІВ             | 4         | 4         | ІВ                      | 4          | 4                    |
| Кількість проб/вимірювань за один захід із моніторингу  | ІВ                                      | ІВ             | 20        | 20        | ІВ                      | 20         | 20                   |
| Примітка:<br>ІВ: Інформація відсутня.<br>Джерело: [Завод УК-1 у <a href="#">[ 236, TWG 2017 ]</a> ] |   |                |           |           |                         |            |                      |

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

#### Стимул до впровадження

Законодавство з охорони довкілля.

#### Приклади заводів

Заводи DE-8, FR-1, IT-2 та UK-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

#### Довідкова література

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### 15.4.10.7 Утилізація стічних вод, зібраних потенційно забруднених дощових та поверхневих стічних вод як шкідливих відходів

#### Опис

Якщо очікується забруднення зібраних поверхневих стоків та/або очисної води, і якщо очищення або використання води неможливі, зібрані поверхневі стоки та/або очисна вода утилізується як шкідливі відходи.

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів у воду.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

#### Стимул до впровадження

Законодавство з охорони довкілля.

#### Приклади заводів

Завод PL-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

#### Довідкова література

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### 15.4.10.8 Збирання та очищення конденсату від скидання тиску в ємності для обробки та періодів вакуумування, а також від відновлення креозоту

#### Опис

Конденсати збирають, дають відстоятись і очищають у фільтрі з активованим вугіллям або піщаному фільтрі. Очищена вода або повторно використовується (замкнений цикл), або скидається в комунальну каналізаційну систему. У якості альтернативи зібраний конденсат можна утилізувати як шкідливі відходи [ 230, VDI 2014 ] [ 231, Germany 2013 ] [DE коментар №381 у [ 212, TWG 2018 ]].

#### Технічний опис

На заводах для обробки під тиском, що використовують просочувальні оливи (креозот), потоки стічних вод утворюються у вигляді конденсатів (наприклад, від краплевідділювачів) під час скидання тиску в ємності для обробки та під час періодів вакуумування. Ці конденсати збирають, дають відстоятись і очищають у фільтрі з активованим вугіллям або піщаному фільтрі. Очищена вода або повторно використовується (замкнений цикл), або скидається в комунальну каналізаційну систему [ 230, VDI 2014 ] [ 231, Germany 2013 ].

Очищені стічні води можна рециркулювати, якщо на об'єкті використовуються водорозчинні сольові концентрати або емульсії. Якщо очищення стічних вод здійснюється на об'єкті, воно складається з резервуара для зберігання, флотації та хімічного очищення/осадження.

Технологічні конденсати, що утворюються у «фазі обробки креозоту» перед процесом обробки, можна збирати та очищати так само як конденсати з фази вакуумування/скидання тиску в автоклавах.

Конструкції можуть відрізнятися, але технології контролю зазвичай передбачатимуть замкнені та безпечні системи із системою рециркуляції конденсату в межах меж установки. Конденсат/воду можна кип'ятити, а пару відновлювати та утилізувати за допомогою високотемпературних систем (> 850 °C) або систем очищення пари [ 243, EOS 2016 ].

Відпрацьований газ від очищення стічних вод очищається, наприклад, за допомогою активованого вугілля. З цією метою відпрацьований газ від очищення стічних вод можна поєднати з газом від обробки креозоту, й обидва потоки можна очищати разом.

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів у воду.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

#### Стимул до впровадження

Законодавство з охорони довкілля.

#### Приклади заводів

Заводи DE-5, DE-8, FR-1, PL-1, UK-1 (збирання від скидання тиску в ємності для обробки та періодів вакуумування) у [ 236, TWG 2017 ].

#### Довідкова література

[ 230, VDI 2014 ] [ 231, Germany 2013 ] [ 243, EOS 2016 ] [ 236, TWG 2017 ] [DE коментар №381 у [ 212, TWG 2018 ]]

## 15.4.11 Управління енергоспоживанням та енергоефективність

### 15.4.11.1 Регенерація тепла з відпрацьованих газів термічного окиснення

#### Опис

Відпрацьоване тепло від термічних окисників використовується за допомогою теплообмінників для підігрівання води для утворення пари.

#### Технічний опис

Див. ДД НДТМ щодо енергоефективності [ 109, COM 2009 ], щоб отримати більше інформації про регенерацію тепла.

**Приклад заводу: DE-1 (змішаний: WB та C) у [ 231, Germany 2013 ]**

Схема Заводу DE-1 та інші технічні характеристики наведені на Рисунку 15.30, де показано схему обробки креозотом.

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення споживання енергії.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

**Приклад заводу: DE-1 (змішаний: WB та C) у [ 231, Germany 2013 ]**

Близько 98% природного газу компанії (1 440 000 кВт-год/рік) використовується для утворення пари. Парогенератор має потужність 9,2 т/год. Фактичне утворення пари становить близько 3,25 т/год. Температура живильної води підвищується до 80 °С за допомогою теплообмінника системи термічного очищення відхідних газів, і досягається тиск у 9 барів у парогенераторі за допомогою живильного насоса потужністю 3,0 кВт. Вентилятор на пальнику має потужність 7,0 кВт, а циркуляційний насос для розподілу – пари 1,09 кВт.

Конденсати збираються, очищаються та повертаються в систему за допомогою конденсатного насоса (0,55 кВт).

Пара використовується для нагрівання креозоту та для фіксації парю в системі фіксації. Значення викидів у повітря від парогенератора було одного разу виміряно (але це більше не вимагається органом управління).

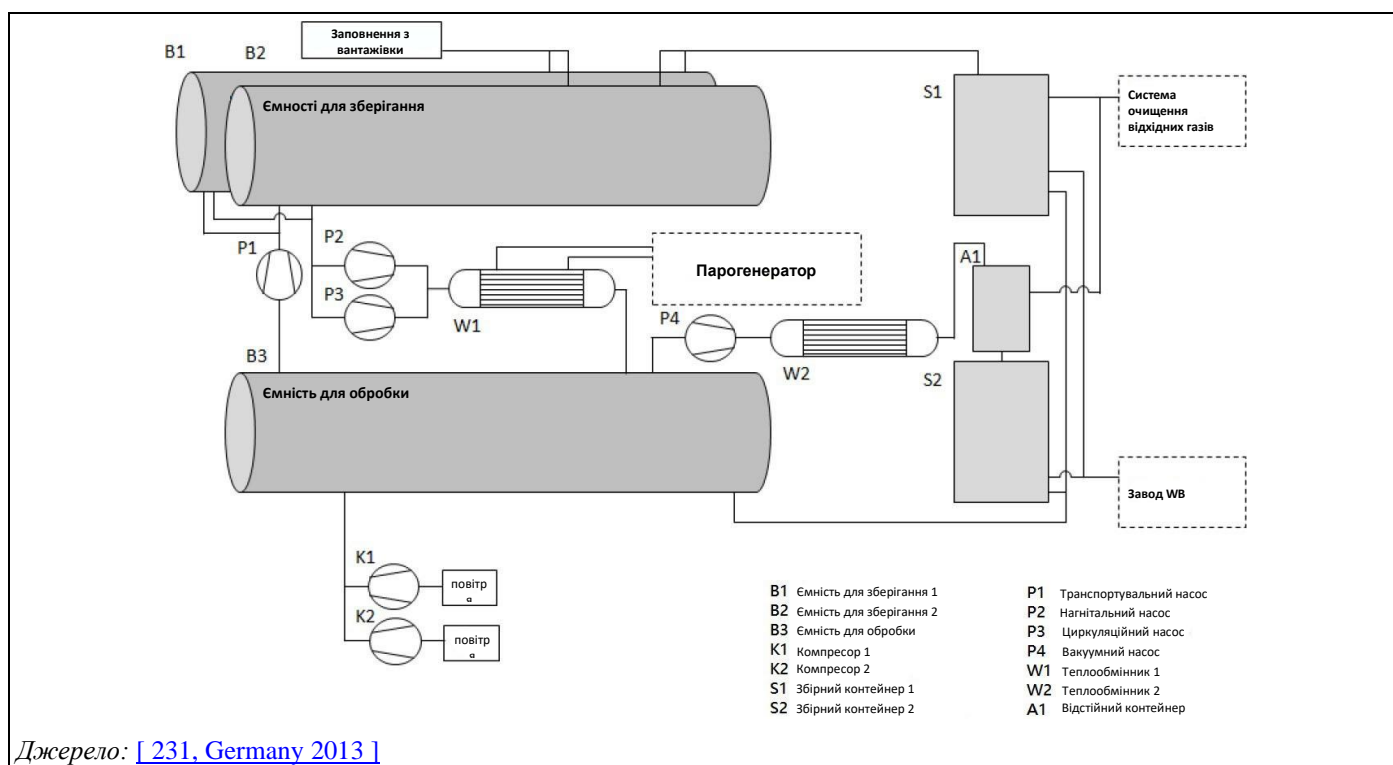


Рисунок 15.30: Схема заводу DE-1

**Стимул до впровадження**  
Зменшення витрат на енергію.

**Приклади заводів**  
Завод DE-1 у [ [231, Germany 2013](#) ].

**Довідкова література**  
[ [109, COM 2009](#) ], [ [231, Germany 2013](#) ]

#### **15.4.11.2 Керування за допомогою насоса**

**Опис**  
Після досягнення необхідного робочого тиску система обробки перемикається на насос зі зниженою потужністю та споживанням енергії у процесах під тиском (автоклави).

**Технічний опис**  
Нагнітальний насос із відносно великою потужністю використовується для створення необхідного робочого тиску в ємності для обробки. Після досягнення робочого тиску система перемикається на більш енергоефективний нагнітальний насос меншої потужності.

**Досягнуті екологічні переваги**  
Зменшення споживання енергії.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**  
Оператор оцінює зниження споживання енергії на 25% (6 000 кВт-год/рік/насос).  
Вплив на різні компоненти довкілля  
Немає.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**  
Застосовність може бути обмежена у випадку процесів із коливанням тиску.

**Економічні аспекти**  
Інвестиційні витрати: близько 5 000 євро (термін окупності за середньої ціни електроенергії для промислових споживачів у Німеччині 2011 р. (0,113 євро/кВт-год): близько 7 років).

**Стимул до впровадження**  
Зменшення споживання енергії (економія витрат).

**Приклади заводів**  
Заводи DE-1 у [ [231, Germany 2013](#) ] та PL-1, UK-3, UK-4, IT-1, SE-2, SE-3, FR-4, FI-1, DE-5, DE-6, DE-8, а також DE-9 у [ [236, TWG 2017](#) ].

**Довідкова література**  
[ [231, Germany 2013](#) ] [DE коментар №409 у [ [212, TWG 2018](#) ]] [ [236, TWG 2017](#) ]

#### **15.4.12 Моніторинг**

##### **15.4.12.1 Моніторинг стічних вод та поверхневих стоків**

**Опис**  
Стічні води та поверхневі стоки, які використовуються повторно в процесі обробки, аналізуються на вміст відповідних забруднювальних речовин, тобто речовин, що залежать від типу консерванту та біоцидів, що використовуються для обробки, наприклад, розчинники, відповідні активні речовини, метали.

**Технічний опис**

Одна країна-член надала інформацію про те, що моніторинг стічних вод не рідше одного разу на рік є нормативним зобов'язанням у разі перевищення певних граничних значень потоку (15 м<sup>3</sup>/год, 300 м<sup>3</sup>/день або 7500 м<sup>3</sup>/рік). Проте жодна з заводів цієї країни-члена не брала участі в зборі даних; тому жодних додаткових деталей щодо моніторингу немає [247, Belgium 2014].

Моніторинг викидів здійснюється відповідно до стандартів EN або, якщо стандарти EN відсутні, відповідно до стандартів ISO, національних або інших міжнародних стандартів, які забезпечують надання даних еквівалентної наукової якості.

**Досягнуті екологічні переваги**

Контроль викидів у воду, підтримування належної роботи установок для очищення стічних вод та виявлення випадкових викидів.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Наявна інформація про моніторинг стічних вод та поверхневих стоків (за заводами, що брали участь у зборі даних) узагальнена в Таблиці 15.22 нижче.

**Таблиця 15.22: Інформація про моніторинг стічних вод та поверхневих стоків**

| Завод | Тип заводу            | Періодичність моніторингу               | Параметри, моніторинг яких здійснюється   |
|-------|-----------------------|---|---|
| UK-1  | Змішаний: WB+C        | Моніторинг дотримання вимог Періодичний | Cu, Cr, ПАВ, бензо[а]пірен  |
| SE-1  | На водній основі (WB) | Двічі на рік                            | Cu, Cr, As, ПАВ, бензо[а]пірен, HOI (оливи)   |
| DE-5  | Креозот (C)           | Моніторинг дотримання вимог Періодичний | Cu, Cr, ПАВ, бензо[а]пірен, HOI (оливи), найменш леткі ліпофільні речовини, фенольний індекс, ХСК |
| DE-6  | На водній основі (WB) | Чотири рази на рік                      | Cu  |

Джерело: [236, TWG 2017]

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Для здійснення моніторингу необхідно деяке обладнання, допоміжні матеріали та енергія.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

**Економічні аспекти**

Витрати, пов'язані з моніторингом стічних вод та поверхневих стоків, стосуються персоналу та обладнання, що використовується для відбору проб та вимірювань.

**Стимул до впровадження**

Законодавство з охорони довкілля.

**Приклади заводів**

Заводи DE-6, DE-5, IT-2, IT-1, SE-2, SE-1, SE-3, UK-1 та FR-2 у [236, TWG 2017].

**Довідкова література**

[236, TWG 2017] [247, Belgium 2014]

### 15.4.12.2 Моніторинг ґрунту

#### Опис

Регулярний моніторинг викидів у ґрунт.

#### Технічний опис

З заводів, що брали участь у зборі даних у 2017 році, п'ять заводів підтвердили, що моніторинг забруднення ґрунту здійснюється регулярно (PL-1, UK-1, UK-2, UK-3 та UK-4) з періодичністю «за потребою», кожні 5 років або кожні 10 років.

#### Приклад заводу: PL-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

Кожні 5 років здійснюється моніторинг ґрунту, та визначається вміст у ґрунті металів, Cu, Cr, бензо[а]пірену, стиролу, толуолу, ксилену, ароматичних вуглеводнів, мінеральної оливи, фенолу, нафталіну та загальних ПАВ у ґрунті (в мг/кг). Завод визначив забруднення ґрунту та підземних вод на об'єкті в минулому (дослідження фонових умов довкілля у 2015 р.).

#### Досягнуті екологічні переваги

Контроль викидів у ґрунт та виявлення випадкових викидів.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Наявна інформація про моніторинг ґрунту (за заводами, що брали участь у зборі даних) узагальнена в Таблиці 15.23 нижче.

Таблиця 15.23: Інформація про моніторинг забруднення ґрунту

| Завод | Тип заводу            | Періодичність моніторингу | Параметри, моніторинг яких здійснюється (одиниця вимірювання)   |
|-------|-----------------------|---------------------------|---|
| PL-1  | Змішаний: WB+C        | Кожні 5 років             | Метали, Cu, Cr, бензо[а]пірен, стирол, толуол, ксилен, ароматичні вуглеводні, мінеральні оливи, фенол, нафталін та загальні ПАВ |
| UK-1  | Змішаний: WB+C        | За потребою               | ІВ  |
| UK-2  | На водній основі (WB) | Кожні 10 років            | Біоциди (мг/кг)   |
| UK-3  | На водній основі (WB) | Кожні 10 років            | Біоциди (мг/кг)   |
| UK-4  | На водній основі (WB) | Кожні 10 років            | Cu, нітрат, 2-аміноетанол<br>(моніторинг виконується для виявлення зміни концентрацій)  |

Джерело: [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Для здійснення моніторингу необхідно деяке обладнання, допоміжні матеріали та енергія.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

#### Економічні аспекти

Витрати, пов'язані з моніторингом викидів у ґрунт, стосуються персоналу та обладнання, що використовується для відбору проб та вимірювань.

#### Стимул до впровадження

Законодавство з охорони довкілля.

#### Приклади заводів

Заводи DE-5, DE-9, FI-1, FR-5, FR-1, FR-3, FR-4, PL-1, SE-2, UK-1, UK-2, UK-3 та UK-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).



Довідкова література  
[ 236, TWG 2017 ]

### 15.4.12.3 Моніторинг якості підземних вод

#### Опис

Регулярний моніторинг якості підземних вод.

#### Технічний опис

З заводів, що брали участь у зборі даних у 2017 році, 14 заводів підтвердили, що моніторинг якості підземних вод здійснюється регулярно з періодичністю, яка становить два рази на рік або кожні 5 років. Не було надано жодної інформації про стандарти відбору проб або вимірювання, що використовуються для моніторингу підземних вод. Три заводи повідомили, що в них встановлені п'єзометри для контролю потенційних викидів у ґрунт та підземні води.

П'єзометри використовуються для вимірювання рівня ґрунтових вод у точці відбору проб. Кількість і розташування п'єзометрів, які необхідно встановити, визначаються на основі особливостей заводу з метою відстеження напрямку руху комплексних водоносних горизонтів (наприклад, один п'єзометр вище за течією і два п'єзометри нижче за течією) [EPF коментар №42 у [ 212, TWG 2018 ]].

Моніторинг викидів здійснюється відповідно до стандартів EN або, якщо стандарти EN відсутні, відповідно до стандартів ISO, національних або інших міжнародних стандартів, які забезпечують надання даних еквівалентної наукової якості.

#### Досягнуті екологічні переваги

Контроль якості підземних вод та виявлення випадкових викидів.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Наявна інформація про моніторинг якості підземних вод (за заводами, що брали участь у зборі даних) узагальнена в Таблиці 15.24 нижче.

Таблиця 15.24: Інформація про моніторинг підземних вод

| Завод | Тип заводу            | Періодичність моніторингу           | Параметри (одиниця вимірювання)  |
|-------|-----------------------|-------------------------------------|--|
| DK-1  | На водній основі (WB) | Щороку                              | Cu, Cr, As, B (мкг/л)  |
| UK-2  | На водній основі (WB) | ІВ                                  | Азоли, піретроїди  |
| UK-3  | На водній основі (WB) | Кожні 2 роки                        | Біоциди (мкг/л), ХСК   |
| UK-4  | На водній основі (WB) | Кожні 5 років                       | Cu, нітрат, 2-аміноетанол (моніторинг виконується для виявлення змін)  |
| SE-2  | На водній основі (WB) | Двічі на рік                        | As, Cu, Cr   |
| SE-1  | Змішаний: WB+C        | Двічі на рік                        | Cu, Cr, ПАВ, бензо[а]пірен, НОІ (оливи)  |
| FR-3  | На водній основі (WB) | Двічі на рік                        | Пропіконазол (%)   |
| FR-4  | На водній основі (WB) | Двічі на рік                        | Тебуконазол, пропіконазол, перметрин, циперметрин, Cu (мкг)  |
| FR-1  | Креозот (C)           | Двічі на рік                        | ПАВ, бензо[а]пірен (мкг/л)   |
| FI-1  | На водній основі (WB) | Кожні 3 роки                        | As, Cu, Cr   |
| DE-9  | Змішаний: WB+C        | Щороку (у майбутньому кожні 2 роки) | ПАВ (мкм/л) нафталін, ВТЕХ (сума бензолу, толуолу, етилбензолу та ксилену), фенол, сульфат, нітрат, Fe (сульфат, нітрат і Fe лише для підтвердження що розкладання триває) |
| DE-6  | На водній основі (WB) | Двічі на рік                        | Cu   |
| FR-5  | На водній основі (WB) | Двічі на рік                        | ІВ   |
| FR-2  | Змішаний: WB+C        | Двічі на рік                        | As, Cr, Cu, Hg   |

Джерело: [ 236, TWG 2017 ]

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Для здійснення моніторингу необхідно деяке обладнання, допоміжні матеріали та енергія.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

#### **Економічні аспекти**

Витрати, пов'язані з моніторингом якості підземних вод, стосуються персоналу та обладнання, що використовується для відбору проб та вимірювань.

#### **Стимул до впровадження**

Законодавство з охорони довкілля.

#### **Приклади заводів**

Заводи DE-5, DE-9, FI-1, FR-5, FR-1, FR-3, FR-4, PL-1, SE-2, UK-1, UK-3, UK-4 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### **15.4.12.4 Моніторинг потенційних приймальних поверхневих вод поблизу заводів із хімічного захисту деревини**

#### **Опис**

Регулярний моніторинг потенційних приймальних поверхневих вод поблизу заводів із хімічного захисту деревини.

#### **Технічний опис**

З заводів, що брали участь у зборі даних, три мають потенційні приймальні поверхневі води поблизу заводу з хімічного захисту деревини; два повідомили, що здійснюється регулярний моніторинг поверхневих водних об'єктів. На заводі UK-1 вода перевіряється компетентним органом на *спеціальній* основі; на заводі SE-1 моніторинг здійснюється двічі на рік (інформації про те, хто здійснює моніторинг, немає).

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Контроль викидів у потенційні приймальні поверхневі води поблизу заводів із хімічного захисту деревини

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Для здійснення моніторингу необхідно деяке обладнання, допоміжні матеріали та енергія.

#### **Економічні аспекти**

Витрати, пов'язані з моніторингом, стосуються персоналу та обладнання, що використовується для відбору проб та вимірювань.

#### **Стимул до впровадження**

Зменшення шкідливого впливу на довкілля.

#### **Приклади заводів**

Заводи SE-2 (в анкеті не наданої жодної інформації), SE-1 та UK-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

### 15.4.12.5 Моніторинг викидів у відпрацьованих газах

#### Опис

Регулярний моніторинг викидів у відпрацьованих газах

#### Технічний опис

Моніторинг відповідних параметрів може здійснюватися за допомогою вимірювань у режимі реального часу (що полегшують оперативне втручання та контроль) або результатів аналізів, отриманих із проб повітря. Параметри, що підлягають моніторингу, і періодичність моніторингу залежать від характеристик типу процесів і матеріалів, а також від методів усунення забруднення довкілля, що застосовуються на заводі з хімічного захисту деревини.

З заводів, що брали участь у зборі даних у 2017 році, шість заводів підтвердили, що моніторинг викидів у повітря здійснюється регулярно (SE-1, UK-1, DE-9, FR-1, PL-1 та DE-5) з періодичністю, що становить раз на рік або кожні 3 роки.

Крім того, можна здійснювати безперервний моніторинг викидів ЗЛОВ у повітря для забезпечення правильного функціонування системи очищення відхідних газів (наприклад, для фільтра з активованим вугіллям, щоб визначити завантаження матеріалу на ранньому етапі на основі ефективності системи у боротьбі з викидами). Проте щодо заводів, які брали участь у зборі даних щодо хімічного захисту деревини, жодної інформації з цього приводу надано не було.

Моніторинг викидів здійснюється відповідно до стандартів EN або, якщо стандарти EN відсутні, відповідно до стандартів ISO, національних або інших міжнародних стандартів, які забезпечують надання даних еквівалентної наукової якості.

#### Досягнуті екологічні переваги

Контроль викидів у відпрацьованих газах, підтримання належної роботи системи очищення відхідних газів та виявлення аварійних викидів.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Наявна інформація про моніторинг викидів у відпрацьованих газах (за заводами, що брали участь у зборі даних) узагальнена в Таблиці 15.25 нижче.

**Таблиця 15.25: Інформація про моніторинг викидів у відпрацьованих газах**

| Завод | Тип заводу     | Мета  | Параметри, моніторинг яких здійснюється (одиниці вимірювання)  |
|-------|----------------|---|--|
| SE-1  | Змішаний: WB+C | Моніторинг дотримання вимог NOX / CO: безперервний Кожні 3 роки | ЗЛОВ (мг С/Нм <sup>3</sup> )<br>ПАВ (мг/Нм <sup>3</sup> )<br>ПХДД/ПХДФ (TCSS-екв. МТЕ) (мг/год)<br>NO <sub>x</sub> , CO (мг/Нм <sup>3</sup> ) O <sub>2</sub> (%)                 |
| UK-1  | Змішаний: WB+C | Моніторинг дотримання вимог Щороку                              | ПАВ (в тому числі нафталін) (мг/Нм <sup>3</sup> )<br>Загальна кількість ЛОС (мг/Нм <sup>3</sup> )  |
| DE-9  | Змішаний: WB+C | Моніторинг дотримання вимог Кожні 3 роки                        | Потік відпрацьованого газу (Нм <sup>3</sup> /год)<br>ЗЛОВ (мг С/Нм <sup>3</sup> ) NOX,<br>CO (мг/Нм <sup>3</sup> )<br>O <sub>2</sub> (%)   |
| FR-1  | Креозот (С)    | Моніторинг дотримання вимог Щороку                              | Потік відпрацьованого газу (Нм <sup>3</sup> /год)<br>ЗЛОВ (мг С/Нм <sup>3</sup> )<br>ПАВ (мг/Нм <sup>3</sup> )<br>Нафталін (мг/Нм <sup>3</sup> )<br>Бензол (мг/Нм <sup>3</sup> ) |
| PL-1  | Змішаний: WB+C | Моніторинг дотримання вимог Щороку                              | ЗЛОВ (мг С/Нм <sup>3</sup> )   |
| DE-5  | Креозот (С)    | Моніторинг дотримання вимог Кожні 3 роки                        | Бензол (мг/Нм <sup>3</sup> )<br>Бензо(а)пірен (мг/м <sup>3</sup> )<br>Феноли (мг/м <sup>3</sup> )  |

Джерело: [ 236, TWG 2017 ]

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Для здійснення моніторингу необхідно деяке обладнання, допоміжні матеріали та енергія.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

### **Економічні аспекти**

Витрати, пов'язані з моніторингом викидів у відпрацьованих газах, стосуються персоналу та обладнання, що використовується для відбору проб та вимірювань.

### **Стимул до впровадження**

Законодавство з охорони довкілля.

### **Приклади заводів**

Заводи DE-9, DE-5, FR-1, PL-1 та UK-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

### **Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

## **15.4.13 Видалення та очищення відхідних газів**

### **15.4.13.1 Контроль викидів пари в зоні відновлення/обробки креозоту**

#### **Опис**

Закриття зони відновлення/обробки креозоту з видаленням та очищенням відхідних газів за допомогою активованого вугілля або термічного окисника.

Викиди пари від цього процесу пов'язані із системою збирання конденсату [\[ 243, EOS 2016 \]](#).

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів у повітря.

#### **Стимул до впровадження**

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

#### **Приклади заводів**

Заводи DE-5, FR-1 та UK-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#) [\[ 243, EOS 2016 \]](#)

### **15.4.13.2 Уловлювання вихлопних газів для обробки в гарячих та холодних ваннах креозотом**

#### **Опис**

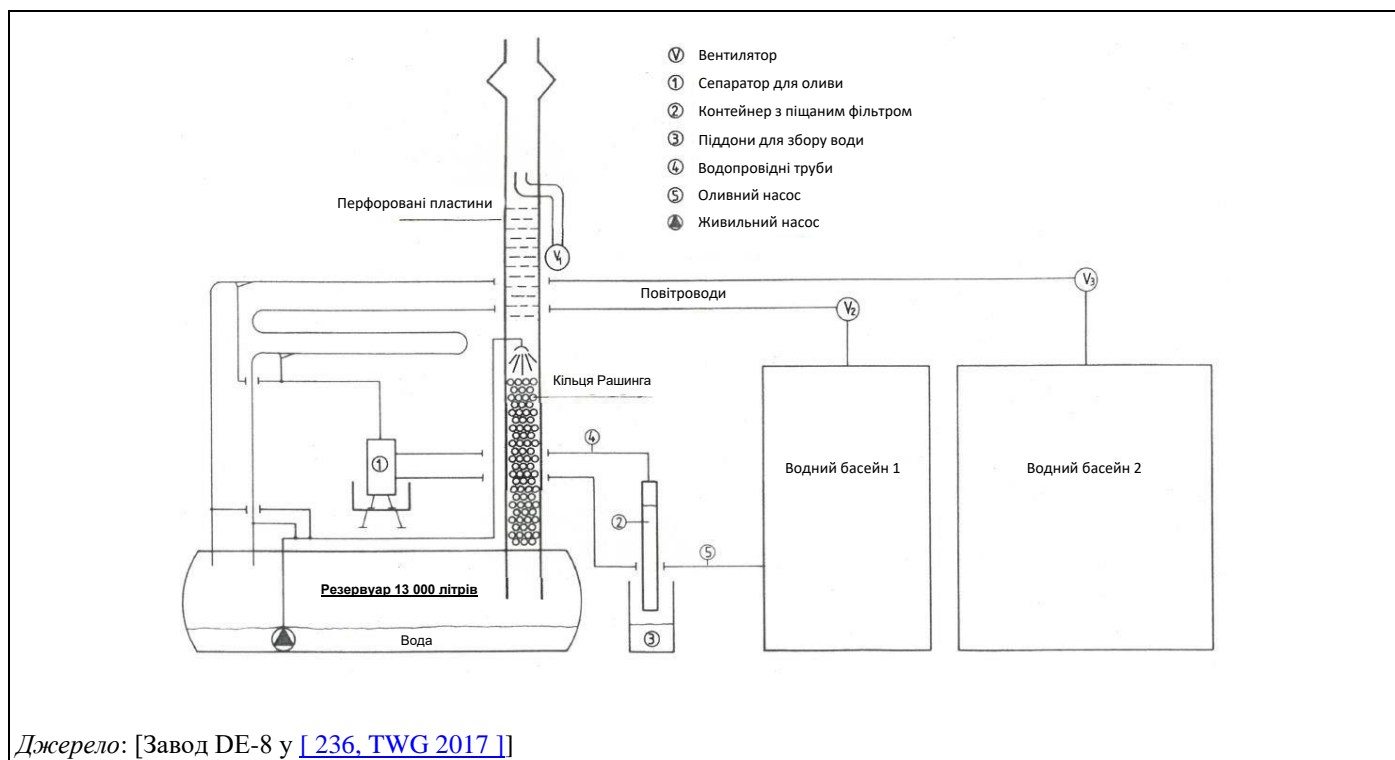
Установлений корпус із дверима, що відчиняються для завантаження/розвантаження, закриває ванну для просочування і вловлює викиди протягом усього процесу обробки: просочування, підйому завантаженого матеріалу та охолодження.

Викиди витягуються доти, поки лісоматеріал не охолоне до температури навколишнього середовища. Відхідні гази спрямовуються до пристрою контролю забруднення повітря, наприклад, скруббер для вихлопних газів або фільтр з активованим вугіллям.

**Технічний опис**

Під час процесу просочування та етапу охолодження резервуар для обробки в гарячих та холодних ваннах закривається рухомою верхньою кришкою, і відпрацьований газ збирається із закритого резервуара для подальшого очищення (наприклад, у скрубєрі) [ 231, Germany 2013 ].

Вилучені викиди піддаються очищенню за допомогою скрубєра (див. Рисунок 15.31).



**Рисунок 15.31: Схема системи боротьби з викидами (скрубєра), встановленої на заводі з обробки креозотом у гарячих та холодних ваннах**

**Досягнуті екологічні переваги**

- Зменшення/вловлювання дифузних викидів.
- Зменшення викидів у повітря, особливо ЛЮС та ПАВ.

**Стимул до впровадження**

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

**Приклади заводів**

Завод DE-8 у [ 236, TWG 2017 ].

**Довідкова література**

[ 231, Germany 2013 ] [ 236, TWG 2017 ]

### 15.4.13.3 Закриття обладнання або процесів, що утворюють викиди, та видалення відхідних газів

**Опис**

Закриття обладнання або процесів, що утворюють викиди (наприклад, резервуарів для зберігання та просочування, скидання тиску, відновлення креозоту), заводів, що використовують креозот та/або хімічні речовини на основі розчинників для обробки, а також видалення відхідних газів із подальшим очищенням.

### Технічний опис

У процесі просочування з використанням креозоту та/або хімічних речовин на основі розчинників для обробки повітря витісняється із ємностей для просочування, підігрівання та зберігання. Це повітря забруднене й має збиратися та очищатися за допомогою технології очищення відхідних газів.

Для скорочення неорганізованих викидів зона навколо отвору ємностей для просочування також може бути закрита корпусом (спорудою). Під час та після відкривання ємностей витягне повітря збирається у верхній частині корпуса й обробляється в системі очищення відхідних газів. Якщо отвір ємностей закритий, повинна бути можливість відкривати ємності ззовні корпуса з міркувань охорони праці та техніки безпеки. Крім того, корпус (споруда) робочої зони з тиском дещо нижче атмосферного (негативним) (відхідні гази спрямовуються в систему усунення забруднення довкілля) може зменшити неорганізовані викиди в повітря.

#### *Приклад заводу: DE-1 (змішаний: WB та C) у [ 231, Germany 2013 ]*

Повітря, що витісняється з ємності для обробки або відкачується вакуумним насосом P4 (18,5 кВт), охолоджується за допомогою теплообмінника W2 і збирається у відстійному контейнері A1. Газова фаза з відстійного резервуара передається в систему термічного очищення відхідних газів. Наявна рідка фаза, що складається з води та дігтярної оливи, зберігається в проміжному збірному контейнері S2. Водну фазу можна повторно використовувати для приготування консервувальних розчинів для деревини на водній основі (наприклад, на технологічній лінії Korasit SK). Дігтярна олива всмоктується назад у систему за допомогою вакууму в ємності для обробки (див. також Рисунок 15.25).

### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення/вловлювання дифузних викидів.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

### Стимул до впровадження

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

### Приклади заводів

Усі заводи, що використовують технології очищення відпрацьованих газів у Розділах з 15.4.13.4 по 15.4.13.8.

### Довідкова література

[ 231, Germany 2013 ] [ 236, TWG 2017 ]

## 15.4.13.4 Термічне окиснення

### Опис

Окиснення ЛОС шляхом нагрівання відхідних газів повітрям або киснем до температури, що перевищує точку їхнього самозаймання, у камері згорання та підтримання високої температури протягом достатнього часу для завершення згорання ЛОС до вуглекислого газу та води. Тепло вихлопних газів можна регенерувати за допомогою теплообмінників.

### Технічний опис

Технологічний газ із резервуарів просочування кам'яновугільною смолою подається в термічний окисник. Органічні компоненти технологічного газу окиснюються природним газом за температури 750 °С. Тепло вихлопних газів можна регенерувати за допомогою теплообмінників.

Вихлопні гази, що утворюються з резервуарів установки просочування креозотом, спрямовуються на термічне окиснення (див. VDI 2442 [ 260, VDI 2014 ]). Органічні компоненти у вихлопних газах спалюються. Термічний окисник здійснює процес окиснення горючих газів і ароматичних речовин у вихлопних газах, де суміш повітря або кисню із забруднювальними речовинами нагрівається природним газом у камері згорання протягом часу, достатнього для досягнення температури вище за точку самозаймання для досягнення майже повного згорання до CO<sub>2</sub> та води [ 231, Germany 2013 ].

**Приклад заводу: DE-1 (змішаний: WB та C) у [ 231, Germany 2013 ]**

Термічне окиснення працює з природним газом за температури 750 °С. Гарячий вихлопний газ використовується для попереднього підігрівання повітря для згорання, а також для нагрівання води до 80 °С для утворення пари для парогенератора. Термічний окисник працює лише тоді, коли технологічний газ витісняється або видаляється шляхом відсмоктування із резервуарів технологічної лінії з креозотом. Для цього систему нагрівають до 750 °С протягом 15 хвилин. Технологічний газ вдувається в систему протягом 15 хвилин. Ще через 15 хвилин температуру контролюють і знижують поступово, щоб уникнути занадто швидкого охолодження. Трубопровід подання технологічного газу, що піддається окисненню, обладнаний вогневим запобіжником.

Вентиляція для пальника має потужність 0,76 кВт, а витяжний вентилятор має потужність 7,5 кВт. Накопичена гаряча вода з теплообмінника термічного окиснення повертається в систему парового циклу за допомогою конденсаційного насоса (0,46 кВт) і нагрівається до 80 °С під час термічної обробки. Вихлопні гази термічного окиснення перевіряються через регулярні інтервали часу (вимірювання згідно з § 28 BIMSchG).

Досягнуті екологічні переваги  
Скорочення викидів у повітря (ЛОС, ПАВ та запаху).

Екологічна ефективність та інформація про функціонування  
Значення в Таблиці 15.26 взяті з типового протоколу вимірювань (нормальні умови експлуатації, характерні для термічного окиснення, масова концентрація, що стосується сухих вихлопних газів, стандартні умови, 273 К, 101,3 кПа, контрольний рівень кисню не встановлений, точність вимірювання: ± 5%) [ 231, Germany 2013 ].

**Таблиця 15.26: Повідомлені значення викидів після термічного окиснення на установці DE 1 для просочення креозотом (кам'яновугільна смола)**

| Параметр        | Середні значення за пів години | Граничні значення (експлуатаційний дозвіл) | Точка відбору проб   | Процедура вимірювання   |
|-----------------|--------------------------------|--|--|---|
| CO              | 49 мг/м <sup>3</sup>           | 100 мг/м <sup>3</sup>                      | Точка відбору проб розташована безпосередньо перед витяжному каналі <sup>(1)</sup> | Відповідно до VDI 2459, Частина 6   |
| NO <sub>x</sub> | 104 мг/м <sup>3</sup>          | 200 мг/м <sup>3</sup>                      |  | Відповідно до VDI 2456, Частина 9   |
| Загальний С     | 14 мг/м <sup>3</sup>           | 50 мг/м <sup>3</sup>                       |  | VDI 3481, Частина 1 та EN 12619   |
| Бензо[а]пірен   | < 0,002 мг/м <sup>3</sup>      | 0,1 мг/м <sup>3</sup>                      |  | Відбір проб відповідно до DIN EN 1948 та аналіз відповідно до VDI 3873, Частина 1 |

<sup>(1)</sup> Точка відбору проб не відповідає рекомендації VDI 2066 Частина 1. З практичних причин умови на вході та виході не враховуються. Отримані результати є репрезентативними в розумінні №5.3.2.2 TA Luft від 24.07.2002 р. Перевірка достовірності надається в протоколі вимірювань.  
Джерело: [ 231, Germany 2013 ]

Загальний обсяг вихлопного газу становить 500 000 м<sup>3</sup> на рік. На основі зазначених концентрацій це відповідає річному вмісту забруднювальних речовин 24,5 кг/рік CO, 52 кг/рік NO<sub>x</sub>, 7 кг/рік загального вуглецю та менше ніж 0,001 кг/рік бензо[а]пірену. Викиди відбуваються періодично, оскільки термічне очищення відхідних газів працює тільки тимчасово. Річний обсяг забруднювальних речовин перебуває в діапазоні годинних значень Технічних інструкцій із Контролю якості повітря (TA Luft) для бензо[а]пірену та оксидів азоту (див. пункт 4.6.1.1 TA Luft; для оксидів азоту 20 кг/год; 0,0025 кг/год для бензо[а]пірену) [ 231, Germany 2013 ].

Проживання природного газу становить 1 440 000 кВт-год/рік для термічного очищення відхідних газів і пов'язану з цим генерацію пари (використовується як тепlopостачання для процесів просочування в системі).

Продуктивність обробки в термічному окиснику становить приблизно 500 000 м<sup>3</sup>/рік [ 231, Germany 2013 ].

**Таблиця 15.27: Повідомлені рівні викидів для заводів для обробки креозотом під тиском, обладнаних термічними окисниками**

| Параметр  | Досягнутий рівень викидів                         |   |                           |                            |   |   |
|---|---|---|---------------------------|----------------------------|---|---|
|   | Потік відпрацьованого газу (Нм <sup>3</sup> /год) | ЗЛОВ (мг С/Нм <sup>3</sup> )                  | ПАВ (мг/Нм <sup>3</sup> ) | ПХДД (мг/Нм <sup>3</sup> ) | NOX (мг/Нм <sup>3</sup> )                     | СО (мг/Нм <sup>3</sup> )                      |
| <b>Завод: DE-9 (вимірювання у 2016 р.)</b>  |   |   |                           |                            |   |   |
| Середнє значення  | <b>1 723</b>                                      | <b>3,3</b>                                    | -                         | -                          | <b>35</b>                                     | <b>158</b>                                    |
| Тривалість моніторингу (год)  | 1,5   | 1,5   | -                         | -                          | 1,5   | 1,5   |
| Кількість проб  | 3   | 3   | -                         | -                          | 3   | 3   |
| Стандарт/метод моніторингу  | ISO 10780 та VDI 2066 Bl. 1                       | EN 12619:2013                                 | -                         | -                          | DIN 33962                                     | EN 15058:2006                                 |
| Невизначеність окремого вимірювання   | -   | 2.3 г/м <sup>3</sup> EN 12619 та VDI 3481 B14 | -                         | -                          | 0,002 г/м <sup>3</sup> DIN 33962              | 0.007 г/м <sup>3</sup>                        |
| <b>Завод: SE-1 (вимірювання у 2014 р., для NOX/CO додатково у 2016 та 2015 рр.)</b> |   |   |                           |                            |   |   |
| Середнє значення  | <b>10700</b>                                      | <b>1</b>                                      | <b>1</b>                  | <b>0</b>                   | <b>686 (2014)</b><br>522 (2015)<br>459 (2016) | <b>464 (2014)</b><br>312 (2015)<br>353 (2016) |
| Тривалість моніторингу (год)  | 24  | 24  | 24                        | 24                         | 8 776   | 8 776   |
| Кількість проб  | 1   | 1   | 1                         | 1                          | Безперервний                                  | Безперервний                                  |
| Стандарт/метод моніторингу  | -   | -   | -                         | -                          | -   | -   |
| Невизначеність окремого вимірювання (%)   | 5   | 5   | 7                         | 6                          | -   | -   |
| Невизначеність віднята від повідомлених значень?                                    | Так   | Так   | Так                       | Так                        | -   | -   |
| <i>Джерело: [Заводи DE-9 та SE-1 у [ 236, TWG 2017 ]]</i>                           |   |   |                           |                            |   |   |

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Споживання енергії для термічного окисника (викиди CO<sub>2</sub>; споживання природного газу) [ 231, Germany 2013 ].

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

#### Економічні аспекти

- Інвестиційні витрати: інформація не надана.
- Експлуатаційні витрати: вартість незазначеної частки 1 440 000 кВт-год/рік природного газу.



- Витрати на персонал для експлуатації, технічного обслуговування та технічної сертифікації. Інформація про конкретні витрати недоступна [[231, Germany 2013](#)].

#### **Стимул до впровадження**

Законодавство з охорони довкілля.

#### **Приклади заводів**

Заводи DE 1 у [[231, Germany 2013](#)], а також DE-9 та SE-1 у [[236, TWG 2017](#)].

#### **Довідкова література**

Див. також Розділ 17.10.5.2.

[[31, COM 2016](#)] [[231, Germany 2013](#)] [[236, TWG 2017](#)]

### **15.4.13.5 Спрямування відпрацьованих газів на спалювальну установку**

#### **Опис**

Частина або всі відхідні гази спрямовуються у вигляді повітря для згорання та додаткового палива на спалювальну установку (в тому числі ТЕЦ), що використовується для виробництва пари та/або електроенергії.

#### **Технічний опис**

*Приклад заводу: UK-1 (Спалювання у в котлі на біомасі чистих відходів деревини) у* [[236, TWG 2017](#)]:

Установка має дров'яний котел, у якому спалюються необроблені обрізки та технологічні відходи. Проте в межах планів вдосконалення об'єкта він має бути замінений новим енергоефективним котлом на біомасі потужністю 2 МВт протягом першого року після видачі цього дозволу. Він також спалює чисті деревні відходи, що утворюються тільки на установці. Він призначений для забезпечення електроенергією та теплом і, крім того, призначений для збору викидів від процесів просочування креозотом та термічної обробки їх у вторинній камері згорання приладу, значно знижуючи потенційні викиди запахів та залишкових ЛОС у довкілля [Завод UK-1 у [[236, TWG 2017](#)]].

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Скорочення викидів у повітря (ЛОС) від обробкою креозотом.

## Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Таблиця 15.28: Повідомлені рівні викидів для заводу з обробки креозотом під тиском, що застосовує спалювання в котлі на біомасі чистих відходів деревини

| Вимірюваний параметр  | Потік відпрацьованого газу (Нм <sup>3</sup> /год) | Загальні ЛОС (мг/Нм <sup>3</sup> )                              | ПАВ (в тому числі нафталін) (мг/Нм <sup>3</sup> )                 |
|---|---|---|---|
| Середнє значення (проб, відібраних під час заходу з моніторингу)                                    | ІВ  | <b>176,1</b> 2016<br><b>144,2</b> (2015)<br><b>258,1</b> (2014) | <b>11,1</b> 2016<br><b>3,73</b> (2015)<br><b>&lt; 0,12</b> (2014) |
| Тривалість моніторингу (год)  | ІВ  | <b>6</b>  | <b>1,5</b>  |
| Кількість проб/вимірювань за один захід із моніторингу  | ІВ  | <b>2</b>  | <b>2</b>  |
| Рівень О <sub>2</sub> (%)   | ІВ  | ІВ  | ІВ  |
| Стандарт/метод моніторингу  | ІВ  | ІВ  | ІВ  |
| Невизначеність окремого вимірювання (%)   | ІВ  | ІВ  | ІВ  |
| Невизначеність віднята від повідомлених значень?  | ІВ  | ІВ  | ІВ  |
| Ефективність боротьби з викидами (%)  | ІВ  | ІВ  | ІВ  |
| Як було визначено ефективність боротьби з викидами?   | ІВ  | ІВ  | ІВ  |
| Примітка:<br>ІВ: Інформація відсутня.<br>Джерело: [Завод УК-1 у <a href="#">[ 236, TWG 2017 ]</a> ] |   |   |   |

## Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

- Застосовується до заводів з обробки креозотом та на основі розчинників.
- Технологія може бути незастосовною для відхідних газів, що містять речовини, зазначені в Статті 59(5) ДППВ, або її застосування може бути обмежене з міркувань безпеки.

## Стимул до впровадження

Законодавство з охорони довкілля.

## Приклади заводів

Завод УК-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

## Довідкова література

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

## 15.4.13.6 Адсорбція з використанням активованого вугілля

## Опис

Органічні сполуки адсорбуються на поверхні активованого вугілля. Адсорбовані сполуки можуть згодом бути десорбовані, наприклад, парою (часто на об'єкті) для повторного використання або утилізації, а адсорбент використовується повторно.

## Технічний опис

Загальний опис технологій адсорбції див. у Розділі 17.10.6.2.

## Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів ЛОС у повітря.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Дані про викиди, повідомлені, наприклад, щодо заводу з використанням креозоту DE-5 для збору даних щодо хімічного захисту деревини у 2017 р., узагальнено в Таблиці 15.29.

**Таблиця 15.29: Повідомлені рівні викидів для заводу з обробки креозотом під тиском, обладнаним системою адсорбції**

| Вимірюваний параметр  | Потік відпрацьованого газу (Нм <sup>3</sup> /год) | ЗЛОВ (мг С/Нм <sup>3</sup> ) | Речовини CMR (мг/Нм <sup>3</sup> )    | Нафталін (мг/Нм <sup>3</sup> )         | Бензол (мг/Нм <sup>3</sup> ) | Бензо(а)пірен (мг/м <sup>3</sup> ) | Феноли (мг/м <sup>3</sup> ) |
|---|---|------------------------------|---------------------------------------|--|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Середнє значення  | <b>4 480</b>                                      | <b>3,1</b>                   | <b>0,00034</b>                        | <b>&lt; 1,91</b>                       | <b>&lt; 0,06</b>             | <b>0,000004</b>                    | <b>&lt; 0,032</b>           |
| Тривалість моніторингу (год)  | 4   | 4                            | 4                                     | 4                                      | 4                            | 4                                  | 4                           |
| Кількість проб/вимірювань за один захід із моніторингу  | 8   | 8                            | 8                                     | 8                                      | 8                            | 8                                  | 8                           |
| Додаткова інформація про вимірювання  | -   | Макс. 6,9                    | Макс. 0,0014                          | -                                      | -                            | Макс. 0,000005                     | Макс. < 0,055               |
| Стандарт/метод моніторингу  | ІВ  | EN 12619:2013                | Відбір проб за DIN EN 13649/ VDI 3874 | Відбір проб за DIN EN 13649 / VDI 3874 | DIN EN 13649                 | відбір проб за VDI 3874            | відбір проб за VDI 3874     |
| Невизначеність окремого вимірювання (%)   | 10  | -                            | -                                     | -                                      | -                            | -                                  | -                           |
| Невизначеність віднята від повідомлених значень?  | Ні  | Ні                           | Ні                                    | Ні                                     | Ні                           | Ні                                 | Ні                          |
| Примітка: Рік вимірювання 2015.<br>Джерело: 5 [Завод DE-5 у <a href="#">[ 236, TWG 2017 ]</a> ] |   |                              |                                       |  |                              |                                    |                             |

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

**Стимул до впровадження**

Законодавство з охорони довкілля.

**Приклади заводів**

Завод DE-5 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

**Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

**15.4.13.7 Абсорбція за допомогою відповідної рідини****Опис**

Використання відповідної рідини для видалення забруднювальних речовин із відхідного газу шляхом абсорбції, зокрема розчинних сполук.

**Технічний опис**

Мокре очищення – це перенесення речовини між розчинним газом або пилом і розчинником – часто водою – у контакті один з одним. Повний опис процесу мокрого скрубєрного очищення та типів доступного обладнання для мокрого очищення наданий у ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [\[ 31, COM 2016 \]](#).

**Приклад заводу: DE-8 у [236, TWG 2017]**

Потік відпрацьованого газу надходить у мокрий скруббер знизу й тече вгору через зону очищення. Для збільшення поверхні мокрий скруббер заповнений кільцями Рашига (металевими). У димовій трубі над зоною очищення встановлені перфоровані пластини для збільшення рециркуляції води з потоку відхідних газів (видалення вологи). Промивна вода збирається/зберігається в резервуарі під скруббером і повторно використовується в процесі скрубберного очищення.

Креозот та вода частково конденсуються в системі трубопроводів. Ці конденсати збираються до спеціального резервуара та обробляються, як описано в Розділі 15.4.10.8. Схема системи боротьби з викидами, до якої входить мокрий скруббер, надана на Рисунку 15.31.

**Досягнуті екологічні переваги**

- Зменшення викидів у повітря, особливо ЛОС та ПАВ.
- Повторне використання промивної води.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

**Таблиця 15.30: Повідомлені рівні викидів для заводу з використанням креозоту з обробкою в гарячих та холодних ваннах, обладнаного скруббером**

| Параметр  | Досягнутий рівень викидів                         |                              |                           |                                |                                     |
|---|---|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
|   | Потік відпрацьованого газу (Нм <sup>3</sup> /год) | ЗЛОВ (мг С/Нм <sup>3</sup> ) | ПАВ (мг/Нм <sup>3</sup> ) | Нафталін (мг/Нм <sup>3</sup> ) | Бензо(а)пірен                       |
| Рік вимірювання: 2006   |   |                              |                           |                                |                                     |
| Середнє значення (проб, відібраних під час заходу з моніторингу)  | 1260  | ІВ                           | 0,198 <sup>(1)</sup>      | ІВ                             | < ГВ (ГВ: 0,05 мкг/м <sup>3</sup> ) |
| Тривалість моніторингу (год)  | ІВ  | ІВ                           | ІВ                        | ІВ                             | ІВ                                  |
| Кількість проб/вимірювань за один захід із моніторингу  | ІВ  | 1                            | 2                         | ІВ                             | 2                                   |
| Ефективність боротьби з викидами (%)  | ІВ  | ІВ                           | ІВ                        | ІВ                             | ІВ                                  |
| Рік вимірювання: 1997   |   |                              |                           |                                |                                     |
| Середнє значення (проб, відібраних під час заходу з моніторингу)  | ІВ  | 3,9*                         | 1,38                      | 1,21                           | < ГВ (ГВ: 0,002 мг/м <sup>3</sup> ) |
| Тривалість моніторингу (год)  | ІВ  | 0,5                          | 0,5                       | 0,5                            | 0,5                                 |
| Кількість проб/вимірювань за один захід із моніторингу  | ІВ  | 1                            | 1                         | 1                              | 1                                   |
| Ефективність боротьби з викидами (%)  | ІВ  | 98,7**                       | 97,9**                    | 97,9**                         | ІВ                                  |
| <sup>(1)</sup> Окремі значення ПАВ у пробах, відібраних під час моніторингу: 0,192 мг/Нм <sup>3</sup> та 0,204 мг/Нм <sup>3</sup> .<br>Розраховано, включно 1- та 2-метилнафталіном.<br>Одночасні вимірювання неочищеного та очищеного газу. ІВ: Інформація відсутня.<br><i>Джерело:</i> [Завод DE-8 у [236, TWG 2017]] |   |                              |                           |                                |                                     |

**Вплив на різні компоненти довкілля**

На прикладі установки DE-8 кількість зібраних стічних вод із конденсатів становить 2 м<sup>3</sup> на рік, які можна використовувати на заводах з обробки засобами на водній основі для приготування розчину для обробки.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

**Стимул до впровадження**

Законодавство з охорони довкілля.

**Приклади заводів**

Завод DE-8 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

**Довідкова література**

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

**15.4.13.8 Конденсація****Опис**

Технологія видалення органічних сполук шляхом зниження температури нижче точки роси, щоб пари зріджувалися. Залежно від необхідного діапазону робочих температур використовуються різні охолоджувачі, наприклад, охолоджувальна вода, охолоджена вода (температура зазвичай близько 5 °C), аміак або пропан.

Конденсація використовується в поєднанні з іншим методом усунення забруднення довкілля.

**Технічний опис**

Для отримання додаткової інформації див. ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [\[ 31, COM 2016 \]](#).

**Приклад заводу: FR-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)**

Конденсатор розміщується між автоклавами та вакуумним насосом. Він конденсує пари креозоту за допомогою процесу охолодження і збирає їх для отримання пари креозоту з меншою кількістю ЛОС. Це обладнання сконструйоване з двома окремими контурами, один для газоподібного креозоту, а інший для охолоджувальної води, яка охолоджує газоподібний креозот із контактною поверхнею через мережу труб. Холодильний агрегат встановлений для підтримування температури охолоджувальної води не більше 15 °C [EPF коментар №31 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

**Досягнуті екологічні переваги**

- Зменшення викидів ЛОС.
- Зібрані розчинники можуть бути повторно використані або перероблені.

Екологічна ефективність та інформація про функціонування

**Приклад заводу: FR-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#)**

Середні значення викидів у діапазоні від 49,7 мг С/Нм<sup>3</sup> до 154,9 мг С/Нм<sup>3</sup> були повідомлені для двох точок викидів (автоклави).

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Споживання енергії.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовність може бути обмежена, якщо потреба в енергії для відновлення є надмірною через низький рівень вмісту ЛОС.

**Економічні аспекти**

Див. ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [\[ 31, COM 2016 \]](#).

**Стимул до впровадження**

- Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.
- Попередня обробка відхідних газів перед застосуванням іншого методу усунення забруднення довкілля.

### Приклади заводів

Завод FR-1 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

### Довідкова література

[EPF коментар №31 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)] [\[ 31, COM 2016 \]](#) [\[ 236, TWG 2017 \]](#)

## 15.4.14 Шум

### Опис

Впровадження технологій експлуатації та технічного обслуговування для зниження шумового випромінювання.

### Технічний опис

Шумове випромінювання можна зменшити, застосовуючи наведені нижче технології:

- a) встановлення шумозахисних бар'єрів та використання/оптимізація шумопоглинального ефекту будівель;
- b) закриття або часткове закриття зон шумних робіт;
- c) використання мал шумних транспортних систем;
- d) заходи щодо зниження шуму вентиляторів, що використовуються в сушінні в печі;
- e) заходи щодо боротьби із шумом (наприклад, вдосконалені огляд та технічне обслуговування обладнання, зачинення дверей та вікон).

### Досягнуті екологічні переваги

Зниження рівнів шуму.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовність обмежується випадками, коли очікується та/або підтверджено шумовий вплив на чутливі рецептори.

### Стимул до впровадження

Законодавство з охорони довкілля. Зменшення кількості скарг поблизу заводу.

### Приклади заводів

Заводи, що застосовують можливі НДТМ:

- a) DE-7 та DE-8;
- b) PL-1, UK-1, UK-4, FI-1, DE-7, DE-8 та DE-9;
- c) PL-1 та DE-9;
- d) інформацію не надано;
- e) PL-1, UK-1, SE-2, FI-1, DE-5, DE-7 та DE-8 у [\[ 236, TWG 2017 \]](#).

### Довідкова література

[\[ 236, TWG 2017 \]](#)

## 16 ДОДАТКОВІ СЕКТОРИ

У цьому розділі міститься інформація щодо двох секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, які не охоплюються в процесі збору даних: виробництво дзеркал та виробництво абразивів із покриттям.

### 16.1 ВИРОБНИЦТВО ДЗЕРКАЛ

[ 25, GEPVP et al. 2004 ] [ 184, AGC GLASS EUROPE 2017 ]

#### 16.1.1 Загальна інформація про виробництво дзеркал

Основне виробництво дзеркал зазвичай здійснюється великими транснаціональними корпораціями на заводах потужністю понад 2 мільйони м<sup>2</sup>/рік (дані 2004 р.). Основні підприємства розташовані в Німеччині, Франції, Іспанії, Італії, Бельгії, Польщі, Великій Британії, Люксембурзі та Чеській Республіці. Існують також дрібні виробники.

За даними 2004 р. загальний попит на дзеркала в Європі оцінюється в 40 мільйони м<sup>2</sup>/рік. Це призводить до річного діапазону споживання розчинників приблизно 2000-3600 тонн. Загальні галузі застосування дзеркал у Європі:

- дзеркала для ванних кімнат;
- дзеркала для меблів;
- архітектурне застосування, наприклад, покриття стін;
- застосування в автомобілях.

Питоме споживання органічного розчинника, тобто за годину, кожної установки залежить від поверхні дзеркал, що виробляються. Найбільші лінії можуть виробляти дзеркала розміром 6 м на 3,2 м, тобто 19 м<sup>2</sup>. Оскільки виробництво дзеркал є безперервним процесом, швидкість лінії впливає на значення годинного споживання. Отже, деякі лінії перевищують граничні значення річного та годинного споживання, тоді як інші перевищують лише граничні значення річного споживання.

За наявними даними, кількість ліній, що існують у Європі, становить від 15 до 20 (дані за 2004 рік). Зазвичай кількість робітників, зайнятих на лінії виробництва дзеркал, невелика, хоча більшість ліній є частиною великої виробничої компанії.

#### 16.1.2 Прикладні процеси та технології для виробництва дзеркал

Технологічна лінія розроблена як безперервний процес. Лист скла лежить на великому конвеєрі, який проводить дзеркало через різні етапи виробництва. Конвеєри мають ширину до 3,5 м та довжину понад 150 м, що дає змогу виготовляти великі дзеркала. Як правило, дзеркала складаються з однієї скляної панелі, покритої відбивальним металевим шаром, захищеним одним або декількома фарбовими покриттями. Після фарбового покриття дзеркало проходить через сушильну піч.

На Рисунку 16.1 узагальнено різні етапи виробництва дзеркал. Детально вони описані в розділах нижче.

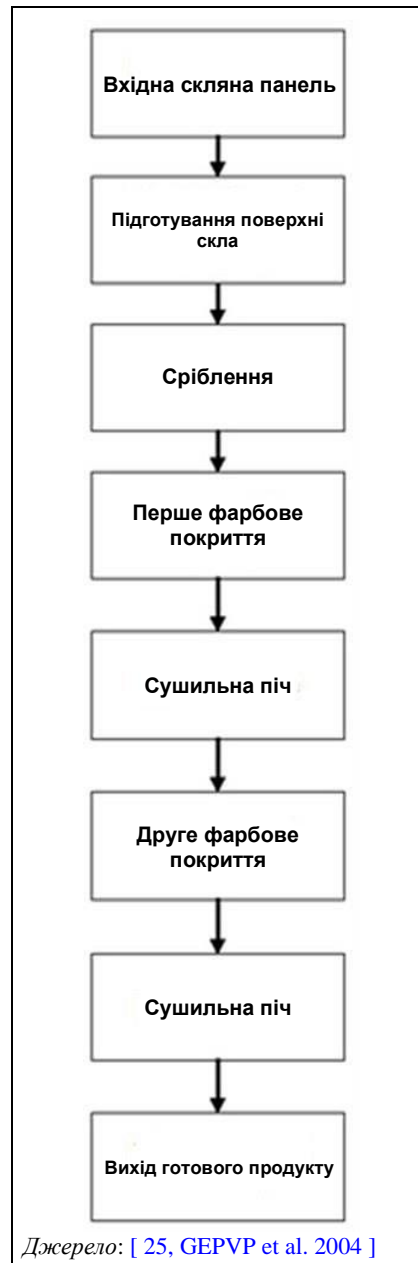


Рисунок 16.1: Схема виробництва дзеркал

### 16.1.2.1 Вхідна скляна панель

Зазвичай скло подається на завод із виробництва дзеркал вантажівками. Потім скло укладається на стелажі та вивантажується на лінію виробництва дзеркал за допомогою вакуумних підймальних пристроїв.

### 16.1.2.2 Підготування поверхні скла

Підготування поверхні скла складається з етапу легкого полірування з використанням абразивної суспензії на водній основі, що містить оксиди церію. На цьому етапі не використовується розчинник. Стічні води, що утворюються, очищаються, а осад вилучається для повторного використання або утилізації.



### 16.1.2.3 Сріблення

Відбивальний металевий шар зазвичай виготовляється зі срібла, чутливого до корозії, і тому захищеного наступним шаром фарби. Опис процесу сріблення та контролю викидів срібла, олова та паладію можна знайти в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [23, СОМ 2006]. Наразі більшість виробників використовують процес з оловом замість процесу з міддю для фіксації шару срібла. На цьому етапі не використовується розчинник. Алюміній також використовується для відбивального металевого шару.

### 16.1.2.4 Фарбове покриття

Скло пропускають через ламінарну завісу фарби, яка безперервно спадає з жолобоподібного агрегату. Надлишки матеріалу покриття постійно використовуються повторно, але для забезпечення належної робочої в'язкості вводиться додатковий розчинник. Використовувана фарба — це фарба на основі розчинника, що містить 30–40% мас. розчинника. Споживання фарби коливається від 150 г/м<sup>2</sup> до 200 г/м<sup>2</sup>. Загальна товщина висушеного фарбового покриття(-ів) перебуває в діапазоні від 40 мкм до 70 мкм.

### 16.1.2.5 Сушіння

Після нанесення фарбового покриття дзеркало спрямовується в сушильну піч, де розчинник випаровується, а фарба висихає, що забезпечує її полімеризацію. Сушінню сприяє нагрівання продукту інфрачервоним випромінюванням із конвективним теплом або без нього.

### 16.1.2.6 Вихід готового продукту

Наприкінці лінії дзеркало вивантажується за допомогою вакуумних підіймальних пристроїв та укладається на стелажі.

## 16.1.3 Поточні рівні споживання та викидів від виробництва дзеркал

Оскільки було виявлено лише невелику кількість заводів, що перевищують граничні значення для потужності за ДПВ, було прийняте рішення не збирати дані за допомогою анкет. Подальші розділи є такими ж, як і в оригінальному ДД НДТМ для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників (2007 р.).

### 16.1.3.1 Баланси маси

Інформацію не надано.

### 16.1.3.2 Споживання

#### 16.1.3.2.1 Матеріали

Загальне споживання розчинника становить 50–90 г/м<sup>2</sup>, залежно від типу продукції, що виробляється. Крім того, деякі розчинники використовуються для очищення. У якості розчинника використовується ксилен.

Найбільша частка розчинника використовується для регулювання в'язкості фарби та наноситься на продукт. Невелика кількість використовується для очищення, тобто < 10%. Коли цей розчинник не забруднений, його додають до розчинника, який використовується для регулювання в'язкості фарби.

Зазвичай очікується, що 100% скла, використуваного як сировина, перетворюється на дзеркала. Можливі лише випадкові втрати скла (наприклад, через проблеми з якістю). У більшості випадків браковане скло/дзеркало переробляється.

### 16.1.3.2.2 Вода

Споживання води перебуває в діапазоні від 15 л/м<sup>2</sup> до 30 л/м<sup>2</sup>.

### 16.1.3.2.3 Енергія

Інформацію не надано.

### 16.1.3.3 Викиди

#### 16.1.3.3.1 Викиди в повітря

Вміст розчинника в очищеному газі може бути знижено до < 50 мг С/Нм<sup>3</sup> у випадку використання обладнання для боротьби з викидами. Нижчі значення можуть бути досягнуті на нових установках. На наявних установках через зношування рухомих частин (наприклад, клапанів) рівні викидів збільшуються. Характер використуваних розчинників може впливати на досяжний рівень скорочення викидів. У Таблиці 16.1 показано значення викидів у повітря, виміряні на трьох різних установках.

Таблиця 16.1: Значення викидів у повітря від трьох різних ліній виробництва дзеркал

| Лінія | ЗЛОВ<br>(мг С/Нм <sup>3</sup> ) | СО<br>(мг/Нм <sup>3</sup> ) | NOX<br>(мг/Нм <sup>3</sup> ) |
|-------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1     | 57 (діапазон 20–100)            | 65                          | 43                           |
| 2     | 16                              | 120                         | < 25                         |
| 3     | 55                              | 98                          | 41                           |

Джерело: [ 25, GERVP et al. 2004 ]

На заводі передової практики всі зони, де використуються розчинники, закриті, а повітря, що містить розчинник, відводиться. Усього обробляється та знищується 97,4% розчинника. Решта, тобто 2,6%, викидається в повітря, тому що його концентрація занадто низька для обробки.

#### 16.1.3.3.2 Викиди у воду

Оскільки в процесі немає контакту між водою та розчинником, розчинник не присутній у стічних водах.

Вода використується для підготування поверхні та нанесення шару олова (або міді) та срібла (див. ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ]). Отже, очищення води необхідне для видалення забруднювальних речовин та забезпечення повторної переробки срібла. Використуються традиційні технології; наприклад, коли замість олова використується мідь, для видалення міді зі стічних вод можна використувувати іонний обмін та видалення аміаком. У Таблиці 16.2 показано значення викидів у воду після очищення.

Таблиця 16.2: Значення викидів у воду після очищення

| Складник                           | Значення (мг/л) |
|------------------------------------|-----------------|
| NH <sub>3</sub>                    | 100             |
| Ag                                 | 0,5             |
| Cu                                 | 4               |
| Ce                                 | 5               |
| Джерело: [ 25, GEPVP et al. 2004 ] |                 |

### 16.1.3.3.3 Утворення відходів

Відходи, що містять розчинники, складаються переважно із серветок від очищення та відпрацьованого розчинника, що містить деяку кількість покриття. Поводження з ними та їхня утилізація залежить від їхнього складу, і можуть знадобитися спеціальні заходи через вміст у них розчинника. Коли він не містить забруднювальних речовин, які можуть змінити якість кінцевого продукту, відпрацьований розчинник використовується повторно для регулювання в'язкості фарби. Багаторазові або придатні до переробки контейнери для фарби широко використовуються у виробництві дзеркал.

### 16.1.4 Технології, які необхідно враховувати у визначенні НДТМ для виробництва дзеркал

У Главі 17 описані технології, які також можуть бути застосовні у виробництві дзеркал. У Таблиці 16.3 показані загальні технології, що стосуються виробництва дзеркал, що описані в Главі 16. Ці технології не повторюються в цьому розділі, якщо тільки не була надана інформація, що стосується цієї галузі. Опис типу інформації, що розглядається для кожної технології, наведено в Таблиці 17.1.

Таблиця 16.3: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі

| Технологія   | Номер розділу |
|--|---------------|
| Технології екологічного менеджменту                | 17.1          |
| Зберігання та поведження із сировиною              | 17.2          |
| Моніторинг   | 17.3          |
| Використання води та утворення стічних вод         | 17.4          |
| Управління енергоспоживанням та енергоефективність | 17.5          |
| Управління сировиною (у тому числі заміщення)      | 17.6          |
| Процеси та обладнання для нанесення покриття       | 17.7          |
| Технології сушіння та/або затвердіння              | 17.8          |
| Технології очищення                                | 17.9          |
| Видалення та очищення відхідних газів              | 17.10         |
| Технології очищення відпрацьованих вод             | 17.11         |
| Технології управління відходами                    | 17.12         |
| Виділення запахів                                  | 17.13         |

#### 16.1.4.1 Заміна звичайних фарб на основі розчинника (заміщення)

##### 16.1.4.1.1 Фарба з високим вмістом твердих частинок

Загальний опис див. у Розділі 17.7.2.1. У галузі виробництва дзеркал цей тип фарби вже використовується. Вміст розчинника у фарбі становить від 30% мас. до 40% мас.

#### 16.1.4.2 Технології та обладнання для нанесення фарби

##### 16.1.4.2.1 Нанесення покриття поливанням

###### Опис

Загальний опис див. у Розділі 17.7.3.4. Скло пропускають через ламінарну завісу фарби, яка безперервно спадає з жолобоподібного агрегату. Це дає змогу виготовляти дзеркала великих розмірів і забезпечувати необхідну якість шарів. Надлишки матеріалу покриття постійно використовуються повторно, але для забезпечення належної робочої в'язкості вводиться додатковий розчинник.

Використовувана фарба — це фарба на основі розчинника, що містить 30–40% мас. розчинника. Її споживання коливається від 150 г/м<sup>2</sup> до 200 г/м<sup>2</sup>. У минулому фарба містила велику кількість свинцю (до 15%). Сьогодні нові розробки у виробництві дзеркал дають змогу використовувати в галузі фарбу з низьким вмістом свинцю (< 0,5%). У цьому типі фарби не використовується хромат.

###### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Ця технологія широко використовується на заводах для виробництва великих дзеркал.

Довідкова література

[\[ 25, GERVP et al. 2004 \]](#)

#### 16.1.4.3 Сушіння/затвердіння

Широко застосовуються такі технології:

- затвердіння за допомогою інфрачервоного випромінювання (див. Розділ 17.8.5.1.);
- комбіноване сушіння/затвердіння, конвективне та інфрачервоним випромінюванням (термореактор) (див. Розділ 17.8.4);
- затвердіння за допомогою ультрафіолетового (УФ) випромінювання (див. Розділ 17.8.5.4).

#### 16.1.4.4 Очищення відхідних газів

###### Опис

Зони, де фарба зміщується й наноситься на дзеркало, закриті та обладнані витяжною системою (див. Розділ 17.10.2), що спрямовує викиди розчинника в обладнання для очищення відхідних газів. Наразі може застосовуватися будь-яка з технологій окиснення, описаних у Розділі 17.10.5.

###### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

З огляду на кількість розчинника на кубічний метр у димовому газу, багато виробників дзеркал використовують регенеративні термічні окисники (див. Розділи 17.10.5.4 та 17.10.5.5). Оскільки розчинником переважно є ксилен, можна застосовувати низьку температуру горіння (750–800 °С). Утворюються лише низькі рівні NO<sub>x</sub>. Регенеративні термічні окисники особливо придатні для установок, які працюють безперервно, тобто 24 години на добу 7 днів на тиждень. Для заводів, що працюють, наприклад, лише 8 годин на добу і 5 днів на тиждень, ця технологія може не бути придатною, оскільки температура установки має підтримуватися в неробочі години. У цьому випадку більш придатними можуть виявитися інші технології окиснення.

Довідкова література

[\[ 25, GERVP et al. 2004 \]](#)

## 16.2 ВИРОБНИЦТВА АБРАЗИВІВ ІЗ ПОКРИТТЯМ

[ 4, Germany 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 150, FEPA/VDS 2016 ]

### 16.2.1 Загальна інформація про виробництво абразивів із покриттям

#### 16.2.1.1 Галузі застосування

Шліфування – один із найстаріших виробничих процесів. Основною характеристикою шліфування є вплив численних неорієнтованих різальних матеріалів у виробі. Сучасними абразивними матеріалами є синтетичний корунд, або карбід кремнію, або кубічний нітрид бору (CBN), або алмаз.

Можуть оброблятися різні матеріали виробу, як-от чорні та кольорові метали, скло, кераміка, природний камінь, бетон, пластмаса та дерево. Галузь застосування шліфування широка й передбачає такі види діяльності, як грубе шліфування чавуну або високоточне шліфування трубчастих голок медичного призначення. Численні продукти у виробництві інструментів, автомобілебудуванні, будівлянні повітряних суден, електростанціях або виробництві меблів отримують свою остаточну обробку та високоякісну поверхню тільки за допомогою шліфування.

#### 16.2.1.2 Загальна інформація

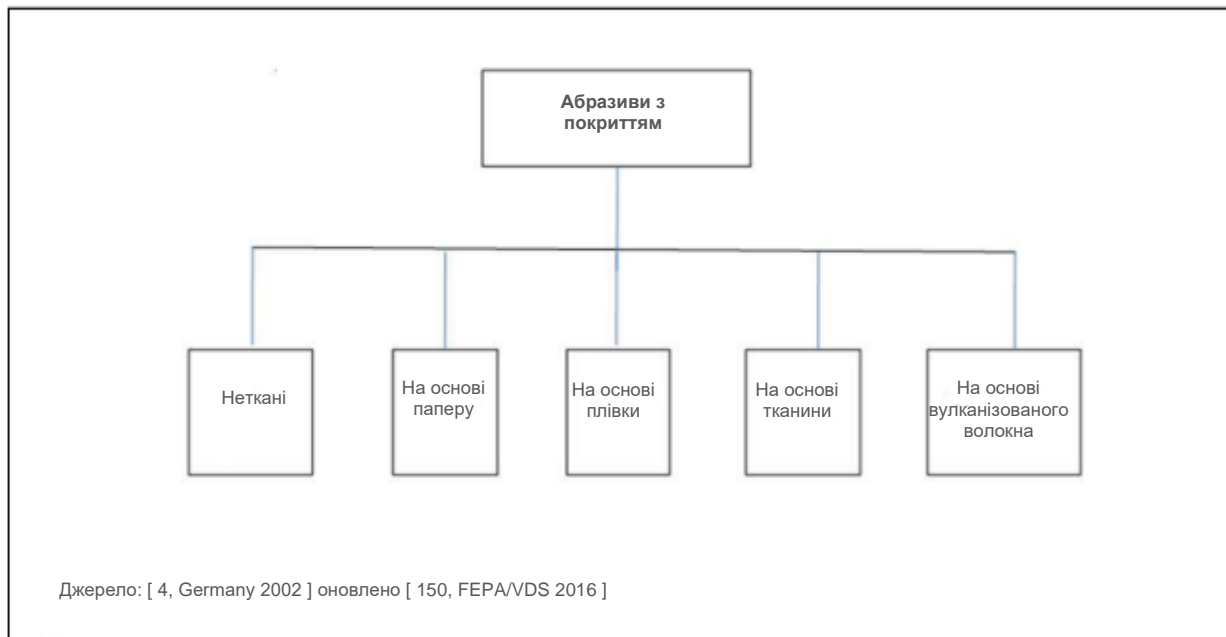
За наявними даними, у Європі налічується понад 200 компаній, які виробляють усі види абразивів (не лише абразиви з покриттям). З оборотом, що оцінюється в 3,5 мільярда євро та 20 000 робочих місць у ЄС, галузь виробництва абразивів є надзвичайно важливою для Європейського Союзу [ 150, FEPA/VDS 2016 ].

Варто враховувати, що не було виявлено жодної установки, яка перевищує критерії (граничні значення потужності споживання), встановлені в Додатку I, пункт 6.7 ДПВ. Наступна інформація ґрунтується на інформації, наданій для підготовки ДД НДТМ для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, опублікованій у 2007 р. та оновленій наявними даними. Інформація про референті установки недоступна.

#### 16.2.1.3 Характеристика продукту «абразив» та вимоги до його якості

Як правило, виробництво абразивів можна розділити на абразиви зі зв'язувальною речовиною, суперабразиви, абразиви з покриттям та вільні абразиви, які не мають міцного зв'язку з основою (наприклад, полірувальні пасти). Для цього документа має значення лише виробництво абразивів із покриттям.

На Рисунку 16.2 наданий спрощений огляд різних типів абразивів із покриттям.



**Рисунок 16.2: Огляд різних типів абразивів із покриттям**

Органічні розчинники частково використовуються під час виготовлення абразивів зі зв'язувальною речовиною та вільних абразивів. Можна припустити, що європейські установки не є представниками діяльності в розумінні ДПВ, Додаток I, пункт 6.7. Отже, виробничі процеси, пов'язані з цими видами діяльності, не згадуються в подальших параграфах.

Діяльність із виробництва абразивів із покриттям може підпадати під дію ДПВ. Проте в ЄС не було виявлено жодної установи для виробництва абразивів із покриттям, яка б перевищувала граничні значення, встановлені в Директиві, Додаток I, пункт 6.7.

Абразиви з покриттям є основним матеріалом для багатьох шліфувальних машин із такими елементами, як леза, смуги, диски або зібраними з цих елементів (наприклад, шліфувальні шайби, віялові пелюсткові шліфувальні круги, стрічки). Залежно від мети використання та основного матеріалу можна виділити велику кількість зв'язувальних систем.

Неткані абразивні матеріали займають особливе місце між абразивами з покриттям і абразивами зі зв'язувальною речовиною, оскільки можуть використовуватися як абразивне тіло, а також як абразивний елемент. Вони складаються з поліамідних волокон, наприклад, до яких шліфувальний матеріал кріпиться за допомогою зв'язувального матеріалу. Виробничі процеси можна порівняти з виробництвом абразивів із покриттям.

Абразиви з покриттям складаються з:

- основи, наприклад, паперу, обробленої тканини, вулканізованого волокна, плівки;
- зв'язувального матеріалу, наприклад, клейових систем, фенольної смоли, епоксидної смоли, поліуретану, карбамідної смоли;
- абразивного зерна, наприклад, кременю, карбід кремнію, корунду, цирконієвого електрокорунду, рідко використовуються: алмаз та CBN (кубічний нітрид бору).

### 16.2.1.3.1 Основа

Термін «абразиви з покриттям» вказує на важливість основи. Залежно від мети кінцевого використання та деформації гнучкого абразиву, основа повинна мати певні властивості. Для ручного шліфування потрібна особлива гнучкість та висока стійкість до поздовжнього згину. Для високопродуктивного шліфування абразивними стрічками, абразивними дисками та циліндричними гільзами потрібні відмінні механічні властивості, такі як стійкість до набухання, міцність, стійкість до стирання або змінних навантажень.

Щоб задовольнити всі ці вимоги, зокрема, використовуються такі групи матеріалів основи:

- папір;
- плівка;
- тканина;
- поєднання паперу та тканини;
- вулканізоване волокно.

У Таблиці 16.4 показаний приклад класифікації використовуваних матеріалів основи.

**Таблиця 16.4: Вибрані матеріали основи для абразивів із покриттям**

| Матеріал основи   | Забезпечена вагова категорія (г/м <sup>2</sup> ) |
|---|--|
| А-папір   | ≤ 85   |
| В-папір   | 86–110   |
| С-папір   | 111–135  |
| Д-папір   | 136–220  |
| Е-папір   | 221–270  |
| F-папір   | 271–350  |
| G-папір   | 351–500  |
| Н-папір   | > 500  |
| А-папір водостійкий   | ≤ 115  |
| С-папір водостійкий   | > 115  |
| Важка бавовна/Х-вага  | 370–400  |
| Плівка  | 100–200  |
| Гнучка бавовна/J-тканина  | 270–290  |
| Високогнучка бавовна/J-гнучка тканина                                 | 200–220  |
| Важкий поліестер/Х-тканина  | 475–505  |
| Дуже важкий поліестер/У-тканина                                       | 630–665  |
| <i>Джерело: [ 4, Germany 2002 ] updated by [ 150, FEPA/VDS 2016 ]</i> |  |

### Папір

Папір, що використовується у виробництві абразивів із покриттям, складається з надзвичайно міцних та чіпких волокон. Він обробляється для отримання різної якості, ваги, розмірів та ширини, залежно від його використання. Розрізняють:

- гнучкий;
- одношаровий папір із рівномірною міцністю до розриву в будь-якому напрямку деформації;
- важкий, багатошаровий циліндричний папір, що має особливо високу стабільність у будь-якому напрямку переміщення (довга сторона).

Усі типи основ (від А до F, показаних у Таблиці 16.4) пристосовані для сухого шліфування. А-папір та С-папір, просочені водостійким засобом (латекс або лак) придатні для мокрого шліфування.

Абразиви на А-, В-, та С-папері використовуються для ручного шліфування та для ручних шліфувальних машин (наприклад, шліфувальна машина олівцевого типу). D- та Е-папери необхідні як основа для стаціонарних/зафіксованих шліфувальних машин, що відповідають найвищим вимогам.

### Плівка

Для виробництва абразивів із покриттям використовують плівки, що складаються зі стійкої до розривів пластмаси. Залежно від передбачуваного застосування використовуються плівки різної якості, ваги, міцності та ширини. Абразиви на основі плівок переважно використовують для сухого шліфування.

### Текстильна основа

Текстильна основа використовується для абразивів із покриттям, які виготовляються у вигляді широких стрічок або використовуються в стрічковому, плоскому та врізному шліфуванні. Вони складаються з тканини в результаті високого навантаження, якому вони піддаються. Ці «технічні тканини» виготовляються з бавовни-сирцю (тканої або в'язально-прошивної). Розрізняють важку Х-тканину та легку J-тканину. Ця диференціація обумовлена шаром нитки, що означає кількість волокон, що використовуються як основні та утокові нитки. Важка Х-тканина має порівняно невелику цупкість тканини в порівнянні з легкою J-тканиною.

Перед обробкою абразивними зернами тканина має бути піддана спеціальній обробці. Необроблена тканина спочатку зменшується в розмірах і фарбується, а потім зсідається до кінцевої цупкості. Тканина оздоблюється з її опорної поверхні клейкими речовинами, синтетичними смолами/пластмасами або подібними речовинами і нарешті вирівнюється.

### Вулканізоване волокно

Численні промислові виробничі процеси вимагають спеціальних високопродуктивних абразивів із високою зносостійкістю. У цьому випадку як основа використовується вулканізоване волокно. Вулканізоване волокно є дуже твердим багат шаровим волокнистим матеріалом. У процесі його виготовлення численні неткані папероподібні полотна з'єднуються шляхом сплющування за допомогою контактної клейкої речовини. Вулканізоване волокно може бути виготовлене будь-якої товщини. У галузі виробництва абразивів найбільше значення мають вулканізовані волокна товщиною 0,8 мм, 0,6 мм та 0,4 мм. Товстіший матеріал використовується для забезпечення високої зносостійкості, а тонший матеріал забезпечує більшу гнучкість. Абразиви, механічним способом нанесені на основу з вулканізованого волокна, мають надзвичайно високу стійкість до навантажень. Вони використовуються практично у всіх галузях промисловості, наприклад, в автомобілебудуванні, машинобудуванні, суднобудуванні або приладобудуванні.

### 16.2.1.3.2 В'язучий матеріал

Ефективність абразивів із покриттям значною мірою залежить від зчеплення (адгезії зерен) абразивного зерна. Отже, в'язучі матеріали мають важливе значення. Для досягнення належної адгезії зерна та інших необхідних властивостей в'язучі матеріали наносяться послідовно в декілька шарів.

Найбільш важливими є такі в'язучі матеріали:

- міздряний клей (також відомий як тваринний клей або білковий клей);
- синтетична смола;
- лак.

Залежно від застосовуваних в'язучих речовин розрізняють такі види в'язучих систем:

- Клейове зв'язування (без вмісту розчинника). Зв'язування складається з міздряного клею та основи з паперу або тканини. Ці абразиви з покриттям використовуються для нижчих зусиль зсуву або якщо строк служби матеріалу не важливий (наприклад, для обробки змашувальних матеріалів).
- Часткове зв'язування синтетичною смолою (смола поверх клею, без вмісту розчинника). Система абразивного зв'язування складається з нижнього шару міздряного клею та другого шару синтетичної смоли. Абразивний папір або тканину можна використовувати всюди, особливо для операцій середнього шліфування. Завдяки еластичному нижньому шару із міздряного клею та стійкому другому шару із синтетичних смол, ці якості дуже підходять для обробки поверхонь виробів, що мають певну форму.
- Зв'язування синтетичною смолою (де можливо, без вмісту розчинника). Абразиви для знімання великого припуску зв'язані синтетичними смолами. Абразивні зерна виключно добре зв'язуються з основою завдяки порівняно міцному зв'язуванню смолою. Вони стійкі до дуже високих сил різання. Можна отримати високі показники продуктивності.
- Лак, водонепроникне зв'язування (на основі розчинника). Численні вироби та спеціальні методи нанесення вимагають охолодних або промивних засобів на водній основі. Отже, вищезгадані методи не можуть бути використані, тому що або в'язучий матеріал, або кінцева обробка будуть розчинені охолодним агентом. У цих випадках потрібні повністю водонепроникні тканини. У якості в'язучих матеріалів використовуються спеціальні синтетичні смоли. Такі водостійкі



абразиви застосовуються для мокрого шліфування сталі, скла, кераміки, натурального або штучного каменю та пластмас. Наприклад, під час шліфування ґрунтовок, заповнювачів і прозорих або пігментованих лаків часто утворюється засмічення або пилоподібні залишки шліфування. Вони забивають або полірують абразив. Тому необхідно працювати водонепроникними абразивними паперами під час мокрого шліфування. Ці папери мають гнучку паперову основу, яка просочена латексом або лаком, що робить їх водостійкими. Нижній та другий шари виготовляються зі спеціальних смол та лаків. Водонепроникний абразивний папір не тільки водостійкий, але і стійкий до забивання й полірування.

### 16.2.1.3.3 Абразивне зерно

Для виробництва абразивів із покриттям використовують різні типи інертних абразивних зерен. Сплавлений оксид алюмінію, карбід кремнію та цирконієвий електрокорунд використовуються як основні матеріали.

- Оксид алюмінію:
  - корунд;
  - напівспеціальний електрокорунд;
  - спеціальний електрокорунд рожевий;
  - спеціальний електрокорунд червоний;
  - спеціальний електрокорунд білий;
  - керамічний корунд;
  - цирконієвий корунд.
- Карбід кремнію (SiC):
  - чорний SiC;
  - зелений SiC.

Існує широкий спектр продуктів на основі різних хімічних складів, розмірів частинок, форм зерна та спеціальної обробки. Для абразивів розмір частинок особливо ретельно контролюється відповідно до європейських стандартів (FEPA), американських стандартів (ANSI) та японських стандартів (JIS).

У Таблиці 16.5 показано використання розчинників для відповідних різних продуктів.

Таблиця 16.5: Використання розчинників у виробництві для відповідних продуктів

| Основа                  | Продукт                           | Утворений виріб         | Застосування  | Системи в'язучих матеріалів                       | Розчинник |
|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|---|---|-----------|
| А-папір                 | Папір для сухого шліфування       | Листи, валики           | Шліфування лаку та деревини (фарба)                                       | Зв'язування міздряним клеєм, синтетичною смолою   | Ні        |
| В-папір                 | Папір для сухого шліфування       | Листи, валики           | Шліфування лаку та деревини (фарба)                                       | Зв'язування міздряним клеєм, синтетичною смолою   | Ні        |
| С-папір                 | Папір для сухого шліфування       | Листи, валики, стрічки  | Шліфування лаку, деревини та металу (машина)                              | Часткове або повне зв'язування синтетичною смолою | Ні        |
| Д-папір                 | Папір для сухого шліфування       | Листи, валики, стрічки  | Шліфування лаку, деревини та металу (машина)                              | Часткове або повне зв'язування синтетичною смолою | Ні        |
| Е-папір                 | Папір для сухого шліфування       | Листи, валики, стрічки  | Шліфування лаку, деревини та металу (машина)                              | Часткове або повне зв'язування синтетичною смолою | Ні        |
| F-папір                 | Папір для сухого шліфування       | Листи, валики, стрічки  | Шліфування лаку, деревини та металу (машина)                              | Часткове або повне зв'язування синтетичною смолою | Ні        |
| А-папір водонепроникний | Папір для мокрого шліфування      | Аркуші                  | Загальне шліфування лаку (ручне)  | Зв'язування синтетичною смолою                    | Так       |
| С-папір водонепроникний | Папір для мокрого шліфування      | Листи, стрічки          | Загальне шліфування лаку (ручне)<br>Машинне шліфування                    | Зв'язування синтетичною смолою                    | Так       |
| Плівка                  | Плівка для сухого шліфування      | Диски на основі-липучці | Шліфування шпаклівки, базових покриттів, заповнювача та верхніх покриттів | Зв'язування синтетичною смолою                    | Частково  |
| Х-тканина, бавовна      | Сухе шліфування; мокре шліфування | Листи, валики, стрічки  | Шліфування металу, скла, деревини (машини)                                | Зв'язування синтетичною смолою                    | Частково  |
| J-тканина, бавовна      | Сухе шліфування                   | Листи, валики, стрічки  | Шліфування металу, скла, деревини (машина)                                | Зв'язування синтетичною смолою                    | Частково  |
| J-гнучка тканина        | Сухе шліфування                   | Листи, валики, стрічки  | Шліфування металу, скла, деревини (машина)                                | Зв'язування синтетичною смолою                    | Частково  |
| Х-тканина, поліестер    | Сухе шліфування; мокре шліфування | Листи, валики, стрічки  | Шліфування металу, скла, деревини (машина)                                | Зв'язування синтетичною смолою                    | Частково  |
| У-тканина, поліестер    | Сухе шліфування; мокре шліфування | Листи, валики, стрічки  | Шліфування металу, скла, деревини (машина)                                | Зв'язування синтетичною смолою                    | Частково  |

Джерело: [ 4, Germany 2002 ] updated by [ 150, FEPA/VDS 2016 ]

### 16.2.1.4 Вимоги до якості

Найважливішим критерієм якості є збереження стандартизованого розміру зерна. Важливими є також міцність, твердість, низький вміст пилу, відсутність компонентів кварцу або волокнистих частин, а також структура зерна. Вимоги до якості, що висуваються клієнтами:

- діапазон гнучкості;
- антиалергенні властивості для ручного мокрого шліфування;
- кількість зерен нанесених на абразив для дуже дрібних зерен.

У зв'язку з цими вимогами використання органічних розчинників наразі є необхідним у випадку абразивів для мокрого шліфування.

## 16.2.2 Прикладні процеси та технології у виробництві абразивів із покриттям

### 16.2.2.1 Огляд процесу

Абразиви з покриттям виробляються у такий спосіб:

- нанесення на основу в'язучого матеріалу;
- електростатичне або механічне нанесення зерна, як описано в Розділі 16.2.2.2.3;
- попереднє сушіння;
- повторне нанесення в'язучого матеріалу;
- сушіння;
- згортання у великі рулони (джамбо-рулони);
- нанесення верхнього покриття (необов'язково).

До відмінностей у процедурі належать типи сушильних печей (петльова сушарка або сушарка без натягу), спосіб нанесення та очищення відхідних газів (біологічне очищення, термічне спалювання або відсутність очищення).

Покриття на основі розчинників частіше використовуються у виробництві великих джамбо-рулонів, ніж самоклеючих продуктів або нескінченних абразивних стрічок.

Звичайні в'язучі системи на основі розчинників досі є найсучаснішими для абразивів із покриттям, що використовуються в процесах мокрого шліфування, наприклад, в автомобільній промисловості. Для досягнення необхідних водонепроникних властивостей необхідне постійне змочування поверхонь в'язучим матеріалом та рівномірне сушіння, а також застосування розчинників (див. також Таблицю 16.5).

Процеси мокрого шліфування незамінні в широкій галузі високотехнологічних застосувань для створення поверхонь достатньої якості та гладкості. Ця вимога до якості виробу може бути досягнута лише за допомогою високоякісного абразивного паперу, який, своєю чергою, вимагає використання в'язучих систем на основі розчинників із різних причин, які наведені нижче.

Для застосування дрібнозернистих матеріалів (розмір зерна від 3 мкм до 20 мкм) та високоякісного абразивного паперу найбільш важливими є в'язучі системи низької в'язкості з високим вмістом твердих частинок. Абразивні частинки повинні бути закріплені на поверхні основи, не повністю покриваючи кінці, для забезпечення достатньої швидкості знімання припуску. Контрольоване рівномірне сушіння є ще одним важливим фактором в оцінюванні в'язучих систем для водонепроникних абразивних продуктів. Тільки за умови повного та рівномірного сушіння плівки в'язучої системи в поєднанні з абразивними частинками вертикально та горизонтально може бути досягнута достатня якість абразивного продукту, що отримується. Крім того, у більшості випадків основ, що використовуються в таких галузях застосування, мають дуже неполярну поверхню, тому що тільки плівка або папір із великою кількістю попередньо нанесеного покриття задовольняють вимоги щодо гладкості та якості поверхні. Змочування

таких неполярних поверхонь можливе лише за допомогою в'язучих систем на основі розчинників, оскільки інші системи, переважно на водній основі, мають набагато більші кути змочування. Використання цих систем призведе до дефектів змочування, що призведе до ослаблення зв'язування абразивних частинок із поверхнею, а отже, до погіршення якості абразивного продукту.

Абразиви з покриттям постійної якості виробляються на заводах із високими рівнями продуктивності. Такі заводи зазвичай складаються з таких блоків:

- блок нанесення базового шару (пристрій нанесення нижнього шару);
- апарат для попереднього сушіння;
- блок нанесення другого шару (пристрій нанесення другого шару);
- сушарка;
- намотувальний пристрій;
- нанесення верхнього покриття (необов'язково).

На першому етапі на зворотній стороні основи в «пристрої для нанесення нижнього шару» друкується необхідна інформація (наприклад, етикетка бренду та знака якості). Після цього на лицьову сторону основи наноситься нижній шар. На нього наносяться абразивні зерна. У другій частині заводу – попереднє сушіння – нижній шар сушиться або твердіє за допомогою гарячого повітря. У третьому виробничому блоці – «пристрої для нанесення другого шару» – основа, яка тепер покрита абразивними зернами, покривається другим шаром в'язучої речовини. У четвертому блоці встановлено сушарку з нагріванням гарячим повітрям, і готовий абразивний матеріал проходить через неї протягом певного проміжку часу. Після цієї процедури матеріал виходить із заводу висušеним та затверділим і згортається у великі рулони (джамбо-рулони). За бажанням додаткове верхнє покриття наноситься у якості додаткового шару до або після згинання.

Безліч електронних та термічних вимірювальних блоків контролюють всю процедуру та встановлюють певні допустимі границі. Серед іншого це стосується нанесення зерна на основу.

### 16.2.2.2 Детальні етапи процесу

На Рисунок 16.3 наданий огляд типового заводу.

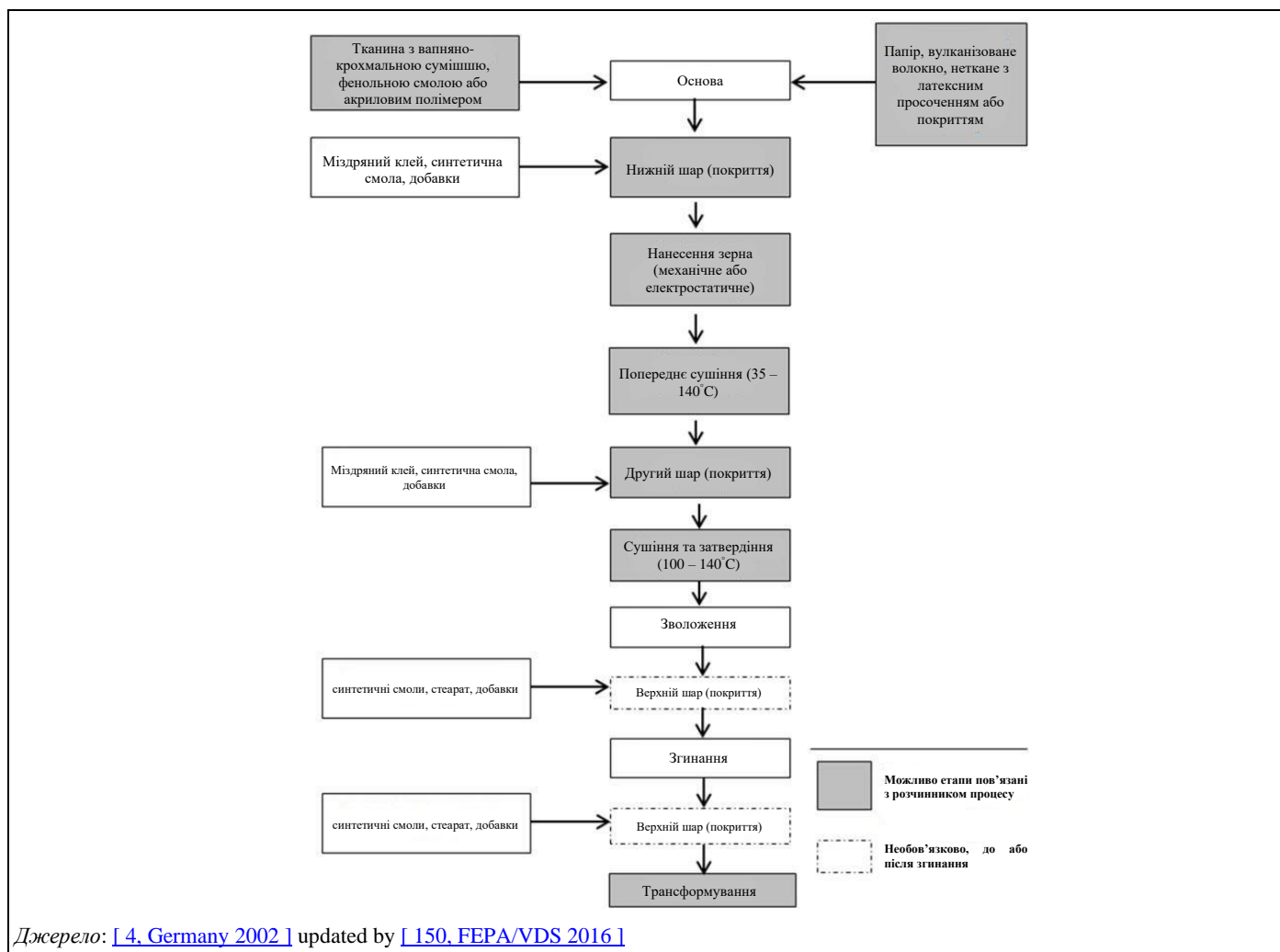


Рисунок 16.3: Схема процесу для абразивів із покриттям

### 16.2.2.2.1 Попередня обробка основ

Попередня обробка є необов'язковим процесом на заводі з виробництва абразивів.

#### Папір

Попередня обробка відрізняється залежно від подальшого застосування паперу. Наприклад, основа для водонепроникного абразивного паперу просочена довголанцюговими алкідними смолами. Латексна дисперсія, що іноді використовується в поєднанні з водорозчинними фенольними смолами (для кращої термостійкості), може бути альтернативою без вмісту розчинників.

#### Тканини

Для основи використовуються такі тканини:

- бавовна;
- синтетика;
- змішані тканини (бавовна та синтетика).

Модифікація в'язучого матеріалу для тканини залежить від необхідної (механічної) гнучкості продукту. Для цього зазвичай використовуються фенольні смоли, каучук (натуральна гума) або дисперсії синтетичних матеріалів.

#### **Вулканізоване волокно**

Вулканізоване волокно зазвичай не піддається попередній обробці.

### **16.2.2.2 Нанесення на основу в'язучого матеріалу**

Основи покривають в'язучим матеріалом у машині для нанесення покриттів, наприклад, за допомогою валика для нанесення (нанесення нижнього покриття).

Залежно від форми абразиву існують різні в'язучі матеріали. На додаток до натуральних продуктів, як-от міздряний клей і крохмаль або смоли (наприклад, епоксидні, карбамідні, алкідні та поліуретанові смоли), переважно застосовуються фенольні смоли. Переваги фенольних смол у порівнянні з іншими в'язучими матеріалами полягають у кращій адгезії, меншій чутливості до вологи та вищій термічній стійкості. Водним фенольним смолам часто віддають перевагу проти трохи більш гнучких продуктів із вмістом розчинника через легший процес поводження.

Процес сушіння та затвердіння відбувається в петльовому апараті попереднього сушіння. Матеріал основи великими петлями проходить на палицях через різні температурні зони сушарки або апарата для затвердіння, які нагріваються гарячим циркулювальним повітрям. Таким чином, гарантується певний час витримки, що відповідає в'язучому матеріалу.

За необхідності полотно натягується в кінці сушарки. Для остаточного проникнення та фіксації (другого шару) можна нанести кілька в'язучих шарів.

Остаточне затвердіння фенольних смол здійснюється за температур до 100–140 °С залежно від зв'язування та абразивного зерна. Ця процедура відбувається в сушильному каналі (наприклад, у процесі попереднього сушіння) або після намотування в печі для затвердіння.

### **16.2.2.3 Нанесення на основу зерна**

#### **Електростатичне нанесення зерна**

Основа проходить через електростатичне поле. Вона розміщується вниз стороною з нижнім шаром в'язучої речовини. Водночас абразивне зерно проходить на певній відстані під покритою основою на конвеєрній стрічці. Коли абразивне зерно потрапляє в електростатичне поле, воно заряджається й таким способом притягується до основи зверху. Воно досягає покритої основи й просочується в нижній шар в'язучої речовини. У цьому процесі зерна орієнтовані гострими кінцями вертикально до основи. Як наслідок, абразив отримує відмінні різальні властивості.

#### **Механічне нанесення зерна**

До електростатичного нанесення зерна на абразиви з покриттям зерно наносили методом «гравітаційного нанесення». Ця процедура й досі використовується в деяких спеціальних галузях. Абразивне зерно падає через бункер і вільно падає на основу із нанесеним нижнім шаром в'язучої речовини. Більшість зерен прилипає до в'язучого шару. Надлишки зерна падають у збірний конус, коли змінюється напрямок полотна основи. Звідти абразивне зерно може бути перероблено та використано знову.

#### **Інші способи нанесення**

Для спеціальних галузей застосування, де потрібний дрібний розмір зерна, покриття на абразиви наносяться за допомогою третьої процедури – процесу сепарації. Зерно, полірувальний порошок або заповнювач додаються безпосередньо до в'язучого матеріалу. У пристрої для нанесення другого шару добре перемішана маса проходить через реверсивні валки та наноситься на матеріал основи. Нанесення нижнього шару в'язучого матеріалу тут не потрібне.

#### 16.2.2.2.4 Згинання

Рулони абразивної тканини, паперу або волокна (джамбо) після намотувального пристрою підлягають подальшій обробці для гарантування якості продуктів залежно від їхнього подальшого призначення. З цією метою жорстке покриття із зерном та в'язкими матеріалами після затвердіння та кондиціювання роблять гнучким. Залежно від типу абразиву, що використовується, існує кілька конкретних методів згинання. Розрізняють згинання під кутом 90° та поперечне згинання. Під час згинання на 90° непокрита сторона абразиву протягується через валок для перегинання.

Ступінь згинання залежить від радіуса валка для перегинання. Згинання здійснюється відповідно до конкретного призначення та властивостей кожного абразиву. Коли шар в'язучого матеріалу та абразивного зерна руйнується через дуже сильне згинання, це призводить до зниження абразивної здатності продукту.

#### 16.2.2.2.5 Нанесення верхнього шару покриття на продукт

[ 150, FEPA/VDS 2016 ]

За необхідності рулони, що надходять із намотувального пристрою або процесу згинання, покриваються додатковим шаром верхнього покриття. Верхній шар переважно складається із синтетичних смол, стеарату та добавок. За допомогою цього верхнього шару покриття досягаються певні властивості.

#### 16.2.2.3 Елементи установки

Описані процеси зазвичай здійснюються на установках з елементами, наведеними в Таблиці 16.6.

**Таблиця 16.6: Елементи установки та диференціація**

|   |  |
|---|--|
| Розмотування  | Використовується пристрій для розмотування рулонів з робочою шириною 900–1 650 мм та швидкістю 10–50 м/хв.   |
| Друк  | Зазвичай використовуються два або три формні циліндри.   |
| Валкове покриття (альтернатива: розпилення)                           | Здійснюється за допомогою двох друкарських валків із ковшем-резервуаром або за допомогою струменевого розпилення у якості альтернативи.  |
| Поле для нанесення зерна (електростатичне або механічне)              | Використання поля для нанесення зерна з пластинчастим конденсатором (напруга близько 30 кВ і більше) або бункером для нанесення зерна (затвор бункера на основі).  |
| Сушарка (петльова сушарка або сушарка без натягу)                     | Температура 35–140 °С (у петльовій сушарці покрите полотно проходить у вигляді петель; у сушарці без натягу полотно транспортується через сушарку в плоскому вигляді без контакту).  |
| Зволоження  | Зазвичай у кінці сушарки в паровій зоні.   |
| Намотування   | Здійснюється за допомогою намотувального пристрою.   |
| Кінцеве сушіння   | Використання маленької сушарки, зазвичай із потужністю для окремих джамбо-рулонів.   |
| Очищення витяжного повітря  | Застосування пиловловлювачів та термічної або регенеративної обробки за температури 700 °С (або вище) з регенерацією енергії або без неї (залежно від конкретних умов на об'єкті та потреби в енергії або теплі).  |
| Очищення води   | Установка біологічного очищення води або біореактор.   |
| Згинання  | Згинальні машини, що складаються з розмотування, згинального стрижня (полотно проходить зворотним боком під малим кутом над згинальним стрижнем, щоб робить продукт гнучким), згортання.   |
| Трансформування   | Приклеювання абразивних стрічок до з'єднаних внапусток нескінченних стрічок готують у машинах для різання стрічок на відрізки перед склеюванням під тиском та нагріванням у блоках під тиском. Можна використовувати поліуретанові клеї, які містять розчинник. За допомогою пристроїв для різання та вирубування виробляють листи, диски та валики. |
| <i>Джерело: [ 4, Germany 2002 ] updated by [ 150, FEPA/VDS 2016 ]</i> |  |

### Диференціація систем, пов'язаних із захистом від вибуху

Зазвичай необхідно встановити обладнання для захисту від вибухів навколо пристроїв нанесення та відкритого проходження полотна. Блоки нанесення та відкрите проходження полотна обладнані всмоктувальними пристроями, що справно працюють. Моніторинг здійснюється за допомогою певних заходів, що відповідають умовам конкретного об'єкта.

За необхідності все електричне обладнання має бути захищене від вибухів відповідно до цих керівних принципів. Усі приводні пристрої контуру встановлені за межами контуру. Зона контуру обігривається виключно непрямим способом.

Максимальна швидкість технологічної лінії контролюється, щоб гарантувати максимальний рівень 50% НКГВ речовини з найнижчою температурою спалаху.

Для досягнення тиску нижче атмосферного (негативного) і гарантування 50% НКГВ сушарка постійно працює дію з певною кількістю відпрацьованого повітря.

Потоки відхідних газів збираються і спрямовуються на установку очищення відхідних газів. Здійснюється моніторинг повітряних потоків. Приміщення для нанесення зерна обладнане витяжним пристроєм, і його моніторинг також здійснюється.

Машини для нанесення покриття поряд з установками електростатичного нанесення зерна захищені системами пожежогасіння.

Апарат для попереднього сушіння та основна сушарка повністю захищені внутрішніми системами пожежогасіння (вертикальні сухотруби).



### 16.2.3 Поточні рівні споживання та викидів від виробництва абразивів із покриттям

Оскільки не було виявлено жодного заводу, що перевищує граничні значення потужності за ДПВ, ТРГ із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників дійшла висновку не збирати дані за допомогою анкет. Подальші розділи є такими ж, як і в оригінальному ДД НДТМ для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників (2007 р.).

#### 16.2.3.1 Баланси маси

У Таблиці 16.7, Таблиці 16.8 та Таблиці 16.9 наведені баланси мас трьох наявних заводів.

У Таблиці 16.7 показаний баланс маси заводу з виробництва абразивів із типовим асортиментом продукції з різними типами в'язучого засобу:

- міздряний клей (без вмісту розчинника);
- часткове зв'язування синтетичною смолою (без вмісту розчинника);
- синтетична смола (майже без вмісту розчинника).

Баланс був встановлений із використанням реальних значень із конкретними значеннями, що стосуються 10 кілотонн кінцевого продукту на рік. Потужність цього заводу приблизно відповідає цій сумі. Значення вихідного потоку є середніми значеннями за пів години.

**Таблиця 16.7: Баланс маси виробництва абразивів на Заводі 1.**

| Вхідний потік   |            | Вихідний потік  |                         |
|---|------------|---|-------------------------|
| <b>Сировина (1)</b>   |            |   |                         |
| Папір/тканина   | 4 701 т/р. | Продукт   | 10 000 т/р              |
| Абразивне зерно   | 3 214 т/р. | Відходи на спалювання   | 77 т/р.                 |
| В'язучий матеріал, у тому числі феноли та інші синтетичні смоли   | 2 436 т/р. | Відходи на утилізацію   | 37 т/р.                 |
|   |            | Шкідливі відходи  | 116 т/р.                |
| <b>Розчинники (2)</b>   |            |   |                         |
| Вода  | 827 т/р.   | Вода  | 827 т/р.                |
| Органічні розчинники (3)  | 275 т/р.   | Неорганізовані викиди ЛОС                                     | 38 т/р.                 |
|   |            | ЗОВ після термічної обробки                                   | < 20 мг/м <sup>3</sup>  |
|   |            | NO <sub>x</sub> після термічної обробки                       | < 100 мг/м <sup>3</sup> |
|   |            | CO після термічної обробки                                    | < 100 мг/м <sup>3</sup> |
|   |            | Відносна кількість кисню термічної або регенеративної обробки | 18–21%                  |
| <b>Енергія (кВт-год/р)</b>  |            |   |                         |
| Електричний струм   | 3 007 243  |   |                         |
| Газ   | 21 871 076 |   |                         |
| Гаряча вода   | 16 379 075 |   |                         |
| Примітка:   |            |   |                         |
| (1) Вхідний потік сировини становить 10 351 т, а вихідний потік – лише 10 230 т (баланс маси не є закритим).  |            |   |                         |
| (2) Аналогічно з органічним розчинником (вхідний потік – 1 102 т, вихідний потік – 865 т).  |            |   |                         |
| (3) Відмінності в балансах маси обумовлені спалюванням розчинників та інших добавок у системах очищення відхідних газів [4, Germany 2002] [78, TWG 2005]. |            |   |                         |
| Джерело: [38, TWG 2004]   |            |   |                         |

У Таблиці 16.8 показаний баланс маси Заводу 2 де за допомогою консервації створюється тільки тканина. Виготовлена тканина використовується як основа для абразивів. Легкі та важкі бавовняні, а також важкі поліестерові тканини просочуються. Показані значення є виключно значеннями просочення тканини. Баланс маси був встановлений з використанням реальних значень із конкретними значеннями, що стосуються 10 кілотонн кінцевого продукту на рік. Потужність цього заводу становить близько 5 кілотонн кінцевого продукту на рік.

Відповідне виробництво абразивів здійснюється на Заводі 3, що описано в Таблиці 16.9.

**Таблиця 16.8: Баланс маси на заводі просочення для виробництва абразивів на Заводі 2**

| Вхідний потік   |            | Вихідний потік  |                           |
|---|------------|---|---------------------------|
| <b>Сировина (1)</b>   |            |   |                           |
| Необроблена тканина   | 8 101 т/р. | Просочена тканина   | 10 000 т/р                |
| Що відповідає м <sup>2</sup> /рік   | 24 261 025 | Що відповідає м <sup>2</sup> /рік                             | 24 261 025                |
| Фенольні смоли  | 1 002 т/р. | Шкідливі відходи  | 185 т/р.                  |
| Сітки   | 2 104 т/р. | Відходи на утилізацію   | 133 т/р.                  |
| Міздряний клей/крохмаль   | 585 т/р.   | Відходи на подальшу обробку                                   | 484 т/р.                  |
| Добавки   | 670 т/р.   | Макулатура  | 117 т/р.                  |
| <b>Розчинники (2)</b>   |            |   |                           |
| Органічні розчинники (3)  | 125 т/р.   | Неорганізовані викиди ЛОС                                     | 12 т/р.                   |
|   |            | ЗОВ після термічної обробки                                   | < 20 мг/м <sup>3</sup>    |
|   |            | NO <sub>x</sub> після термічної обробки                       | < 100 мг/м <sup>3</sup>   |
|   |            | СО після термічної обробки                                    | < 100 мг/м <sup>3</sup>   |
|   |            | Пил   | < 10 мг/м <sup>3</sup>    |
|   |            | Відносна кількість кисню термічної або регенеративної обробки | 18–21%                    |
| <b>Допоміжні засоби</b>   |            |   |                           |
| Вода (м <sup>3</sup> /р)  | 101 630    | Стічні води   |                           |
|   |            | Виробництво   | 46 750 м <sup>3</sup> /р. |
|   |            | Охолодження   | 8 794 м <sup>3</sup> /р.  |
|   |            | Пара  | 21 752 м <sup>3</sup> /р. |
|   |            | Система комунально-побутового водопостачання                  | 7 692 м <sup>3</sup> /р.  |
|   |            | Очищення  | 16 639 м <sup>3</sup> /р. |
| <b>Енергія (кВт-год/р)</b>  |            |   |                           |
| Енергія   | 46 258 325 |   |                           |
| Примітка:   |            |   |                           |
| (1) Вхідний потік сировини становить 12 462 т, а вихідний потік – лише 10 919 т (баланс маси не є закритим).  |            |   |                           |
| (2) Аналогічно з органічним розчинником (вхідний потік – 125 т, вихідний потік – 12 т).   |            |   |                           |
| (3) Відмінності в балансах маси обумовлені спалюванням розчинників та інших добавок у системах очищення відхідних газів [4, Germany 2002] [78, TWG 2005]. |            |   |                           |
| Джерело: [38, TWG 2004]   |            |   |                           |

У Таблиці 16.9 наведено баланс маси Заводу 3, який є майданчиком для виробництва абразивів із покриттям. Він складається з кількох машин, але не має попередньої обробки основ. До продукції належить папір для ручного та сухого шліфування, водонепроникні паперові та тканинні абразиви, легкі та середньої ваги, а також важкі тканини та абразивні неткані продукти. Баланс був встановлений із використанням реальних значень із конкретними значеннями, що стосуються 5 000 000 м<sup>2</sup> кінцевого продукту на рік. Потужність цього заводу дещо перевищує цю цифру. Значення вихідного потоку є середніми значеннями за пів години.

Таблиця 16.9: Баланс маси виробництва абразивів на Заводі 3.

| Вхідний потік <sup>(1)</sup>   |                              | Вихідний потік <sup>(1)</sup>                                 |                              |
|--|------------------------------|---|------------------------------|
| <b>Сировина</b>  |                              |   |                              |
| Просочена основа   | 5 000 000 м <sup>2</sup> /р. | Продукт   | 5 000 000 м <sup>2</sup> /р. |
| Абразивне зерно  | 992 т/р.                     |   |                              |
| <b>Розчинники</b>  |                              |   |                              |
| Органічні розчинники <sup>(2)</sup>  | 259 т/р.                     | Неорганізовані викиди ЛОС                                     | 30.1 т/р.                    |
|  |                              | ЗОВ після термічної обробки                                   | < 20 мг/м <sup>3</sup>       |
|  |                              | NO <sub>x</sub> після термічної обробки                       | < 100 мг/м <sup>3</sup>      |
|  |                              | СО після термічної обробки                                    | < 100 мг/м <sup>3</sup>      |
|  |                              | Пил   | < 10 мг/м <sup>3</sup>       |
|  |                              | Відносна кількість кисню термічної або регенеративної обробки | 18–21%                       |
| Фенольні та інші смоли   | 520 т/р                      |   |                              |
| Сітки  | 22,2 т/р.                    |   |                              |
| Допоміжні засоби   |                              |   |                              |
| Вода   | 32 063 м <sup>3</sup> /р.    |   |                              |
| Енергія  |                              |   |                              |
| Газ та струм   | 34 831 581 кВт-год/р.        |   |                              |
| Примітка:  |                              |   |                              |
| <sup>(1)</sup> Баланс маси не є закритим.  |                              |   |                              |
| <sup>(2)</sup> Відмінності в балансах маси обумовлені спалюванням розчинників та інших добавок у системах очищення відхідних газів [ 4, Germany 2002 ] [ 78, TWG 2005 ]. |                              |   |                              |
| Джерело: [ 38, TWG 2004 ]  |                              |   |                              |

### 16.2.3.2 Споживання

Див. Розділ 16.2.3.1 щодо споживання сировини, розчинників, води та енергії.

### 16.2.3.3 Викиди

#### 16.2.3.3.1 Викиди в повітря

Приклади викидів із трьох заводів у Німеччині наведені в Розділі 16.2.3.1.

Після очищення відхідних газів досягнуті рівні викидів становлять менше ніж 20 мг С/м<sup>3</sup> для ЗЛОВ та менше ніж 100 мг/м<sup>3</sup> для СО та NO<sub>x</sub>. Також дотримано максимальних границь для фенолу (20 мг/м<sup>3</sup>).

#### 16.2.3.3.2 Викиди у воду

Стічні води утворюються від очищення деталей машин і переважно містять фенол і фторид. Перед скиданням у муніципальну установку з очищення відпрацьованих вод зазвичай здійснюються такі заходи з очищення відпрацьованих вод:

- нейтралізація;
- осадження фторидів;
- фільтрування;
- біологічне очищення.

Технології, згадані вище, детально описані в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ] and in the CWW BREF [ 31, COM 2016 ].

Досягаються такі або нижчі рівні викидів:

- загальні викиди фенолу 75 мг/л
- ЛОС у пароподібному фенолі: 20 мг/л
- фторид 40 мг/л
- сульфат: 200 мг/л
- залізо: 1 мг/л;
- алюміній : 1 мг/л;
- цинк: 1 мг/л

### 16.2.3.3 Відходи

Залежно від спектра продукції відходи виникають під час трансформування у вигляді обрізків (наприклад, країв, обрізків від вирубування). У деяких випадках частина цих обрізків може бути відокремлена, повторно нарізана та продана.

### 16.2.4 Технології, які необхідно враховувати у визначенні НДТМ для виробництва абразивів із покриттям

У Главі 17 описані технології, які також можуть бути застосовні у виробництві абразивів із покриттям. У Таблиці 16.10 показані загальні технології, що стосуються виробництва абразивів із покриттям. Ці технології не повторюються в цьому розділі, якщо тільки не була надана інформація, що стосується цієї галузі. Опис типу інформації, що розглядається для кожної технології, наведено в Таблиці 17.1.

Таблиця 16.10: Посилання на технології, що зазвичай застосовуються в секторі

| Технологія   | Номер розділу |
|--|---------------|
| Технології екологічного менеджменту                | 17.1          |
| Зберігання та поводження із сировиною              | 17.2          |
| Моніторинг   | 17.3          |
| Використання води та утворення стічних вод         | 17.4          |
| Управління енергоспоживанням та енергоефективність | 17.5          |
| Управління сировиною (у тому числі заміщення)      | 17.6          |
| Процеси та обладнання для нанесення покриття       | 17.7          |
| Технології сушіння та/або затвердіння              | 17.8          |
| Технології очищення                                | 17.9          |
| Видалення та очищення відхідних газів              | 17.10         |
| Технології очищення відпрацьованих вод             | 17.11         |
| Технології управління відходами                    | 17.12         |
| Виділення запахів                                  | 17.13         |

Довідковий документ EGTEI щодо промислового застосування клейких речовин (див. Додаток 21.3) містить деякі дані про витрати та вигоди на європейському рівні деяких технологій скорочення викидів ЛОС. Проте підхід EGTEI обов'язково має обмежувати його комплексність, і наводяться лише основні технології без урахування інших факторів НДТМ, як-от вплив на різні компоненти довкілля, або технічних характеристик окремих установок та продуктів [[83, EGTEI 2005](#)].

### 16.2.4.1 Заміщення звичайних в'язучих матеріалів на основі розчинника

#### 16.2.4.1.1 В'язучі матеріали без вмісту розчинника

##### Опис

До в'язучих матеріалів без вмісту розчинника належать міздряний клей та крохмаль, а також часткове зв'язування синтетичними смолами. Щодо тканин, їх можна використовувати для отримання певних якостей продукту. Проте зазвичай застосовуються смоли, оскільки вони мають кращу адгезію, меншу чутливість до вологи та вищу термічну стійкість. Фенольним смолам на водній основі часто віддають перевагу проти трохи більш гнучких продуктів із вмістом розчинника через легший процес поводження.

Водонепроникні властивості, необхідні для абразивного паперу, можуть бути отримані лише з використанням в'язучих матеріалів на основі розчинників.

##### Досягнуті екологічні переваги

Виключаються викиди розчинників.

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

В'язучі матеріали на основі розчинників необхідні для виробництва абразивів для мокрого шліфування. Вони є загальнозастосовними для виробництва паперу для сухого шліфування.

##### Довідкова література

[\[ 4, Germany 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#)

### 16.2.4.2 Сушіння

#### 16.2.4.2.1 Конвективне сушіння

Загальний опис див. у Розділі 17.8.6. Петльові сушарки або сушарки без натягу зазвичай застосовуються за температури 35–110 °С. У петльовій сушарці покрите полотно проходить у вигляді петель. У сушарці без натягу полотно транспортується через сушарку в плоскому вигляді без контакту.

[\[ 4, Germany 2002 \]](#)

### 16.2.4.3 Видалення та очищення відхідних газів

#### 16.2.4.3.1 Збільшення внутрішньої концентрації розчинника

Загальний опис див. у Розділі 17.10.3.2.

Загально застосовується для підвищення ефективності відновлення розчинника в системі очищення відпрацьованих газів. Максимальна швидкість технологічної лінії контролюється, щоб гарантувати максимальний рівень 50% НКГВ речовини з найнижчою температурою спалаху. З цією метою швидкість блокується за допомогою електроніки. Для досягнення тиску нижче атмосферного (негативного) і гарантування 50% НКГВ сушарка постійно працює дію з певною кількістю відпрацьованого повітря [\[ 4, Germany 2002 \]](#).

#### 16.2.4.3.2 Утримування та вловлювання відхідних газів

Загальний опис див. у Розділі 17.10.2.

Відхідні гази з місць відкритого проходження полотна, блоків нанесення в'язучого матеріалу й сушарки збираються і спрямовуються в систему очищення відхідних газів. Неорганізовані викиди розчинників знижуються до діапазону 9,6–13,8% вхідного потоку розчинника.

[\[ 4, Germany 2002 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)

### 16.2.4.3.3 Системи сухих фільтрів

Загальний опис див. у Розділі 17.10.4.4.

Застосовується декілька типів рукавних фільтрів. Отримані значення викидів залежать від характеристик пилу, конструкції фільтра та самого фільтра. Концентрація статичного пилу  $< 10 \text{ мг/м}^3$  була повідомлена як досяжна (дані за 2002 р.). Для отримання додаткової інформації про технології зниження викидів пилу та досяжних рівнів викидів див. Розділ 17.10.4. [\[ 4, Germany 2002 \]](#)

### 16.2.4.3.4 Термічне окиснення

Загальний опис див. у Розділі 17.10.5.2.

За обсягів витяжного повітря до  $66\,000 \text{ Нм}^3/\text{год}$ , установки досягають значень викидів  $< 20 \text{ мг ЛОС/м}^3$  (середнє значення за пів години) [\[ 4, Germany 2002 \]](#).

### 16.2.4.3.5 Регенеративне термічне окиснення

Загальний опис див. у Розділах 17.10.5.4 та 17.10.5.5.

Ця технологія зазвичай застосовується для очищення відхідних газів із сушарок, місць відкритого проходження полотна і блоків нанесення в'язучого матеріалу.

У процесі виробництва регенеративний окисник зазвичай може працювати в автотермічному режимі (понад  $2\text{--}3 \text{ г/м}^3$  органічного розчинника у відпрацьованих газах). За обсягів витяжного повітря до  $66\,000 \text{ Нм}^3/\text{год}$ , установки досягають значень викидів  $< 20 \text{ мг С/м}^3$ ,  $< 100 \text{ мг СО/м}^3$  та  $100 \text{ мг NO}_x/\text{м}^3$  (середні значення за пів години). Досягаються рівні фенолу  $< 20 \text{ мг/м}^3$  [\[ 4, Germany 2002 \]](#).

### 16.2.4.3.6 Біологічне очищення

Ця технологія не застосовується через специфічні умови в галузі виробництва абразивів. Експериментальні установки пройшли випробування. Проте через високі та мінливі концентрації загального С в неочищених газах ця технологія не застосовується в галузі виробництва абразивів із технічного економічного погляду.

Термічне окиснення та регенеративне термічне окиснення наразі розглядаються як НДТМ у виробництві абразивів із покриттям.

## 17 ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВРАХОВУВАТИ У ВИЗНАЧЕННІ НДТМ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ БІЛЬШЕ НІЖ В ОДНОМУ СЕКТОРІ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКІВ

У цій главі описано технології (або їхні комбінації) та пов'язаний із ними моніторинг, які, як вважається, мають потенціал для досягнення високого рівня захисту навколишнього середовища в діяльності, що входить до галузі застосування цього документа, і які застосовуються в більш ніж одному секторі (галузі). Мета полягає в тому, щоб допомогти читачеві легко знайти загальну інформацію про ці технології. Було докладено зусиль, щоб обмежити повторення інформації для тих технологій, які також описані в Розділах X.4 (Технології, які необхідно враховувати для кожної конкретної галузі, де X — це глава, присвячена конкретній галузі). Технології, які стосуються лише одного сектору, переважно надані лише у відповідних розділах X.4. Технології, що описуються, охоплюють як використовувану технологію, так і способи проєктування, будівництва, технічного обслуговування, експлуатації та виведення з експлуатації установок.

Охоплюються системи екологічного менеджменту, технології, інтегровані в технологічний процес, та технології наприкінці виробничого циклу. Запобігання та управління відходами, включно з процедурами мінімізації відходів та переробки, також розглядаються, а також технології, що зменшують споживання сировини, води та енергії шляхом оптимізації використання та повторного використання. Описані технології також охоплюють запобігання або обмеження екологічних наслідків аварій та інцидентів, а також відновлення території. Вони також охоплюють запобігання або скорочення викидів в умовах, відмінних від нормальних умов експлуатації (як-от операції запуску та зупинки, виток, несправність, короткочасні зупинки та остаточне припинення експлуатації).

У Додатку III до Директиви перераховано низку критеріїв для визначення НДТМ, й інформація в цій главі стосуватиметься цих критеріїв. Наскільки це можливо, стандартна структура в Таблиці 17.1 використовується для опису інформації щодо кожної технології, щоб забезпечити можливість порівняння технологій та оцінки відповідності визначенню НДТМ у Директиві.

У цій главі та розділах X.4 не обов'язково наводиться вичерпний перелік технологій, які можна застосовувати в цьому секторі. Можуть існувати або бути розроблені інші технології, які можна враховувати під час визначення НДТМ для окремої установки.

**Таблиця 17.1: Розбивка інформації для кожної технології, описаної в Главі 17 і в усіх Розділах 4 кожної з Глав із 2 до 16.**

| Заголовки в розділах                                     |
|--|
| Опис   |
| Технічний опис   |
| Досягнуті екологічні переваги                            |
| Екологічна ефективність та інформація про функціонування |
| Вплив на різні компоненти довкілля                       |
| Технічні особливості, пов'язані із застосуванням         |
| Економічні аспекти                                       |
| Стимул до впровадження                                   |
| Приклади заводів   |
| Довідкова література                                     |

## 17.1 Технології екологічного менеджменту

### 17.1.1 Система екологічного менеджменту (СЕМ)

#### Опис

Формальна система для демонстрації відповідності екологічним цілям.

#### Технічний опис

Директива визначає «технології» (під визначенням «найкращі доступні технології») як «використовувану технологію, так і способи проектування, будівництва, технічного обслуговування, експлуатації та виведення з експлуатації установки».

У цьому відношенні система екологічного менеджменту (СЕМ) – це метод, що дає операторам установок змогу систематично й наочно розв'язувати екологічні проблеми. СЕМи найбільш ефективні та дієві там, коли вони становлять невіддільну частину загального управління та експлуатації установки.

СЕМ фокусує увагу оператора на екологічній ефективності установки; зокрема шляхом застосування чітких робочих процедур як для нормальних, так і для відмінних від нормальних умов експлуатації, а також шляхом визначення відповідних галузей відповідальності.

Усі ефективні СЕМ включають концепцію постійного вдосконалення, що означає, що екологічне управління є безперервним процесом, а не проектом, який зрештою закінчується. Існують різні проекти процесів, але більшість СЕМ ґрунтується на циклі «планування–виконання–перевірки–вживання заходів» (який широко використовується в інших контекстах управління компанією). Цикл є ітеративною динамічною моделлю, у якій завершення одного циклу перетікає в початок наступного (див. Рисунок 17.1).



Рисунок 17.1: Постійне вдосконалення в моделі СЕМ

СЕМ може набувати форми стандартизованої або нестандартизованої («адаптованої») системи. Впровадження та дотримання міжнародно визнаної стандартизованої системи, такої як EN ISO 14001, може підвищити довіру до СЕМ, особливо за умови



здійснення належним чином зовнішньої перевірки. Схема екологічного менеджменту та аудиту Європейського Союзу (EMAS) відповідно до Регламенту (ЄС) №1221/2009 забезпечує додаткову довіру завдяки взаємодії з громадськістю через висновок про стан довкілля та механізм забезпечення дотримання застосовного законодавства з охорони довкілля. Проте, нестандартизовані системи в принципі можуть бути такими ж ефективними за умови, що вони належним чином розроблені та впроваджені.

Тоді як стандартизовані системи (EN ISO 14001:2015 або EMAS) та нестандартизовані системи в принципі застосовні до організацій, у цьому документі застосовується вужчий підхід, що не охоплює всі види діяльності організації, наприклад, щодо їхніх продуктів та послуг, у зв'язку з тим, що Директива регулює лише установки/заводи.

СЕМ може містити такі елементи:

- i. відданість, лідерство та відповідальність керівництва, у тому числі найвищого керівництва, за впровадження ефективної СЕМ;
- ii. аналіз, який передбачає визначення контексту організації, визначення потреб та очікувань зацікавлених сторін, визначення характеристик установки, пов'язаних із можливими ризиками для довкілля (або здоров'я людини), а також застосовних вимог законодавства, що стосуються довкілля;
- iii. розвиток екологічної політики, що передбачає постійне підвищення екологічної ефективності установки;
- iv. встановлення цілей та показників результативності щодо значущих екологічних аспектів, у тому числі забезпечення відповідності застосовним вимогам законодавства;
- v. планування та впровадження необхідних процедур та дій (у тому числі, за необхідності, коригувальних та превентивних дій) для досягнення екологічних цілей та уникнення екологічних ризиків;
- vi. визначення структур, ролей та відповідальності щодо екологічних аспектів та цілей, а також забезпечення необхідних фінансових та людських ресурсів;
- vii. забезпечення необхідної компетентності та обізнаності персоналу, чия робота може впливати на екологічну ефективність установки (наприклад, шляхом надання інформації та навчання);
- viii. внутрішній та зовнішній зв'язок;
- ix. заохочення залучення персоналу до передової практики екологічного менеджменту;
- x. створення та ведення посібника з менеджменту та письмових процедур із контролю за діяльністю, що має значний вплив на довкілля, а також ведення відповідних записів;
- xi. ефективне оперативне планування та контроль технологічного процесу;
- xii. впровадження відповідних програм технічного обслуговування;
- xiii. протоколи готовності до аварійних ситуацій та реагування на них, у тому числі попередження та/або пом'якшення несприятливого впливу (на довкілля) надзвичайних ситуацій;
- xiv. під час (пере)проектування (нової) установки або її частини врахування її впливу на довкілля протягом усього строку її експлуатації, до якого належить будівництво, технічне обслуговування, експлуатація та виведення з експлуатації;
- xv. реалізація програми моніторингу та вимірювань; у разі необхідності інформацію можна знайти в Довідковому звіті про моніторинг викидів у повітря та воду з установок, на які поширюється дія ДПВ;
- xvi. виконання зіставного аналізу сектору на регулярній основі;
- xvii. періодичний незалежний (де це можливо) внутрішній аудит та періодичний незалежний зовнішній аудит для оцінювання екологічної ефективності та визначення того, чи відповідає СЕМ запланованим заходам і, чи правильно вона впроваджена та підтримується;
- xviii. оцінка причин невідповідностей, вживання коригувальних заходів у відповідь на невідповідності, огляд ефективності коригувальних заходів та визначення наявності або потенційного виникнення подібних невідповідностей;

- хіх. періодична перевірка СЕМ та її відповідності сучасним вимогам, адекватності та ефективності вищим керівництвом;
- хх. слідування та враховування розвитку більш екологічних технологій.

Спеціально для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників НДТМ також полягають у введенні до СЕМ таких елементів:

- i. Взаємодія із системами контролю та забезпечення якості, а також міркування охорони здоров'я та безпеки.
- ii. Планування скорочення впливу установки на довкілля. Зокрема, це передбачає:
  - o Оцінювання загальної екологічної ефективності заводу (див. Розділ 17.1.2).
  - o Врахування міркувань впливу на різні компоненти довкілля, особливо підтримання належного балансу між скороченням викидів розчинників і споживанням енергії (див. Розділ 17.5), води (див. Розділ 17.4) та сировини. Важливо, щоб оператор розумів, що відбувається з вхідними потоками (розуміння процесу), наприклад, розчинників, і як їхнє споживання призводить до викидів і, отже, до впливу. Так само важливо в процесі контролю значних вхідних та вихідних потоків підтримувати правильний баланс між скороченням викидів розчинників та впливом на різні компоненти довкілля, таким як споживання енергії, води та сировини. Тільки враховуючи та врівноважуючи вплив на різні компоненти довкілля, вплив установки на довкілля може бути зменшено з максимальною ефективністю. Хоча баланс розчинника (див. Розділ 17.3.1) є важливим у цих галузях промисловості, управління всім значним споживанням та викидами має бути скоординованим і здійснюватись у короткостроковій, середньостроковій та довгостроковій перспективі в поєднанні з фінансовим плануванням та інвестиційними циклами, тобто прийняття короткострокових рішень наприкінці виробничого циклу щодо викидів розчинників може прив'язати оператора до вищого довгострокового рівня споживання енергії та, як наслідок, до викидів CO<sub>2</sub>, а також відстрочити інвестиції в більш збалансовані екологічно вигідні рішення. Це вимагає певного розгляду питань, пов'язаних із впливом на різні компоненти довкілля, та підтримку за цими питаннями, а також за питаннями розрахунку витрат та рентабельності наведено в ДД НДТМ для економічних та міжсередовищних наслідків [\[50, COM 2006 1\]](#).
  - o Зменшення викидів ЛОС від процесів очищення (див. Розділ 17.9).
- iii. Це охоплює:
  - o план запобігання та контролю витоків та розливів (див. Розділ 17.2.1);
  - o система оцінки сировини для використання сировини з низьким впливом на довкілля та план оптимізації використання розчинника в процесі (див. Розділ 17.6);
  - o баланс маси розчинника (див. Розділ 17.3.1);
  - o програма технічного обслуговування для частоти та екологічних наслідків умов експлуатації, відмінних від нормальних (див. Розділ 17.2.6);
  - o план з енергоефективності (див. Розділ 17.5.1);
  - o план використання водних ресурсів (див. Розділ 17.4.1);
  - o план управління відходами (див. Розділ 17.12.1);
  - o план боротьби з запахами (див. Розділ 17.13.1).

#### Досягнуті екологічні переваги

СЕМ сприяє та підтримує постійне вдосконалення екологічної ефективності установки. Якщо установка вже має хороші показники загальної екологічної ефективності, СЕМ допомагає оператору підтримувати високий рівень ефективності.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Не повідомлено. Систематичний аналіз первинних впливів на довкілля та можливостей для вдосконалення в контексті СЕМ закладає основу для оцінки найкращих рішень для всіх компонентів довкілля.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Компоненти, описані вище, зазвичай можуть застосовуватися до всіх установок, що охоплюються цим документом. Рівень деталізації та ступінь формалізації СЕМ будуть пов'язані з характером, масштабом та складністю установки, а також діапазоном впливу на довкілля, який вона може мати.

### Економічні аспекти

Важко точно визначити витрати та економічні переваги від впровадження та підтримки належної СЕМ. Існують також економічні переваги, які є результатом використання СЕМ і вони дуже відрізняються залежно від сектору.

Зовнішні витрати, пов'язані з верифікацією системи, можна оцінити за рекомендаціями Міжнародного форуму з акредитації [ 250, IAF 2010 ].

### Стимул до впровадження

Системи екологічного менеджменту можуть надати низку переваг, наприклад:

- покращений рівень екологічної ефективності;
- покращене розуміння екологічних аспектів компанії, яке може бути використане для виконання екологічних вимог клієнтів, регулювальних органів, банків, страхових компаній або інших зацікавлених сторін (наприклад, людей, які живуть або працюють поблизу установки);
- покращена основа для прийняття рішень;
- підвищена мотивація персоналу (наприклад, керівники можуть бути впевнені, що вплив на довкілля контролюється, а співробітники можуть відчувати, що працюють в екологічно відповідальній компанії);
- додаткові можливості зниження експлуатаційних витрат та підвищення якості продукції;
- покращення іміджу компанії;
- скорочення витрат пов'язаних із відповідальністю, страхуванням та недотриманням вимог.

### Приклади заводів

СЕМ застосовуються в низці установок у всьому ЄС.

### Довідкова література

[ 250, IAF 2010 ] [ 251, EU 2009 ] [ 252, COM 2010 ] [ 253, COM 2015 ] [ 254, CEN 2015 ]

## 17.1.2 Загальна екологічна ефективність

### Опис

Визначення галузей/секцій/етапів процесу, які роблять найбільший внесок у викиди ЛОС та споживання енергії, а також визначення та здійснення діяльності щодо мінімізації викидів ЛОС та споживання енергії та регулярне оновлення інформації за ситуацією.

### Технічний опис

Для підвищення загальної екологічної ефективності такі дії вважаються важливими:

- визначення галузей/секцій/етапів процесу, які роблять найбільший внесок у викиди ЛОС та споживання енергії й мають найбільший потенціал до вдосконалення;
- визначенні та впровадженні заходів щодо мінімізації викидів ЛОС та споживання енергії;
- регулярному (принаймні один раз на рік) оновленні інформації за ситуацією та стеження за виконанням визначених дій.

### Досягнуті екологічні переваги

- Скорочення споживання матеріалів, енергії та води.
- Скорочення викидів, переважно ЛОС.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Поступове вдосконалення, яке підтримує та покращує екологічну ефективність установки.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Немає.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

### **Економічні аспекти**

Необхідний робочий час персоналу.

### **Стимул до впровадження**

Потенційна економія витрат на матеріали та ефективність виробництва.

### **Приклади заводів**

Широко застосовується; приклад заводу: №146 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### **Довідкова література**

[\[ 181, COM 2017 \]](#)

## **17.1.3 Зіставний аналіз споживання та викидів, а також подальші дії**

### **Опис**

Зіставний аналіз є систематичною реєстрацією вхідних потоків (сировина, вода та енергія) і вихідних потоків (викиди в повітря і воду, а також у вигляді відходів), а також регулярне порівняння їх із попередніми даними щодо установки, з її галузевими, національними або регіональними контрольними показниками (див. Розділ 17.1.1 (xvi)). Коли дані зіставляються на установці, рекомендується підтримувати систему для визначення будь-яких дій, необхідних на підставі зібраних даних, та доведення цих дій до завершення (див. Розділ 17.1.1 (xv, v, xvii)), у тому числі:

- визначення особи або осіб, відповідальних за оцінку даних та вживання заходів щодо даних;
- інформування осіб, відповідальних за роботу заводу, у тому числі швидке та ефективне оповіщення операторів про відхилення від нормальної роботи;
- інші дослідження для з'ясування відхилень у роботі або відповідності зовнішнім контрольним показникам.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Зіставний аналіз допомагає окремим установкам оцінити їхню екологічну ефективність у порівнянні з іншими установками та допомагає визначити технології які використовуються найбільш ефективними установками. Він може виявляти або допомагати у виявленні незапланованих або непомічених подій, таких як виток через ущільнення труби або насоса, втрати в ґрунт та підземні води тощо.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Ця технологія забезпечує контрольні показники та оцінку експлуатаційної екологічної ефективності установок та технологій. Дані можна збирати та порівнювати на різних рівнях, як-от технологія або вид діяльності (друкарська машина, технологічний резервуар або технологічна лінія), об'єкт, сектор, на регіональному або національному рівнях, якщо це дозволяють антимонопольне законодавство та практика. Її можна оприлюднити, зберігаючи конфіденційність найменування об'єкта. Наприклад, можна виконати зіставний аналіз:

- Споживання та викидів розчинників. Неорганізовані викиди, а отже, і загальні викиди можна визначити тільки за допомогою балансу розчинника (див. Розділ 17.3.1). Відповідні питання для

зіставного аналізу можна визначити під час розрахування балансу маси розчинника (див. Розділ 21.5).

- Споживання води.
- Споживання енергії, наприклад, для сушіння та обладнання для боротьби з викидами.
- Споживання сировини, наприклад, друкарських фарб, серветок, паперу, під час налаштування друкарської машини до 10% основи може бути втрачено.
- Утворюваних відходів.
- Значних забруднювальних речовин, що викидаються у воду, повітря або ґрунт/підземні води.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Для належного зіставного аналізу потрібні зіставні дані — порівняння «подібного з подібним», наприклад, для діяльності з обробки поверхні це найкраще досягається на основі обробленої площі поверхні або іншого споживання або на будь-якій основі, яка значною мірою пов'язана з процесом. Деталі зіставного аналізу, у тому числі питання, які підлягають порівнянню, залежатимуть від споживання.

#### **Економічні аспекти**

Використання даних для оптимізації екологічної ефективності заводу зазвичай забезпечує економічну оптимізацію.

#### **Стимул до впровадження**

Зіставний аналіз також пропорційний належній економічній ефективності. Зіставний аналіз та оптимізація екологічної ефективності (наприклад, споживання сировини, води та енергії, а також втрати матеріалів) одночасно призведе до економічної оптимізації.

#### **Довідкова література**

[\[ 23, COM 2006 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 43, Envirowise 1998 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)

## 17.2 Зберігання та поводження із сировиною

У цьому розділі розглядаються галузі, процеси та діяльність установки поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, як не розглядаються більше ніде, оскільки вони стосуються проблем, характерних для більшості секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників. Зокрема, він охоплює запобігання викидам у ґрунт, підземні води та поверхневі води, хоча технології також мають відношення до запобігання неорганізованим викидам у повітря внаслідок доставки/отримання органічних розчинників та інших хімічних речовин на завод/на заводі для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників до їхнього останнього етапу підготовки перед застосуванням. Проте враховуючи інтегровану роботу та комплексність установки, що охоплюється ДПВ, неможливо уникнути збігів та повторень з іншими розділами: там, де вони виявлені, надані перехресні посилання.

Проектування, будівництво та експлуатація, також іменовані «належною організацією виробництва» або «передовою практикою», відіграють важливу роль у скороченні неорганізованих викидів та охороні праці. На багатьох установках ефективно застосовуються прості та доступні заходи належної організації виробництва для мінімізації споживання розчинників, підвищення ефективності, отримання чистішого робочого місця та скорочення витрат. Огляд із практичними прикладами чітко описаний у відповідних рекомендаціях [ 42, [Envirowise 2003](#) ].

Заходи запобігання розливам та витокам докладно описані в інших документах, наприклад, у ДД НДТМ для Викидів зі складів [ 44, [COM 2006](#) ] та в національних керівних документах [ 42, [Envirowise 2003](#) ] [ 69, [RIZA 1999](#) ] [ 70, [INRS 1998](#) ]. Отже, наступні розділи є коротким викладом основних питань, пов'язаних із цим сектором, разом із більш детальною інформацією, що стосується масштабу й типу операцій.

### 17.2.1 Підготовка та реалізація плану запобігання та контролю витоків та розливів

#### Опис

Підготовка та реалізація плану запобігання та контролю інцидентів/випадків потенційних витоків та розливів.

#### Технічний опис

Це включає, але не обмежується наступним:

- план дій під час інциденту для малих та великих розливів;
- визначення ролей та відповідальності залучених осіб;
- забезпечення екологічної обізнаності та навчання персоналу запобігати/впоратися з інцидентами, пов'язаними з розливами (див. Розділ 17.2.5.1);
- виявлення зон ризику виникнення розливу та/або витоку шкідливих матеріалів та впорядкування їх відповідно до ризику; до цього належать будь-який можливий доступ до каналізацій, як-от водостоки та оглядові люки;
- у виявлених зонах забезпечення наявності відповідних систем утримування, наприклад, непроникні підлоги та утримувальні бар'єри наявні та перебувають у належному стані;
- визначення відповідного обладнання для утримування розливів та очищення, а також регулярне забезпечення його доступності в справному стані та поблизу до місць, де можуть статися такі інциденти;
- керівні принципи управління відходами для поводження з відходами, що утворюються в результаті контролю розливів;
- регулярні (не рідше одного разу на рік) огляди зон зберігання та експлуатації, перевірка та калібрування обладнання для виявлення витоків та швидкий ремонт зон витоків із клапанів, ущільнювальних кілець, фланців тощо; див. також Розділ 17.2.6 для отримання інформації щодо перевірок та технічного обслуговування.

### Досягнуті екологічні переваги

Ця технологія запобігає або мінімізує забруднення поверхневих вод, підземних вод та ґрунтів, а також сприяє очищенню об'єкта після припинення діяльності. Вона також зменшує неорганізовані викиди в результаті розливу розчинників.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Невеликі розливи, ймовірно, відбуватимуться частіше, і їхній сумарний ефект, якщо їх не виявити й не усунути, призведе до значного збільшення неорганізованих викидів у повітря, ґрунт та підземні води.

Вплив розливів у зонах ризику можна мінімізувати заздалегідь, наприклад, шляхом:

- герметизації водостоків та оглядових люків у каналізацію;
- забезпечення зон, де зберігаються розчинники, обвалуванням та герметизацією непроникними бар'єрами та підлогами;
- забезпечення «стічними ямами» зон, де використовуються розчинники, наприклад, зони очищення.



Джерело: [180, COM 2017] Завод №133 у [155, TWG 2016]

**Рисунок 17.2: Пристрій для збору розливої рідини в транзитній зоні між зонами зберігання та виробництва**

### Вплив на різні компоненти довкілля

Несприятливі наслідки відсутні.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна. Обсяг (наприклад, рівень деталізації) плану буде пов'язаний із характером, масштабом та складністю установки, а також типом та кількістю використовуваних матеріалів.

### Економічні аспекти

- Робочий час персоналу на навчання та оновлення планів.

- Матеріали для очищення від розливів.

#### Стимул до впровадження

- Зниження ризиків відповідальності за забруднення.
- Зниження ризиків, пов'язаних із цим аварій, наприклад, запобігання слизьким підлогам, ризику пожежі.

#### Приклади заводів

Широко застосовується; приклад заводу: №133 у [155, TWG 2016].

Довідкова література  
[180, COM 2017]

## 17.2.2 Технології зберігання

### 17.2.2.1 Герметизація або накриття контейнерів та обвалована зона зберігання

#### Опис

Зберігання розчинників, шкідливих матеріалів, відпрацьованих розчинників та відпрацьованих очищувальних засобів у герметизованих або критих контейнерах, придатних для відповідного ризику та призначених для мінімізації викидів. Зона зберігання контейнерів обвалована й має достатню місткість.

#### Технічний опис

Необхідна обережність під час зберігання та операцій поводження. Наприклад, контейнери мають бути відповідного розміру й закриті (наприклад, за допомогою кришок) для зменшення втрати на випаровування, при цьому мати достатньо місця для розширення розчинника, що зберігається. Подавальні труби мають бути розміщені під землею. Також треба уникати джерел тепла та протягів, щоб зменшити можливість випаровування. Контейнери мають бути вогнестійкими й мати кришки, що закриваються автоматично. Треба забезпечувати належне поводження та використання, а також мінімізацію відходів, наприклад, автоматичне/строго контрольоване дозування, використання попередньо просочених серветок тощо. Де це можливо, розчинник має подаватися трубою безпосередньо до точки використання з відповідним відновленням будь-яких надлишків.

Зона зберігання контейнерів обвалована й має достатню місткість, щоб забезпечити, що будь-який випадковий викид залишить всередині обвалування, і його можна буде легко зібрати.

#### Досягнуті екологічні переваги

- Зменшення викидів ЛОС у повітря.
- Запобігання забрудненню ґрунту та підземних вод.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Багато розчинників значно розширюються і стискаються за зміни температури навколишнього середовища. Для цього в ємності для зберігання повинно бути передбачено достатньо місця залежно від використовуваних розчинників, наприклад, контейнери мають вміщати близько 10% надлишкового обсягу.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна. Необхідність закриття контейнера із розчинником та яким чином може визначатися питаннями охорони праці та техніки безпеки.

#### Стимул до впровадження

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

#### Приклади заводів

Широко використовується у всій галузі.



**Довідкова література**

[ 23, COM 2006 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 212, TWG 2018 ]

**17.2.2.2 Мінімізація зберігання шкідливих матеріалів у виробничих зонах****Опис**

Шкідливі матеріали присутні у виробничих зонах лише в кількостях, необхідних для виробництва; більші кількості зберігаються окремо.

**Технічний опис**

Використання матеріалів, що містять розчинники, або інших шкідливих матеріалів повинно бути обмежене поточними виробничими потребами та наступними переналагодженнями. Повні або частково порожні контейнери від попередніх виробничих циклів видаляються в зони зберігання. У виробничих зонах розміщені тільки очисні матеріали для поточного виробництва та подальших переналагоджень. Більші кількості матеріалів, що містять розчинники, або інших шкідливих матеріалів зберігаються окремо і, можливо, у поєднанні з централізованими системами транспортування (див. Розділ 17.2.4.2)

**Досягнуті екологічні переваги**

- Зниження ризику випадкових розливів під час руху персоналу, підйимального обладнання тощо.
- Допомога в обліку матеріалів, що містять розчинники, для розрахунку балансів маси розчинника (див. Розділ 17.3.1).

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

**Економічні аспекти**

Робочий час персоналу для переміщення контейнерів.

**Стимул до впровадження**

Допомагає в досягненні цілей щодо охорони праці та техніки безпеки.

**Приклади заводів**

Широко використовується.

**Довідкова література**

[ 212, TWG 2018 ]

**17.2.3 Технології перекачування та поводження із рідиною****17.2.3.1 Запобігання витокам та розливам під час перекачування****Опис**

Витокам та розливам запобігають за допомогою насосів та ущільнень, які є придатними для розчинників та забезпечують належну герметичність. До них належить таке обладнання, як екрановані електронасоси, насоси з магнітною муфтою, насоси зі множинними механічними ущільненнями та охолоджувальною або буферною системою, насоси зі множинними механічними ущільненнями та сухими ущільненнями з боку атмосфери, мембранні насоси та сільфонні насоси.

**Технічний опис**

Важливо переконатися, що насоси, трубопроводи (особливо тимчасові/гнучкі трубопроводи) та супутнє обладнання (наприклад, приймальні контейнери) придатне для розчинників, що забезпечує належну герметичність, а також що вони захищені та обслуговуються належним чином.

Необхідно використовувати тільки насоси, придатні для розчинників, тобто вогнестійкі та зі стійкими до розчинників ущільненнями. Відповідну додаткову інформацію можна знайти у [ 213, Germany 2002 ].

Де це можливо, уникають ручного переміщення шляхом перекачування розчинників та матеріалів на основі розчинників через трубопровідну систему (наприклад, кільцеву мережу) до точки використання. До переваг належать:

- зниження ризику розливу під час транспортування та декантації;
- краще утримування та менший ризик впливу забруднювальних речовин;
- можливість встановлення витратомірів для точного аудиту.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Ця технологія запобігає або мінімізує забруднення поверхневих вод, підземних вод та ґрунтів, а також сприяє очищенню об'єкта після припинення діяльності. Вона також зменшує неорганізовані викиди в результаті розливу розчинників.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Необхідні навчання та належний нагляд для того, щоб персонал не виконував роботи з перекачування поспішно й без належної обережності.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Немає.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

#### **Стимул до впровадження**

- Зниження ризику відповідальності за забруднення.
- Цілі охорони праці на робочому місці, включно зі зниженням ризику пов'язаних із ним нещасних випадків, наприклад, запобігання слизькій підлозі, зниження ризику виникнення пожежі.

#### **Приклади заводів**

Широко використовується.

#### **Довідкова література**

[\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 44, COM 2006 \]](#) [\[ 7, Germany 2003 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)  
[\[ 213, Germany 2002 \]](#)

### **17.2.3.2 Запобігання переливам під час перекачування**

#### **Опис**

Заходи, що забезпечують, зокрема:

- контроль роботи насосів;
- для великих кількостей, оснащення наливних резервуарів для зберігання акустичними та/або оптичними сигналізаторами аварійно високого рівня, за необхідності із системами перекивання.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Ця технологія запобігає або мінімізує забруднення поверхневих вод, підземних вод та ґрунтів, а також сприяє очищенню об'єкта після припинення діяльності. Вона також зменшує неорганізовані викиди в результаті розливу розчинників.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Немає.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

**Економічні аспекти**

Робочий час персоналу на нагляд за роботою насосів та вартість акустичних/оптичних систем сигналізаторів аварійно високого рівня.

**Стимул до впровадження**

- Зниження ризику відповідальності за забруднення.
- Цілі охорони праці на робочому місці, включно зі зниженням ризику пов'язаних з ним інцидентів, наприклад, запобігання слизькій підлозі, зниження ризику виникнення пожежі.

**Приклади заводів**

Широко використовується.

**Довідкова література**

[\[ 212, TWG 2018 \]](#)

**17.2.3.3 Вловлювання парів ЛОС під час доставляння матеріалів, що містять розчинник****Опис**

Під час доставляння матеріалів, що містять розчинник, без тари (наприклад, завантаженні або розвантаженні резервуарів) пари, що витісняються з приймальних резервуарів, зазвичай уловлюються шляхом зворотного вентиляювання.

**Технічний опис**

Розчинники або рідини, що містять розчинники, що перекачуються, витіснятимуть пари розчинників із приймальних резервуарів. Вони можуть бути вловлені та:

- вентилявані назад у резервуар для скидання (система рекуперації пари, зворотне вентиляювання);
- адсорбовані та відновлені або знищені;
- вентилявані в систему очищення відпрацьованих газів.

Зворотне вентиляювання (система врівноваження газів) працює так, щоб забезпечити, що потік рідких органічних речовин міг мати місце тільки тоді, коли система врівноваження газів підключена і працює так, що система зворотного вентиляювання та обладнання, підключене до неї, не могли випускати газ в атмосферу під час процесу, за винятком викидів, що випускаються з міркувань безпеки.

**Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення неорганізованих викидів розчинника в повітря.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Зворотне вентиляювання може складати лише від 0,01% до 0,03% кількості розчинника, що проходить через резервуари, і його краще розглядати лише там, де вона допоможе досягти більших переваг.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Може бути незастосовним для розчинників із низьким тиском парів або з міркувань вартості.

**Приклади заводів**

Заводи №149 (спрямування парів із резервуарів для чорнил до системи відновлення) та №151 (витяжка дихання резервуарів зберігання та його спрямування до системи очищення) у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

**Довідкова література**

[\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### 17.2.3.4 Утримування розливів та швидке поглинання під час поводження з матеріалами, що містять розчинники

#### Опис

Під час роботи з матеріалами, що містять розчинники, у контейнерах можна уникнути можливих розливів із допомогою системи утримування або швидкого поглинання, наприклад, за допомогою візків, піддонів та/або стелажів із вбудованою системою утримування (наприклад, «піддонами-уловлювачами») та/або швидкого поглинання за допомогою абсорбувальних матеріалів.

#### Технічний опис

Приклади вбудованих систем утримування наведено на Рисунку 17.3.



Джерело: а) [180, COM 2017], Завод №133 у [155, TWG 2016];  
 б) [182, COM 2017], Завод №152 у [155, TWG 2016]

Рисунок 17.3: Вбудована система утримування для переміщення та зберігання барабанів у виробничих зонах

#### Досягнуті екологічні переваги

Ця технологія запобігає або мінімізує забруднення поверхневих вод, підземних вод та ґрунтів, а також сприяє очищенню об'єкта після припинення діяльності. Вона також зменшує неорганізовані викиди в результаті розливу розчинників.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

#### Стимул до впровадження

- Зниження ризику відповідальності за забруднення.
- Цілі охорони праці на робочому місці, включно зі зниженням ризику пов'язаних із ним нещасних випадків, наприклад, запобігання слизькій підлозі, зниження ризику виникнення пожежі.

#### Приклади заводів

Широко застосовується; приклади заводів: №133 та №152 у [155, TWG 2016].

#### Довідкова література

[155, TWG 2016] [180, COM 2017] [182, COM 2017]

### 17.2.4 Мінімізація споживання сировини

Див. також Розділ 17.12 для отримання інформації про мінімізацію та обробку відходів.

### 17.2.4.1 Удосконалена система змішування

#### Опис

Комп'ютеризоване обладнання для змішування для отримання необхідної фарби/покриття/друкарської фарби/клейкої речовини.

#### Технічний опис

У випадку використання автоматизованих систем змішування немає суворої необхідності використовувати стандартні кольори для змішування необхідного кольору. Конкретні кольори можуть бути складені із нестандартних кольорів за допомогою комп'ютеризованого обладнання. Проте це вимагає дуже складного програмного забезпечення та точного знання нестандартних кольорів, які мають використовуватися для змішування. Для цього ці нестандартні кольори необхідно вимірювати за допомогою спектрофотометрів, а результат вводиться в комп'ютер.

Наприклад, у неавтономній системі змішування двокомпонентних продуктів, як-от фарби або клейкі речовини, точна необхідна кількість дозуватиметься і змішуватиметься безпосередньо перед використанням. Блок змішування не є частиною інструменту нанесення фарби або клейкої речовини. Це автономний блок.

Аналогічних відповідних переваг можна досягти, використовуючи програмовані ваги або комп'ютеризовані системи відповідності кольорів Pantone.

#### Досягнуті екологічні переваги

До переваг належить економія ресурсів та скорочення відходів. Під час ручного змішування можливі втрати 1% або 2% розчинника. На них може припадати 15% загального обсягу викидів ЛОС. Автоматизоване змішування в закритих машинах зменшує більшу частину цих викидів. Крім того, потрібно менше очищувального засобу.

Для друку кількість відходів друкарської фарби може бути зменшена на 75% залежно від кількості разів змішування друкарських фарб та їхньої кількості. Автоматизована технологія забезпечує ідеальне дозування, щоб не було потрібне коригування кольору, тому готується лише точна кількість друкарської фарби.

За допомогою неавтономної системи змішування двокомпонентних продуктів можна досягти скорочення відходів на 10–30%.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Цей метод роботи також дає змогу використовувати фарби або друкарські фарби, які були повернуті, як інгредієнт для нових фарб або друкарських фарб (див. Розділ 17.12.3). Повернені фарби або друкарські фарби змішуються з близькими кольорами, тобто світло-зеленими, темно-зеленими, світло-червоними й темно-червоними. Коли досягається певна кількість, отриманий колір вимірюється, і комп'ютер програмується для використання цього кольору, коли це можливо.

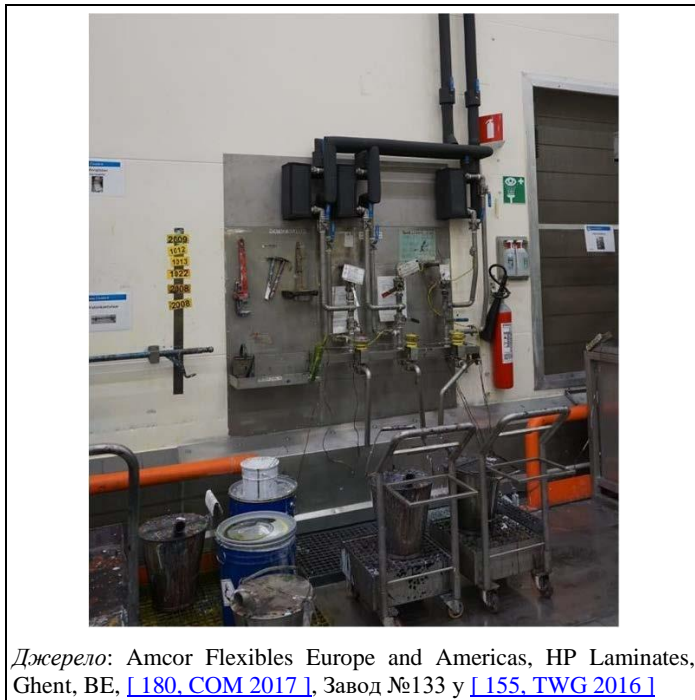
#### Вплив на різні компоненти довкілля

Автоматизація потребує енергії.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

Зазвичай застосовується для флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку для друкарських фарб на основі розчинників, де змішується понад 200 тонн готових до друку друкарських фарб на рік.



Джерело: Amcor Flexibles Europe and Americas, HP Laminates, Ghent, BE, [180, COM 2017], Завод №133 у [155, TWG 2016]

**Рисунок 17.4: Автоматична система змішування на заводі флексографічного друку**

У галузі нанесення покриття на рулонний метал автоматичне змішування кольорів регулярно виконується на заводах із виробництва фарб, і застосування пропонується на лініях нанесення покриття на рулонний метал, але воно не завжди доречно. Це залежить від кольору та асортименту продукції. Існують приклади ліній для нанесення покриття на рулонний метал, що використовують власні комп'ютеризовані схеми змішування кольорів.

Неавтономні системи змішування двокомпонентних продуктів застосовні у випадку виробництва з використанням обладнання, призначеного для однієї лінії продукту. Немає обмежень у подальших технологіях нанесення. У Нідерландах компаніям рекомендується застосовувати цю технологію, коли потрібно змішати понад 2000 літрів двокомпонентної фарби. У випадку клейких речовин змішують відносно невелику кількість. Зазвичай застосовується для фарбування дерева та меблів. Також застосовується для нанесення покриття на потяги, наприклад, для нанесення першого шару та ґрунтовки/заповнювача.

#### Економічні аспекти

Для друку інвестиційні витрати залежать від розміру та точних вимог і починаються приблизно від 50 000 євро (дані за 2006 рік). Проте буде досягаться економія, оскільки використовується менше друкарської фарби, і потрібно утилізувати менше відходів. Залежно від масштабу операції економія може призвести до сприятливого строку окупності інвестицій.

Для неавтономних систем змішування двокомпонентних продуктів інвестиційні витрати становлять 9 000–18 000 євро для установки з механічним приводом, що використовується для змішування базового покриття. Витрати на установку з електронним приводом складає 27 000–37 000 євро (дані за 2006 рік). Строк окупності зазвичай становить кілька років для компаній, що наносять покриття невеликими партіями. Проте це залежить від кількості відходів, утворення яких вдається запобігти, ціни матеріалів, що змішуються, і витрат на утилізацію.

#### Стимул до впровадження

Економія ресурсів та скорочення утворення відходів.

#### Приклади заводів

Завод №133 у [155, TWG 2016].

**Довідкова література**

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 7, Germany 2003 ]  
 [ 27, VITO 2003 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 180, COM 2017 ]

### **17.2.4.2 Централізоване подання матеріалів, що містять ЛОС (наприклад, друкарських фарб, покриттів, клейких речовин, очищувальних засобів)**

**Опис**

Подання матеріалів, що містять ЛОС (наприклад, друкарських фарб, покриттів, клейких речовин, очищувальних засобів) до точки нанесення за допомогою прямого трубопроводу з кільцевими лініями, включно з очищення системи, як-от очищення скребком або продування повітрям.

**Технічний опис**

Матеріали, що містять ЛОС (наприклад, фарби або друкарські фарби, клейкі речовини, очищувальні засоби, розчинники для регулювання в'язкості) через трубопровід подаються безпосередньо із зони зберігання в зону нанесення (наприклад, фарбові апарати).

Цей метод заповнює систему лише тією кількістю матеріалу, яка необхідна для процесів. Надлишковий матеріал повертається з (гнучкої) труби назад у блок подання за допомогою еластичного модуля відділення (очищення скребками) і використовується повторно. Очищені розчинники можуть бути відновлені та використані повторно.

**Досягнуті екологічні переваги**

- Фактично закриті системи з низьким рівнем викидів ЛОС та уникненням розливів під час транспортування та декантації.
- Використання меншої кількості очищувальних засобів, зменшення втрат фарби та розчинника, зменшення ручних процесів зміни кольору.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Для кращого контролю встановлюються надземні труби, оскільки підземні труби для розчинників є відомим джерелом серйозного забруднення ґрунту та підземних вод.

Робота з очищенням скребками або продуванням повітрям оптимізує переваги з погляду економії матеріалів та скорочення викидів ЛОС.

Знижується ризик впливу забруднювальних речовин на персонал.

Ця технологія полегшує встановлення витратомірів, що дає змогу здійснювати точний аудит і більш точний розрахунок балансу маси розчинника.

Утворюється відходів фарб або друкарських фарб, менше контейнерів та менше матеріалів для очищення. Наприклад, досяжний рівень залишків для заводів рулонного офсетного друку з температурним закріпленням становить < 1% від закупленої фарби.

Система ефективна в поєднанні з регулярною перевіркою та технічним обслуговуванням. В іншому випадку кількості втрат розчинника з насосів, клапанів та фланців можуть зростати й ставати значним джерелом викидів ЛОС.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Може не застосовуватись у випадку частой зміни друкарських фарб / фарб / покриттів / клейких речовин або розчинників.

Централізоване подання зазвичай застосовується на великих заводах, де використовують великі багаторазові контейнери для фарби або друкарської фарби.

Широко використовується в автомобільній промисловості.

Для друку технологія застосовується до заводів зі значним споживанням друкарської фарби та зазвичай застосовується на великих заводах рулонного офсетного друку з температурним закріпленням. Для публікаційного ротогравюрного друку це є стандартною технологією, оскільки використовується лише толуол, й отже, пряме подання легке в застосуванні. Проте для флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку ситуація складніша через те, що використовуються багато сотень різних кольорів, оскільки контроль регулювання необхідно виконувати за допомогою різних розчинників залежно від завдання, що виконується. Зазвичай використовують етанол (для флексографічного друку), або етилацетат, або спеціальні суміші етанолу/етилацетату (для ротогравюрного друку), іноді МЕК (для клейких речовин та фарб), а іноді навіть інші розчинники.

Зазвичай застосовується для нанесення покриття на деревні поверхні в разі використання великих обсягів фарби.

Системи очищення скребками не застосовні, якщо застосовується принцип градуйованого повернення потоку (система трубопроводу з різними діаметрами труб).

#### **Економічні аспекти**

Для нових заводів це недорога технологія; проте модернізація може бути дуже дорогою.

Інвестиції в трубопроводи та насоси є значними. Наприклад, для поліграфічної промисловості мінімальні інвестиції становлять від 5 000 до 24 000 євро (дані за 2006 рік). Мінімальна економія досягається шляхом використання дещо дешевших друкарських фарб та менших витрат на утилізацію.

#### **Стимул до впровадження**

Зменшує час, протягом якого фарбові апарати не працюють.

#### **Приклади заводів**

Широко використовується.

#### **Довідкова література**

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 7, Germany 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)  
[\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### **17.2.4.3 Подання матеріалів, що містять ЛОС (наприклад, друкарських фарб, покриттів, клейких речовин, очищувальних засобів) у точці застосування з використанням закритої системи**

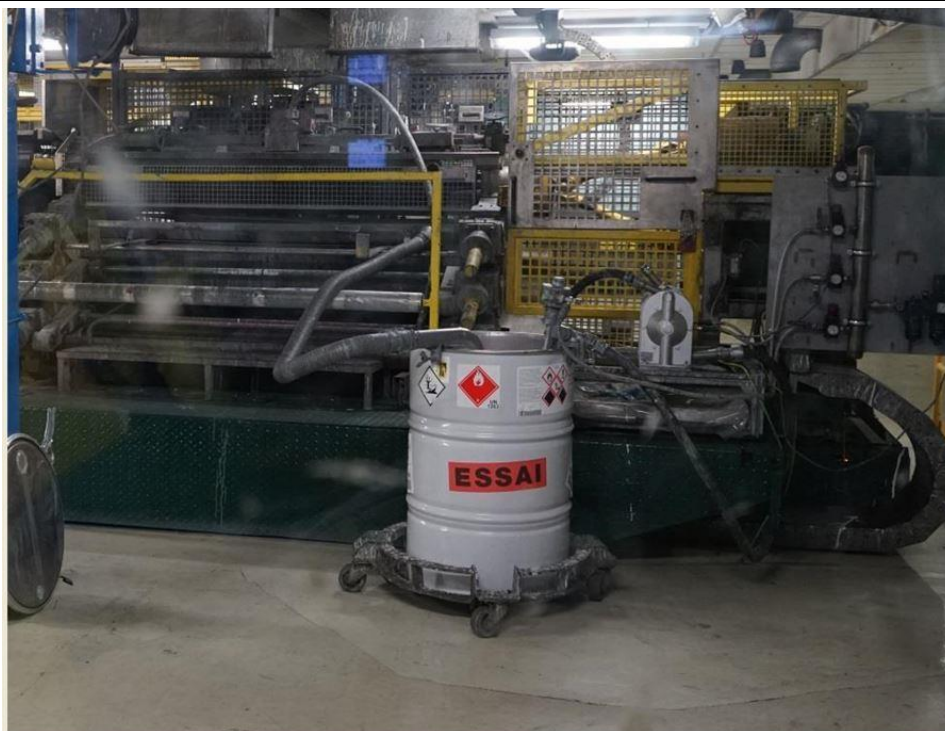
#### **Опис**

У разі частішої зміни друкарських фарб/фарб/покриттів/клейких речовин та розчинників або у випадку використання в невеликих обсягах подання друкарських фарб /фарб/покриттів/клейких речовин та розчинників із невеликих транспортувальних контейнерів, розміщених поблизу зони нанесення (камера фарбування розпиленням, друкарська машина тощо) з використанням закритої системи.

#### **Технічний опис**

Друкарські фарби/фарби/покриття/клейкі речовини та розчинники подаються в процес із невеликих транспортувальних контейнерів, розміщених поблизу зони нанесення. Закрита система використовується для мінімізації викидів ЛОС та уникнення розливів.





Джерело: [\[182, COM 2017\]](#), Завод №152 у [\[155, TWG 2016\]](#)

### Рисунок 17.5: Подання фарби в голівку для нанесення покриття на рулонну сталь

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**  
Зменшення неорганізованих викидів та мінімізація ризику розливів.

**Вплив на різні компоненти довкілля**  
Немає.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**  
Загальнозастосовна.

**Економічні аспекти**  
Вартість системи подання.

**Приклади заводів**  
Заводи №152 та №166 у [\[155, TWG 2016\]](#).

**Довідкова література**  
[\[155, TWG 2016\]](#) [\[179, COM 2017\]](#) [\[182, COM 2017\]](#) [\[212, TWG 2018\]](#)

## 17.2.5 Автоматизація обладнання

### Опис

Багато операцій на установці можуть бути автоматизовані, наприклад, розпилення, валкове нанесення й нанесення поливанням, змішування кольорів, зміна кольору, подання розчинників і матеріалів на основі розчинників через трубопровід та очищення, хоча ручне фарбування досі застосовується для важкодоступних зон або деталей різної форми.

**Технічний опис**

Багато операцій на установці можуть бути автоматизовані залежно від виду діяльності та галузі. Прикладами є:

- роботизоване нанесення покриттів та/або герметиків на внутрішні та зовнішні поверхні для:
  - транспортних засобів, див. Розділ 2.4.4.2 та Розділ 2.2;
  - ІМП та пластмас, див. Розділ 2.4.4.2 та Розділ 3.2;
- автоматизоване розпилення за допомогою машин, див. Розділ 2.4.4.1;
- автоматизація зміни кольору, див. Розділ 2.4.5.1 для автоматичних пристроїв зміни кольору для нанесення покриття на транспортні засоби та Розділ 2.2.3.2.3 для отримання додаткової інформації про застосовувані технології зміни кольору та пов'язані з цим втрати матеріалу;
- друк, який застосовується до автоматичних систем змішування, див. Розділ 17.2.4.1 (тільки гнучка упаковка);
- валкове нанесення, див. Розділ 17.7.3.1;
- нанесення покриття поливанням, див. Розділ 17.7.3.4;
- трубопровідне подання розчинників та матеріалів на основі розчинників, див. Розділ 17.2.2.

**Досягнуті екологічні переваги**

Див. у відповідних розділах.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Залежно від технології: мінімізує надмірне розпилення, оптимізує нанесення та товщину шару (для фарбування), знижує утворення пилу та відходів, підвищує ефективність використання матеріалу, знижує потребу в очищенні, зменшує кількість відходів розчинника тощо.

У Таблиці 17.2 та Таблиці 17.3 наведено приклади впровадження роботизованого розпилення на лінії нанесення покриття на автомобілі.

**Таблиця 17.2: Приклад впровадження внутрішнього роботизованого розпилення на лінії нанесення покриттів на автомобілі**

| <b>Автомобіль верхнього сегмента середнього класу, 500 одиниць на день. Внутрішнє фарбування:</b>  |                                    |  |
|--|------------------------------------|--|
| Перехід із ручного повітряного розпилення на:  | ЕЧН<br>(електростатичне нанесення) | Від автоматизованого<br>повітряного розпилення до<br>роботів ЕЧН |
| Економія фарби   | 138 000 л/р.<br>1,2 л/одиницю      | 60 950 л/р.<br>0,53 л/одиницю                                    |
| Економія витрат на рік (дані за 2005 р.): Економія витрат на одиницю:  | 1 380 000 євро/р.<br>12 євро       | 609 500 євро/р.<br>5,3 євро                                      |
| Строк окупності, лише витрати на фарбу (ROI)   | 20 місяців                         | 13 місяців   |
| <p>Примітка:<br/>145 мл передні двері, 130 мл задні двері, 255 мл відсік двигуна, 150 мл багажник. Фарба коштує 10 євро/л.<br/>Жодних інших вихідних даних не надано.<br/>Ефективність перенесення: повітряне 25–35%, внутрішнє ЕЧН: 55–65%, зовнішнє ЕЧН 70–75%, фарбування пластмасових деталей ЕЧН: 55%.<br/>Довжина шляху зменшена до 60%.<br/>Швидкість проходження зменшена до 30% (залежно від геометрії деталей). Час фарбування зменшений до 40% (залежно від геометрії деталей). Якість поверхні та захист від корозії вище завдяки обхвату.<br/>Викиди пилу (надлишку розпилення фарби) та ЛЮС знижені через вищу ефективність перенесення.<br/>Джерело: [ 110, Eurocar 2005 ], змінене [ 212, TWG 2018 ]</p> |                                    |  |

**Таблиця 17.3: Приклад впровадження зовнішнього роботизованого розпилення з використанням металізованих фарб на лінії нанесення покриттів на автомобілі**

| <b>Автомобіль верхнього сегмента середнього класу, 500 одиниць на день. Металізоване фарбування:</b>   |                                |
|--|--------------------------------|
| Економія фарби на рік На одиницю   | 41 641 л/р.<br>0,45 л/оддиницю |
| Економія витрат на рік (дані за 2005 рік)<br>Економія витрат на одиницю:   | 416410 євро/рік 4,5 євро       |
| Автоматизація (ROI)  | 10 місяців                     |
| Примітка:<br>Поверхня одиниці з покриттям становить 9,5 м <sup>2</sup> . Товщина двошарового базового покриття становить 5 мкм, вміст твердої речовини 15%. Фарба коштує 10 євро/л.<br>Жодних інших вихідних даних не надано.<br>Джерело: [ 110, Eurocar 2005 ], змінене [ 212, TWG 2018 ] |                                |

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Див. у відповідних розділах.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Див. у відповідних розділах.

#### **Економічні аспекти**

Див. у відповідних розділах. Для отримання прикладів економії матеріалів та часу у фарбуванні транспортного засобу див. приклад заводу нижче.

#### **Стимул до впровадження**

Підвищення якості та продуктивності.

#### **Приклади заводів**

Див. у відповідних розділах.

Деталі повітряного судна: Airbus, Нант, Франція; Airbus, Бротон, Велика Британія.

Транспортні засоби: Seat Martorell, Іспанія; VW Памплонна, Іспанія, та VW, Південна Африка; Renault, Флен та Дусе, Франція.

#### **Довідкова література**

Див. відповідні розділи, зазначені в Технічному описі вище [ 110, Eurocar 2005 ] [ 212, TWG 2018 ]

### **17.2.5.1 М'яке продування в розпиленні**

#### **Опис**

Поповнення фарборозпилювача новою фарбою без проміжного промивання.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Скорочення використання розчинника для промивання.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Утворення відходів через змішування нової та старої фарби.

#### **Економічні аспекти**

Економія розчинників для очищення та часу очищення/простою.

#### **Довідкова література**

[ACEA коментар №28 у [ 212, TWG 2018 ]]

## 17.2.6 Викиди під час УЕВН (умов експлуатації, відмінних від нормальних)

### Опис

Ідентифікація критично важливого обладнання: Обладнання, критично важливе для захисту довкілля (критично важливе обладнання), ідентифікується на основі оцінки ризиків. У принципі, це стосується всього обладнання та систем, що працюють із ЛОС (наприклад, системи очищення відхідних газів, системи виявлення витоків).

Перевірка, технічне обслуговування та моніторинг: структурована програма для забезпечення максимальної доступності та продуктивності критично важливого обладнання, що передбачає стандартні робочі процедури, профілактичне обслуговування, регулярне та позапланове обслуговування. Здійснюється моніторинг періодів, тривалості, причини та, якщо це можливо, викидів під час їхнього виникнення за умов експлуатації, відмінних від нормальних (УЕВН).

### Технічний опис

Усе обладнання та системи, що працюють із ЛОС, потребують технічного обслуговування, як профілактичного, так і у випадку виникнення несправностей. Необроблені викиди димових газів та витоку рідин можна мінімізувати шляхом:

- планового технічного обслуговування більших операцій із ремонту та заміни;
- регулярних перевірок технічного стану.

План технічного обслуговування обладнання для видалення та очищення відхідних газів передбачає регулярні перевірки, профілактичні та коригувальні дії для забезпечення того, щоб обладнання для видалення та очищення відхідних газів працювало відповідно до технічних вимог та з оптимальною ефективністю, а також мінімізує виникнення, тривалість і вплив УЕВН. Для запобігання та мінімізації забруднення від УЕВН може бути визначена мінімальна технічна готовність обладнання для очищення викидів (де це можливо).

### Досягнуті екологічні переваги

До переваг належить зниження загальної кількості викидів. Зазвичай дефекти в обладнанні для окиснення відхідних газів можуть призвести до викидів ЛОС, еквівалентних 0,4% річного вхідного потоку на день (на основі 250 робочих днів на рік).

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Дефекти очищення відхідних газів можуть призвести до значного збільшення викидів ЛОС.

### Запобіжні заходи щодо скорочення утворення УЕВН та незапланованих викидів

Систему профілактичного обслуговування варто використовувати, наприклад, для забезпечення того, щоб:

- технічне обслуговування, що вимагає відключення обладнання/систем контролю викидів (наприклад, системи утримання, витяжних систем, очищення відхідних газів), планується здійснювати, коли:
  - викиди відсутні (наприклад, періоди простою) або коли рівні викидів низькі;
  - у періоди, коли викиди матимуть найменший вплив, тобто для викидів ЛОС – у періоди низького рівня сонячного світла, низької ймовірності утворення інверсійних шарів тощо; це залежить від погоди, пори року та місцевих умов;
- заміна деталей, які потребують заміни на регулярній основі, планується до виникнення ймовірності несправності;
- частини, необхідні для нормальної роботи обладнання для контролю викидів, зберігаються на складі й можуть бути швидко замінені або відремонтовані з мінімальним часом простою.
- виконується планове та позапланове технічне обслуговування, у тому числі технічне обслуговування покриттів та з'єднань труб систем зберігання та подання розчинників.

### Регулярні перевірки технічного стану

Ведеться графік технічного обслуговування та запис усіх перевірок та операцій із технічного обслуговування:

- візуальна перевірка на витоки з ущільнювачів, фланців, клапанів, зварних швів, резервуарів та обвалування;
- перевірка зовнішніми експертами, де це потрібно;

- моніторинг основного обладнання на наявність таких проблем, як вібрація, витоки викидів та планувати ремонт(див. вище);
- тестові програми, наприклад, опресування трубопроводів та резервуарів, калібрування контрольно-вимірювальних приладів та обладнання для моніторингу;
- перевірка герметичності гайок та болтів;
- перевірка на зношення обладнання, клапанів та обвалування, перегрівання опор тощо;
- перекалібрування контрольно-вимірювальних систем;
- перевірка чи є обладнання для видалення та боротьби з викидами повністю справним та що:
  - сушарки або печі не протікають;
  - трубопровід не протікає;
  - байпаси в справному робочому стані (тобто не забиті).

#### Позапланове технічне обслуговування

Оператори технологічного процесу та персонал технічного обслуговування мають виявляти та повідомляти про витоки, зламане обладнання, зламані труби тощо, щоб зосередити на них позапланове технічне обслуговування.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Немає.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

#### **Економічні аспекти**

Необхідний робочий час персоналу.

#### **Стимул до впровадження**

- Зменшує час простою.
- Допомагає підтримувати якість продукції та продуктивність.
- Підтримує цілі щодо охорони праці та техніки безпеки.

#### **Приклади заводів**

Широко застосовується у всьому секторі.

#### **Довідкова література**

[\[ 78. TWG 2005 \]](#) [\[ 212. TWG 2018 \]](#)

## 17.3 Моніторинг

Інформація про моніторинг внесена до Довідкового документа про моніторинг викидів у повітря та воду з установок, на які поширюється дія ДПВ; (ROM) [ [266.COM 2018](#) ], у якому викладено керівні принципи та процедури для:

- прямого моніторингу — методи та час;
- розгляду загальних викидів, у тому числі моніторинг неорганізованих та дифузних викидів, замінних параметрів та балансів маси;
- роботи з невизначеністю.

### 17.3.1 Баланс маси розчинника

#### Опис

Збирання статистичних даних, принаймні один раз на рік, про вхідний та вихідний потоки розчинника на заводах, як визначено в Частині 7(2) Додатка VII до Директиви 2010/75/ЄС.

#### Технічний опис

У межах розуміння впливу на довкілля/плану управління установки оператору необхідно знати:

- як визначається розчинник;
- скільки розчинника використовується й де;
- скільки розчинника викидається й куди.

Вихідні потоки органічних розчинників у відпрацьованому газі та у вигляді неорганізованих викидів визначити важче, ніж інші викиди, наприклад, у воду. Проте не всі розчинники, що викидаються у воду, можуть бути точно виміряні, оскільки для деяких немає доступних методів моніторингу. Викиди визначаються балансом маси, який називається балансом маси розчинника (БМР). Баланс маси розчинника – це інструмент для отримання кількісних даних про вхідні та вихідні потоки розчинників. Баланс маси розчинника надає інформацію для плану управління розчинниками, що передбачає цілі, відповідальність, процеси та заходи контролю. Частина 7 Додатка VII до ДПВ містить вказівки щодо того, що необхідно в плані управління розчинниками. До них належать принципи, які необхідно застосовувати, й основу для балансу маси.

Для узгодженості та ясності використовуються визначення вхідних та вихідних потоків розчинника, як зазначено в Частині 7(2) Додатка VII до ДПВ:

#### Вхідні потоки органічних розчинників (I):

- I1: Кількість органічних розчинників або їхня кількість у куплених сумішах, які використовуються як сировинна речовина в технологічному процесі у проміжку часу, за який розраховується баланс маси.
- I2: Кількість органічних розчинників або їхня кількість у сумішах, які відновлюються та використовуються повторно як розчинник, що вводиться в процес. Перероблений розчинник рахується кожного разу, коли він використовується для здійснення діяльності.

#### Вихідні потоки органічних розчинників (O):

- O1: Викиди у відпрацьованих газах.
- O2: Органічні розчинники, втрачені у воді, з урахуванням очищення відпрацьованих вод під час розрахунку O5.
- O3: Кількість органічних розчинників, яка залишається у вигляді забруднення або залишку в продуктах, що виходять із процесу.

- O4: Невловлені викиди органічного розчинника в повітря. До них належить загальна вентиляція приміщень, коли повітря викидається в зовнішнє середовище через вікна, двері, вентиляційні отвори й аналогічні отвори.
- O5: Органічні розчинники та/або органічні сполуки, втрачені в результаті хімічних або фізичних реакцій (у тому числі ті, що знищуються шляхом спалювання або іншого очищення відпрацьованих газів чи відпрацьованих вод або вловлюються, якщо вони не враховуються в категоріях O6, O7 або O8).
- O6: Органічні розчинники, що містяться в зібраних відходах.
- O7: Органічні розчинники або органічні розчинники, що містяться в сумішах, які продаються або призначені для продажу як комерційно цінний продукт.
- O8: Органічні розчинники, що містяться в сумішах, що відновлюються для повторного використання, але не як сировинна речовина в технологічному процесі, якщо вони не враховуються в O7.
- O9: Органічні розчинники, що виділяються іншими способами.

На Рисунку 17.6 показані всі варіанти вхідних та вихідних потоків розчинників.

П'ять найпоширеніших випадків (показані в Додатку 21.5.1):

- відсутність заходів боротьби з викидами наприкінці виробничого циклу без внутрішнього повторного використання розчинника;
- відсутність заходів боротьби з викидами наприкінці виробничого циклу із внутрішнім повторним використанням розчинника;
- відновлення та повторне використання розчинника (внутрішнє та зовнішнє)
- використовується захід боротьби з викидами наприкінці виробничого циклу, а неорганізовані викиди (наприклад, очищувальні засоби) легко визначаються прямо;
- використовується захід боротьби з викидами наприкінці виробничого циклу, а неорганізовані викиди визначити нелегко.

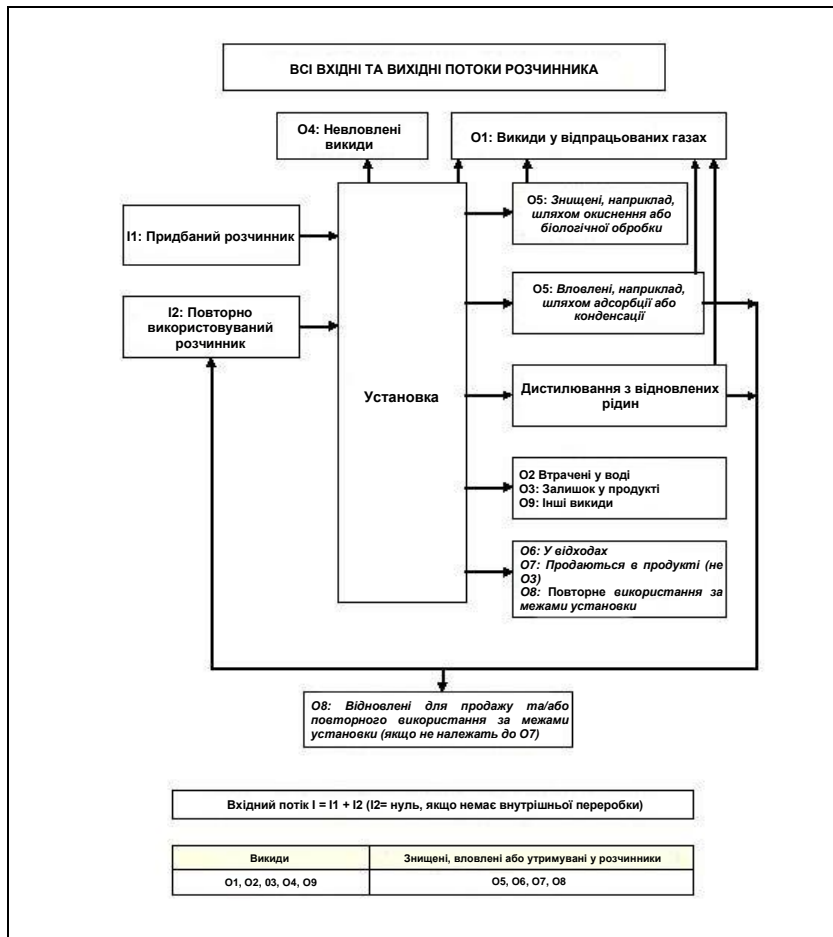


Рисунок 17.6: Всі вхідні та вихідні потоки розчинника (з використанням визначень із ДПВ)

Загальні викиди E = O1 + F (неорганізовані викиди).

Неорганізовані викиди (F) можна розрахувати (опосередковано) так:

$$F = I1 - O1 - O5 - O6 - O7 - O8$$

(малоймовірно, що O7 буде застосовний до галузей, розглянутих у цьому документі)

Якщо неорганізовані викиди (F) необхідно визначити точно (наприклад, через вимоги до дозволів), їх можна визначити шляхом прямого вимірювання вхідних (I) та вихідних (O) потоків так:

$$F = O2 + O3 + O4 + O9$$

Отримання балансу маси зазвичай передбачає поєднання прямих вимірювань та оцінок, які будуть отримані для конкретної ситуації (див. Додатки 21.4 та 21.5). Технологія, що використовується в кількох галузях промисловості (наприклад, для застосування в автомобільній промисловості, див. Додаток 21.5.1), ґрунтується на використанні ефективності системи уловлювання та знищення відпрацьованих газів із використанням таких етапів:

- вимірювання кількості розчинника (I = I1 + I2);
- вимірювання кількості викидів у воду та втрат у вигляді відходів тощо (втрати = O2, O3, O6, O7, O8, O9);



- вимірювання або розрахунок ефективності видалення за допомогою методу усунення забруднення довкілля;
- оцінка кількості розчинника, спрямованого на нейтралізацію (I – втрати);
- помноження кількості розчинника на відсоток ефективності боротьби з викидами = викиди відпрацьованих газів O1;
- неорганізовані викиди (як зазначено вище):  $F = I1 - O1 - O5 - O6 - O7 - O8$  або  $F = O2 + O3 + O4 + O9$ .

У випадку застосування прямого методу визначення неорганізованих викидів не потрібно розраховувати O1 для розрахунку неорганізованих викидів. Додатково O1 необхідний для розрахунку загальних викидів.

Баланси розчинників, функція яких полягає в підтвердженні дотримання норм або екологічних дозволів, зазвичай складаються щорічно. Проте баланси можуть складатися частіше, наприклад, щомісяця або щокварталу з таких причин:

- Спочатку операторам необхідно буде використовувати ресурси для створення належної системи збору даних, а також для складання та перевірки балансів розчинника, наприклад, у великих компаніях знадобиться один або два людинодні на місяць. Після встановлення системи та визначення основних параметрів вимірювання, можна легко здійснювати їхній моніторинг.
- Часте складання балансів розчинника можуть бути простішим, ніж річні баланси. Наприклад, вони можуть бути внесені в електронну таблицю та/або можуть бути отримані основні показники для регулярної перевірки, як-от зміни в запасах, які можуть бути отримані з адміністративних джерел, а не шляхом фактичної фізичної інвентаризації.
- Розрахувати баланс розчинників не завжди легко. Компанія має рухатися кривою навчальності. Баланси розчинників потрібно розрахувати кілька разів, перш ніж можна очікувати, що вони будуть правильними.
- Часті складання балансів зазвичай попереджають завчасно про виникнення проблем. Визначення балансу виявить, де границі викидів можливо бути перевищені, щоб можна було вчасно виправити ситуацію, водночас дотримуючись відповідності нормам, коли буде складатися баланс розчинників за весь рік.

Щоб забезпечити додаткову перевірку правильності частих балансів, річний баланс має бути не просто сумою всіх цих балансів, а має бути, наскільки це можливо, отриманий окремо від вихідних даних. Потім цей річний баланс можна порівняти із сумою частих балансів, щоб знайти будь-які розбіжності.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Баланси розчинників необхідні для оцінки неорганізованих викидів і, отже, їхнього контролю. Часті складання балансів вказують на будь-яку неприйнятну ситуацію, знижують ризики для довкілля та дають змогу скоротити викиди розчинників.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Показники викидів мають бути порівнянними, і важливо, щоб в одній галузі застосовувалися одні визначення, особливо щодо того, що класифікується як «розчинник» для цілей розрахунку балансу маси. Важливо зазначити, що ДПВ не тільки визначає ЛОС за тиском пари за стандартних умов, але також включає будь-яку сполуку, що має відповідну леткість у конкретних умовах використання.

Під час складання балансу маси зазвичай робитимуться припущення про ефективну роботу будь-якої системи видалення та обробки відхідних газів. Наприклад, вентиляований простір відповідає проекту (тобто немає неврахованих підключень), таке обладнання, як вентилятори, працює з проектною ефективністю тощо. Обсяги повітряних потоків можуть бути великими (наприклад, у деяких випадках близько  $10^6$  м<sup>3</sup>/год), тому помилки в цих цифрах можуть спричинити великі помилки під час розрахунку викидів (див. Додатки 21.4 та 21.5).

Щоб припущення були вірними, необхідно перевіряти та підтримувати в справному робочому стані вентиляційну систему (див. Додаток 21.4 та Розділ 17.2.6). Приклади проблем, які виникали (див. Додаток 21.4):

- витяжна система не була побудована відповідно до проєкту або була змінена без оновлення креслень;
- автоматичні регулятори тиску, клапани та заслінки не працюють, як задумано за проєктом;
- системи працюють неправильно, тобто вдювання замість витягування, неправильний напрямок потоку тощо;
- мотори вентиляторів, приводні ремені та/або шківи могли бути замінені, що призвело до різних швидкостей потоку.

Для визначення об'ємного потоку див. Довідкову літературу нижче та Розділ 17.3.5.

Необхідно визначити точність розрахованих вихідних значень для балансу маси (див. Додатки 21.4 та 21.5). У тих випадках, коли максимальна помилка в будь-якому джерелі не впливає на мету балансу маси, подальша робота з уточнення оцінки не потрібна. Проте якщо помилки надто великі для досягнення мети балансу маси (наприклад, перевірки відповідності граничним значенням викидів), необхідно зібрати більше інформації для підвищення рівня точності, див. Розділ 17.3.3. Керівні принципи щодо того, як можна підвищити точність визначення неорганізованих викидів, наведено в Додатку 21.4

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Немає.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ця технологія застосовна до всіх галузей, що використовують розчинники, і використовується для розрахунку неорганізованих та загальних викидів.

Баланси розчинників можуть бути неточними в складних ситуаціях, з великими відхиленнями, коли використовуються методи усунення забруднення довкілля (див. Екологічну ефективність і інформацію про функціонування вище).

Багато країн та промислових підприємств розробили посібник із розрахунку балансу маси розчинника та складання плану управління розчинниками. Він має безплатну електронну таблицю для допомоги з балансом маси (англійською мовою).

Рівень деталізації балансу маси розчинника буде пропорційний характеру, масштабу та складності установки та діапазону можливих впливів на довкілля, а також типу та кількості використовуваних матеріалів.

### **Економічні аспекти**

Зниження витрат шляхом оптимізації використання розчинників.

### **Стимул до впровадження**

Краща обізнаність про вхідні та вихідні потоки розчинників та оцінка необхідних дій.

### **Приклади заводів**

Широко використовується.

### **Довідкова література**

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 130, ADEME 2006 \]](#)  
[\[ 181, COM 2017 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#), [\[ 266, COM 2018 \]](#)

## 17.3.2 Впровадження системи моніторингу розчинника

### Опис

Система відстеження розчинника контролює як використану, так і невикористану кількість розчинника (наприклад, шляхом зважування невикористаної кількості, поверненої в зону зберігання із зони застосування).

### Технічний опис

Показник ПІ (кількість закуплених розчинників/сумішей розчинників, що використовуються в процесах) використовується під час розрахунку балансу маси. На практиці важко встановити обсяг фарби, використаної за звітний період, через складність забезпечення:

- Ідеальної інвентаризації на підприємстві, де використовуються тисячі бочок, іноді зберігаються знову та використовуються повторно, і де нормою є сотні різних зразків фарб. Для максимально точного визначення використаних кількостей та залежно від системи розподілу сировини (наприклад, централізована автоматизована система розподілу або ручна доставка з використанням контейнерів) можуть використовуватися різні процеси, як-от комп'ютерна реєстрація кількостей, доставлених у зону застосування, зважування бочок, що повертаються у зону зберігання після використання тощо.
- Детальної обізнаності про точний вміст розчинника та твердих частинок у матеріалах, що закуповуються. Зазвичай у специфікаціях до матеріалів (і/або в паспортах безпеки) вказується вміст твердих речовин за вагою у вигляді діапазону, і немає чіткого співвідношення між вмістом твердих речовин за об'ємом і за вагою. Крім того, методології непрямого оцінювання вмісту розчинника (як різниці у вмісті твердої речовини за вагою) можуть постраждати від впливу видалення інших летких побічних продуктів хімічних реакцій, що відбуваються за такої високої температури та протягом такого тривалого часу. Існують різні стандартні методи визначення нелетких речовин<sup>85</sup>, але їх можна застосовувати не у всіх випадках.

### Досягнуті екологічні переваги

Забезпечення кращого контролю неорганізованих та загальних викидів ЛОС через точніше встановлення балансу маси розчинника.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Не виявлено.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Технологія є загальнозастосовною та необхідною для вдосконалення розрахунку БМР.

### Економічні аспекти

Персонал залучений.

### Приклади заводів

Широко використовується.

### Довідкова література

[ [177, ECCA 2017](#) ] [ [212, TWG 2018](#) ]

<sup>85</sup> наприклад, ISO 3233-3:2015: Фарби та лаки. «Визначення відсоткового вмісту нелетких речовин — Частина 3: визначення шляхом розрахунку із вмісту нелетких речовин, що визначається відповідно до стандарту ISO 3251, густини матеріалу покриття та густини розчинника у матеріалі покриття» або EN 16074:2011: Фарби та лаки. «Визначення вмісту нелетких речовин та покривності матеріалів для нанесення покриття на рулонний метал».

### 17.3.3 Повна ідентифікація та кількісна оцінка відповідних вхідних та вихідних потоків розчинника

#### Опис

Сюди входить:

- ідентифікація та документування вхідних та вихідних потоків розчинника (наприклад, викиди у відпрацьованих газах, викиди з кожного джерела неорганізованих викидів, вихідний потік розчинника у відходах);
- обґрунтована кількісна оцінка кожного відповідного вхідного та вихідного потоку розчинника та запис використовуваної методології (наприклад, вимірювання, розрахунок із використанням коефіцієнтів викидів, оцінка на основі експлуатаційних параметрів);
- виявлення основних джерел невизначеності кількісної оцінки та впровадження коригувальних дій щодо зниження невизначеності;
- регулярне оновлення даних про вхідні та вихідні потоки розчинника.

Визначення характеру та кількісна оцінка відповідних вхідних та вихідних потоків розчинника виконується особою/особами, які мають достатній досвід у складанні балансу маси розчинника, залежно від складності процесів, джерел викидів, застосовуваних методів усунення забруднення довкілля та інших умов, що впливають на точність.

Після аналізу неточностей використовуваної методології робиться висновок про те, чи ці неточності є прийнятними, тобто вони не впливають на рішення щодо того, чи відповідає установка своїм граничним значенням викидів або ні. Якщо неточності неприйнятні, необхідно зібрати більше інформації для підвищення рівня точності (наприклад, використання коефіцієнтів викидів або прямого вимірювання неорганізованих викидів, а не віднімання знищених або уловлених викидів від вхідного потоку розчинника).

#### Технічний опис

Необхідно визначити точність розрахованих вихідних значень для балансу маси (див. Додатки 21.4 та 21.5). Типовими джерелами неточностей є:

**Оцінка:** неточність часто є результатом оцінки замість використання вимірних значень. Наприклад, це може стосуватися вмісту розчинника у відходах або кількості розчинника, що переробляється на заводі.

**Вимірювання:** Неточність також виникає в результаті поодиноких вимірювань або обмеженої кількості вимірювань, їхньої екстраполяції та використання для визначення річних викидів або річного споживання. Наприклад, це може відбуватись, якщо концентрація розчинника у викидах із димових труб використовується для розрахунку річних викидів у відпрацьованих газах.

**Розрахунок:** Неточність також виникає, якщо два числа, більш-менш рівні й точні самі по собі, віднімаються одне від одного. Невелика різниця між двома цифрами містить суму можливих помилок у двох вихідних числах. Неточність може бути того ж порядку величини, що й результат розрахунку.

У тих випадках, коли максимальна помилка в будь-якому джерелі не впливає на мету балансу маси, подальша робота з уточнення оцінки не потрібна. Проте якщо помилки надто великі для досягнення мети балансу маси (наприклад, перевірки відповідності граничним значенням викидів), необхідно зібрати більше інформації для підвищення рівня точності. Швидкий спосіб оцінити необхідність докладного аналізу джерел викидів — почати з підходу розгляду найгіршого випадку, який оцінює максимально можливий рівень неорганізованих викидів з урахуванням неточностей вимірювань та оцінок.

Вибір відповідного методу залежить від типу та розміру установки. Існують різні варіанти вдосконалення кількісної оцінки для джерел неорганізованих викидів, наприклад, пряме вимірювання. Прикладом може бути комбінація пасивних пробовідбірників та характеристик потоку

джерел неорганізованих викидів у випадку закритої робочої зони. Керівні принципи щодо того, як можна підвищити точність визначення неорганізованих викидів, наведено в Додатку 21.4

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Точна ідентифікація, характеристика та кількісна оцінка відповідних вхідних та вихідних потоків розчинників дають змогу краще визначити та контролювати (неорганізовані) викиди. Таким чином, це дозволяє скоротити фактичні викиди розчинників.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Не виявлено.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ця технологія є загальнозастосовною. Необхідний рівень деталізації характеристики та кількісної оцінки залежить від складності установки та можливості досягнення мети балансу маси (наприклад, для перевірки відповідності граничним значенням викидів).

#### **Економічні аспекти**

Витрати залежать від рівня відбору проб та необхідного аналізу. Належна характеристика та кількісна оцінка вхідних та вихідних потоків розчинників може забезпечити цілеспрямовану та ефективну боротьбу з викидами, зниження ризику витрат на через надмірні розміри, неефективне використання ресурсів тощо.

#### **Стимул до впровадження**

Краща обізнаність про викиди/вихідні потоки та оцінювання необхідних дій.

#### **Приклади заводів**

Використовується на всіх заводах поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників у Європі; приклад частого моніторингу БМР: Завод № 146 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 181, COM 2017 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### **17.3.4 Моніторинг змін, які можуть вплинути на невизначеність даних балансу маси розчинника**

#### **Опис**

Будь-яка зміна, яка може вплинути на невизначеність системи даних про баланс розчинника, реєструється, наприклад:

- несправності системи очищення відхідних газів: реєструються дата й проміжок часу;
- зміни, які можуть вплинути на швидкість потоків повітря/газу, наприклад, заміна вентиляторів, приводних шківів, моторів; реєструється дата та тип зміни.

#### **Технічний опис**

Наприклад, можна здійснювати моніторинг роботи системи очищення відпрацьованих газів шляхом вимірювання тиску й температури в певних точках, а саме на вході відхідних газів і нижче в потоці відхідних газів. Результати мають зберігатися та контролюватися.

Система моніторингу може надсилати автоматичні оповіщення у разі виходу будь-якого тиску та/або температури за межі допустимого рівня.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Підвищена точність розрахунків балансу маси розчинника.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Не виявлено.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

#### **Економічні аспекти**

Залучення персоналу.

#### **Приклади заводів**

Широко використовується.

#### **Довідкова література**

[ 212, TWG 2018 ]

### **17.3.5 Моніторинг викидів у відпрацьованих газах**

#### **Опис**

Регулярний моніторинг викидів у відпрацьованих газах

#### **Технічний опис**

Моніторинг відповідних параметрів може здійснюватися за допомогою вимірювань у режимі реального часу (що полегшують оперативне втручання та контроль) або результатів аналізів, отриманих із проб повітря. Параметри, що підлягають моніторингу, і періодичність моніторингу залежать від характеристик типу процесів і матеріалів, а також від методів усунення забруднення довкілля, що застосовуються на заводі з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників (див. також розділи про викиди за відповідними секторами). Моніторинг викидів ЛОС у відхідних газах також сприяє вдосконаленню розрахунку балансу маси розчинника (визначення параметрів викидів O1 та O5).

Моніторинг викидів здійснюється відповідно до стандартів EN або, якщо стандарти EN відсутні, відповідно до стандартів ISO, національних або інших міжнародних стандартів, які забезпечують надання даних еквівалентної наукової якості.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

До переваг належать контроль викидів у відпрацьованих газах, підтримання належної роботи обладнання для очищення відхідних газів та виявлення незапланованих викидів. Крім того, це сприяє точності показників балансу маси розчинника.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Ця інформація (за наявності) детально описана в цьому документі для кожного виду діяльності у відповідних главах (Глави з 2 до 15).

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Для здійснення моніторингу необхідно деяке обладнання, допоміжні матеріали та енергія.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Технологія є загальнозастосовною для всіх заводів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, де є каналізовані викиди в повітря.

#### **Економічні аспекти**

Витрати, пов'язані з моніторингом відпрацьованого газу, стосуються персоналу та обладнання, що використовується для відбору проб та вимірювань.

#### **Стимул до впровадження**

Законодавство про забруднення повітря.

#### **Приклади заводів**

Див. приклади в Главах з 2 до 15.

Довідкова література  
[\[ 266, COM 2018 \]](#)

### 17.3.6 Моніторинг викидів у воду

#### Опис

Регулярний моніторинг викидів у воду.

#### Технічний опис

Моніторинг відповідних параметрів може здійснюватися за допомогою вимірювань у режимі реального часу (що полегшують оперативне втручання та контроль установки з очищення відпрацьованих вод — УОВВ) або результатів аналізів, отриманих із проб стічних вод. Параметри, що підлягають моніторингу, і періодичність моніторингу залежать від діяльності, пов'язаної з УОВВ, та від призначення очищених стічних вод (пряме скидання або подальше очищення на промислових або муніципальних УОВВ).

Загальні параметри, моніторинг яких здійснюється, вказані у відповідних розділах за галузями, присвяченим викидам, і до них належать: ТОС, ХСК, ЗОВ, Zn, Ni, Cr загальний, Cr(VI), фенольний індекс, АОХ, фторид і фосфати, такі як Р.

Моніторинг викидів здійснюється відповідно до стандартів EN або, якщо стандарти EN відсутні, відповідно до стандартів ISO, національних або інших міжнародних стандартів, які забезпечують надання даних еквівалентної наукової якості.

#### Досягнуті екологічні переваги

Моніторинг стічних вод установки з очищення відпрацьованих вод допомагає підтримувати належну роботу установки з очищення відпрацьованих вод, виявляє випадкові викиди та, у такий спосіб допомагає запобігти будь-якому несприятливому впливу на довкілля в результаті скидання стічних вод.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Ця інформація (за наявності) детально описана в цьому документі для кожного виду діяльності у відповідних главах (Глави з 2 до 15).

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Для здійснення моніторингу необхідно деяке обладнання, допоміжні матеріали та енергія. Вимірювання ХСК ґрунтується на використанні дуже токсичних сполук (наприклад, ртуті та хромату).

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Технологія є загальнозастосовною для всіх заводів, де є викиди у воду.

#### Економічні аспекти

Витрати, пов'язані з моніторингом стічних вод, стосуються персоналу та обладнання, що використовується для відбору проб та вимірювань.

#### Стимул до впровадження

Законодавство про забруднення води.

#### Приклади заводів

Див. Відповідні розділи для викидів у воду в Главах із 2 до 15.

#### Довідкова література

[\[ 23, COM 2006 \]](#), [\[ 31, COM 2016 \]](#), [\[ 266, COM 2018 \]](#)

## 17.4 Використання води та утворення стічних вод

Більше інформації щодо описів процесів, що використовуються для водокористування, можна знайти в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ].

### 17.4.1 План використання водних ресурсів та аудити водних ресурсів

#### Опис

План використання водних ресурсів та аудити водних ресурсів є частиною системи екологічного менеджменту (СЕМ), і до нього належать:

- технологічні схеми та баланс маси води заводу;
- встановлення цілей ефективності водокористування;
- впровадження технологій оптимізації використання води (наприклад, контроль використання води, рециркуляція, виявлення та ремонт витоків).

Аудити водних ресурсів здійснюються не рідше одного разу на рік для підвищення надійності заходів контролю та забезпечення досягнення цілей плану використання водних ресурсів.

#### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення споживання води та скидання стічних вод.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Не повідомлено.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Обсяг та характер плану використання водних ресурсів та аудиту водних ресурсів, як правило, будуть пов'язані з характером, масштабом та складністю заводу. Може бути незастосовним, якщо діяльність із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників здійснюється в межах більшої установки, за умови, що план використання водних ресурсів та аудити водних ресурсів більшої установки достатньою мірою охоплюють діяльність із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників.

#### Економічні аспекти

- Робочий час персоналу.
- Витрати на будь-які необхідні додаткові вимірювання.

#### Стимул до впровадження

Зниження витрат залежно від ціни та доступності води.

#### Приклади заводів

Завод №114 у [ 155, TWG 2016 ].

#### Довідкова література

[ 155, TWG 2016 ]



## 17.4.2 Оптимізація використання та скидання води

### Опис

Використання та скидання води оптимізуються через управління потоком та якістю води, наприклад, промивних та технологічних вод. Це також може сприяти повторному використанню та рециркуляції води.

### Технічний опис

Використання та скидання води можуть бути оптимізовані для відповідності вимогам до якості, наприклад, шляхом зіставного аналізу, розрахунку, хімічного або фізико-хімічного аналізу (який може виконуватися в режимі реального часу або вручну). Потім потік води контролюється уповноваженою особою з використанням різних технологій, таких як використання клапанів блокування потоку або моніторинг основних параметрів, наприклад, тимчасове або постійне вимірювання об'ємів. Наприклад, для промивання провідність на останньому етапі промивання водою пов'язана з максимально допустимим вмістом забруднювальних речовин, які можуть вплинути на подальші процеси обробки поверхні. Моніторинг скинутих вод від промивання за допомогою вимірювань провідності може скоротити кількість води, що використовується, оскільки це допомагає контролювати кількість необхідної підживлювальної води.

Визначення якості різних технологічних вод дає інформацію для повторного використання та рециркуляції води прямо або після відповідної обробки.

### Досягнуті екологічні переваги

Споживання води та відходи, пов'язані з промивною водою, будуть скорочені, а строк експлуатації ванн подальшої хімічної обробки буде збільшено.

Обсяги стічних вод буде зменшено.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Скорочення споживання води може призвести до вищих концентрацій у воді, що скидається, наприклад, БСК та ХСК, та потенційного навантаження на УОВВ.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Обладнання для вимірювання провідності та інше обладнання для безперервного моніторингу має бути надійним в експлуатації та обслуговуванні.

Що стосується нанесення покриття на рулонний метал, провідність, допустима для останнього етапу промивання водою, залежить від наступного процесу, але зазвичай становить від 10 мкСм/см до 100 мкСм/см (за 20 °C). Вимірювання має бути з температурною компенсацією.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Це стандартним процесом, коли використовуються технології на водній основі, наприклад, очищення на водній основі, ванни для обробки, покриття або мокрі скрубери.

Ця технологія широко використовується в галузі нанесення покриття на рулонний метал та в галузі нанесення покриття на транспортні засоби.

### Економічні аспекти

Низькі інвестиційні витрати передбачені для обладнання для вимірювання провідності. Економія досягається через скорочення споживання води та утворення відходів.

### Стимул до впровадження

Економічні аспекти та загальна стабільність процесу.

### Довідкова література

[\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 23, COM 2006 \]](#) [\[ 31, COM 2016 \]](#)

### 17.4.3 Зворотне каскадне промивання

#### Опис

Багатоетапне промивання, у якому вода тече в протилежному напрямку до виробів/основи. Воно забезпечує високий рівень промивання з низьким рівнем споживання води.

Ця технологія та пов'язані технології описані в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [23, COM 2006].

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується, коли використовуються процеси промивання.

### 17.4.4 Повторне використання та рециркуляція води

#### Опис

Потоки води (наприклад, відпрацьована промивна вода, стоки мокрого скрубера) повторно використовуються та/або рециркулюються, за необхідності після очищення, з використанням таких технологій, як іонний обмін або фільтрування. Ступінь повторного використання та або/рециркуляції води обмежується водним балансом заводу, вмістом домішок та/або характеристиками водних потоків.

Економія споживання води досягається в поєднанні зі зменшенням кількості стічних вод, що підлягають очищенню, що знижує інвестиційні витрати на очищення стічних вод, споживання енергії та хімічних речовин. Проте необхідно враховувати вартість обладнання для регенерації та експлуатаційні витрати. Ця технологія та пов'язані технології, необхідні для досягнення цього, описані в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [23, COM 2006].

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

Системи із замкненим циклом можуть використовуватись у таких системах, як градирні або теплообмінники, які зменшують кількість води, яка використовується на лінії. У разі використання градирень необхідно вжити спеціальних заходів для контролю *легіонелли*, оскільки градирні вважаються одним із найбільших та найпоширеніших джерел спалахів *легіонельозу*<sup>86</sup>.

#### 17.4.4.1 Рециркуляція води з мокрого скрубера/скрубера Вентурі

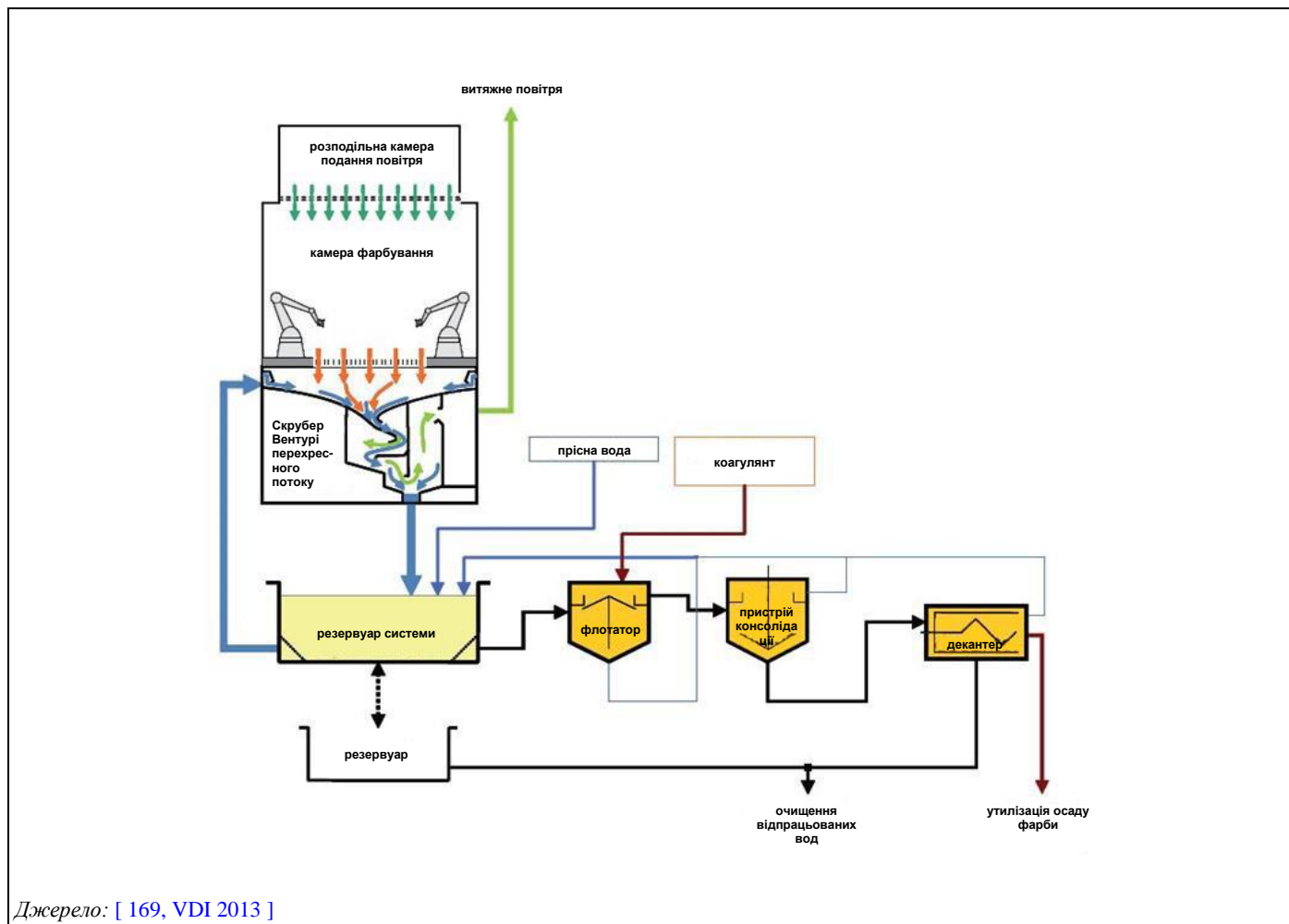
#### Опис

Стічні води з мокрих скрубєрів/скрубєрів Вентурі очищуються на безперервній основі. Частилки фарби піддають коагуляції та флокуляції, а осад фарби, що утворюється, постійно видаляється, що дає змогу рециркулювати воду.

#### Технічний опис

Через великий потік коагуляція осаду фарби зі стічних вод скрубєра Вентурі зазвичай виконується на безперервній основі. Частилки фарби піддають коагуляції з використанням органічних полімерів із подальшою флокуляцією з використанням солей заліза та вапняного молока (вапняної води) або бентоніту. Коагульований осад фарби безперервно видаляється шляхом седиментації або флотації, що дає змогу рециркулювати воду в системі скрубєра. Рідкий осад зазвичай зневоднюється за допомогою декантувальних центрифуг, а загушений осад утилізується як відходи.

<sup>86</sup> Гарсія-Фульгейрас, Ана; Наварро, Кармен; Фенолл, Деніел та інші (серпень 2003 р.). Спалах хвороби «легіонерів» у Мурсії, Іспанія. Нові інфекційні захворювання. 9 (8): 915–921. Ідентифікатор цифрового об'єкта: 10.3201/eid0908.030337. Поправки від 16 червня 2017 р.



Джерело: [ 169, VDI 2013 ]

Рисунок 17.7: Спрощена система рециркуляції води камер для фарбування з коагуляцією осаду фарби

#### Досягнуті екологічні переваги

- Значне скорочення споживання води.
- Кількість відходів зменшується через згущення осаду.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується в системах мокрих скрубберів/скрубберів Вентурі для уловлювання надлишку розпилення фарби.

#### Стимул до впровадження

Економія витрат на використання води.

#### Приклади заводів

Широко використовується. Зокрема, технологія використовується в галузі нанесення покриття на транспортні засоби та нанесення покриття на потяги.

#### Довідкова література

[ 169, VDI 2013 ]

#### **17.4.4.2 Регенерація шляхом іонного обміну**

##### **Опис**

Іонний обмін – це видалення небажаних або шкідливих іонних складників стічних вод та заміна їх іонами  $H^+$  та  $OH^-$  з іонообмінної смоли. Ця технологія та пов'язані технології, необхідні для досягнення цього, описані в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [23, СОМ 2006].

##### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до іонних забруднювачів у водних потоках.

#### **17.4.4.3 Магнітне розділення**

##### **Опис**

Магнітний матеріал витягується із води за допомогою магнітної сили. Див. також Розділ 17.11.1.3.

#### **17.4.4.4 Фільтрування (ультра- і нанофільтрування та зворотний осмос)**

Див. Розділ 17.11.4.3.

## 17.5 Управління енергоспоживанням та енергоефективністю

### 17.5.1 План з енергоефективності

#### Опис

План з енергоефективності є частиною Системи екологічного менеджменту (СЕМ, див. Розділ 17.1.1) та передбачає визначення та розрахунок питомого споживання енергії для діяльності, встановлення основних показників ефективності на щорічній основі (наприклад, МВт-год/тонну продукції) та планування цілей періодичного вдосконалення та пов'язаної з цим діяльності. План адаптований до особливостей заводу з погляду процесів, що здійснюються, матеріалів, продуктів тощо.

План з енергоефективності об'єднує комплекс організаційних та технічних заходів, спрямованих на ефективне використання енергії. Він є частиною системи управління енергоспоживанням та тісно пов'язаний із системою екологічного менеджменту (СЕМ).

#### Технічний опис

Детальну інформацію про енергоефективність можна знайти в ДД НДТМ для Енергоефективності [109, COM 2009]. Деякі технології, які застосовуються для підвищення енергоефективності діяльності з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників:

- a. Оцінка витрат та переваг різних варіантів енергії.
- b. Моніторинг потоків енергії (споживання та генерація за джерелами) та визначення зон для скорочення.
- c. Визначення та розрахунок питомого споживання енергії видом діяльності (або видами діяльності) та встановлення основних показників ефективності на щорічній основі (наприклад, МВт-год/тонну продукту або на тонну розчинника, що використовується). Наприклад, на основі первинного споживання енергії для продуктів або вхідних потоків сировини, що найбільш точно відповідають основній меті або виробничій потужності заводу.
- d. Здійснення енергетичного обстеження для виявлення можливостей подальшого енергозбереження.
- e. Використання комбінованого утворення тепла та електроенергії (ТЕЦ).
- f. Застосування заходів з експлуатації, технічного обслуговування та організації виробництва для найбільш значущих енергоспоживальних заводів, як-от:
  - системи кондиціонування повітря, системи охолодження технологічного процесу (витоки, ущільнення, контроль температури, технічне обслуговування випарника/конденсатора);
  - робота моторів та приводів (наприклад, високоефективних моторів);
  - системи стисненого газу (витоки, порядок використання);
  - системи розподілу пари (витоки, вловлювачі, ізолювання);
  - системи опалення приміщень та гарячого водопостачання;
  - змащування для запобігання великим втратам на тертя (наприклад, змащування розпиленням);
  - технічне обслуговування котла, наприклад, оптимізація з погляду надлишку повітря;
  - інше технічне обслуговування, що стосується діяльності на заводі;
  - перегляд вимог до обладнання на регулярній основі.
- g. Використання технологій, які знижують споживання енергії й тим самим скорочують як прямі (тепло та викиди від генерації на об'єкті), так і непрямі (викиди від віддаленої електростанції) викиди. Наприклад:
  - ізолювання будівель;
  - використання енергоефективного освітлення об'єкта;
  - технічне обслуговування транспортних засобів;
  - ефективне планування заводу для зменшення відстаней перекачування;
  - оптимізація фаз електронних моторів;
  - регенерація тепла;
  - забезпечення відключення обладнання, якщо це безпечно, коли воно не використовується;

- мінімізація руху транспортних засобів на об'єкті та відключення двигунів, коли вони не використовуються.
  - h. Застосування базових, недорогих фізичних технологій для уникнення явної неефективності, у тому числі ізолювання, методів утримування (наприклад, ущільнення та самозакривні двері) і запобігання непотрібним скиданням нагрітої води або повітря (наприклад, шляхом встановлення простих систем контролю).
    - i. Застосування технологій енергоефективності до будівельних послуг.

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення споживання енергії та пов'язаних із цим викидів.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Обсяг та характер плану енергоефективності, як правило, будуть пов'язані з характером, масштабом та складністю установки та типами використовуваної енергії. Може бути незастосовним, якщо діяльність із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників здійснюється в межах більшої установки, за умови, що план з енергоефективності більшої установки достатньою мірою охоплюють діяльність з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників.

#### Приклади заводів

Широко застосовується.

#### Довідкова література

[ 109, COM 2009 ]

## 17.5.2 Реєстрація балансу енергії

#### Опис

Реєстрація балансу енергії забезпечує розбивку споживання та генерації енергії (у тому числі експорт енергії) за типом джерела (наприклад, електроенергія, викопне паливо, відновлювана енергія, імпортоване тепло та/або охолодження). Сюди входить:

- (i) визначення енергетичних границь діяльності з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників;
- (ii) інформація про споживання енергії з погляду поставленої енергії;
- (iii) інформація про енергію, що експортується із заводу;
- (iv) інформація про потоки енергії (наприклад, діаграми Сенкі або енергетичні баланси), що показує, як енергія використовується протягом усього процесу.

Реєстрація балансу енергії адаптована до особливостей заводу з погляду процесу(-ів), що здійснюються, матеріалів тощо.

Моніторинг та вимірювання є важливою частиною перевірки в системі «планування–виконання–перевірки–вживання заходів», наприклад, в управлінні енергоспоживанням (див. також ДД НДТМ для Енергоефективності [ 109, COM 2009 ]). Це також є частиною ефективного контролю процесів.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Обсяг та характер реєстрації балансу енергії, як правило, будуть пов'язані з характером, масштабом та складністю установки та типами використовуваної енергії. Може бути незастосовним, якщо діяльність із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників здійснюється в межах більшої установки, за умови, що реєстрація балансу енергії більшої установки достатньою мірою охоплює діяльність із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників.

#### Довідкова література

[ 109, COM 2009 ]

### 17.5.3 Теплова ізоляція резервуарів та чанів, що містять охолоджені або нагріті рідини, а також спалювальних та парових систем

#### Опис

Це може бути досягнуто, наприклад, шляхом:

- використання резервуарів із подвійними стінками;
- використання попередньо ізольованих резервуарів;
- застосування ізолювання обладнання для спалювання, парових труб та труб з охолодженими або нагрітими рідинами.

Див. ДД НДТМ для Енергоефективності для отримання додаткової інформації [[109, COM 2009](#)].

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

### 17.5.4 Регенерація тепла шляхом когенерації – CHP (комбіноване утворення тепла та електроенергії) або CCHP (комбіноване охолодження, утворення тепла та електроенергії)

#### Опис

Регенерація тепла (переважно з парової системи) для утворення гарячої води/пари для використання в промислових процесах/діяльності. CCHP є системою когенерації з абсорбційним охолоджувачем, що використовує низькопотенційне тепло, для утворення охолодженої води. Її також називають тригенерацією.

Див. ДД НДТМ для Енергоефективності для отримання додаткової інформації [[109, COM 2009](#)].

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовність може бути обмежена схемою заводу, характеристиками потоків гарячого газу (наприклад, швидкість потоку, температура) або недостатністю відповідної потреби в теплі.

### 17.5.5 Регенерація тепла з потоків гарячого газу

#### Опис

Регенерація енергії з потоків гарячого газу (наприклад, із сушарок або зон охолодження), наприклад, шляхом їхньої рециркуляції як технологічного повітря за допомогою теплообмінників у процесах або за їхніми межами.

Див. ДД НДТМ для Енергоефективності, щоб отримати більше інформації про регенерацію тепла загалом, а також про системи стисненого повітря та процеси сушіння [[109, COM 2009](#)].

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовність може бути обмежена схемою заводу, характеристиками потоків гарячого газу (наприклад, швидкість потоку, температура) або недостатністю відповідної потреби в теплі.

### 17.5.6 Економія тепла окисника в періоди простою

#### Опис

Тепло окисника зберігається всередині камер у періоди простою у виробництві (наприклад, у вихідні дні).

#### Приклад заводу

Завод №121 у [[155, TWG 2016](#)].

### 17.5.7 Регулювання потоку технологічного повітря та відхідних газів

#### Опис

Регулювання потоку технологічного повітря та відхідних газів залежно від потреби. Це передбачає зменшення вентиляції повітря під час роботи в холостому режимі або технічного обслуговування. Див. також Розділ 17.10.3.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

### 17.5.8 Рециркуляція відхідних газів камери для фарбування розпиленням

#### Опис

Вловлювання та рециркуляція відхідних газів із камери фарбування розпиленням у комбінації з ефективним відділенням надлишку розпилення фарби. Споживання енергії менше, ніж у випадку використання свіжого повітря.

#### Технічний опис

Відхідні гази з камери фарбування розпиленням, зазвичай у поєднанні із сухим відділенням надлишку розпилення фарби, уловлюються й рециркулюються. У деяких випадках рециркуляція відхідних газів з осушенням повітря була встановлена для переобладнання наявних установок із мокрим відділенням надлишку розпилення фарби. Див. також Розділ 17.10.3.2.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовність може бути обмежена з міркувань охорони здоров'я та безпеки.

### 17.5.9 Оптимізована циркуляція теплого повітря в камерах затвердіння для великого обсягу з використанням повітряного турбулізатора

#### Опис

Повітря вдувається в одну частину камери затвердіння й розподіляється за допомогою повітряного турбулізатора, який перетворює ламінарний повітряний потік на необхідний турбулентний потік.

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення споживання енергії в процесі затвердіння.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується лише до секторів нанесення покриттів розпиленням.

#### Приклад заводу

Завод №078 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### Довідкова література

[\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### 17.5.10 Належні розміри системи видалення відпрацьованих газів та системи боротьби з викидами

#### Опис

У визначенні розмірів витяжної системи та виборі методу усунення забруднення довкілля враховуються:

- характер викидів (безперервний/періодичний);
- вміст енергії у відхідних газах та ефект споживання енергії нижче автотермічних умов;
- витрати та переваги від обробки викидів із низькою концентрацією ЛОС із погляду споживання енергії.



Див. також Розділ 17.10.1.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна. Це вважається стандартним процесом під час проектування заводу або в разі капітальної модернізації.

### **17.5.11 Оптимізація процесів видалення та зменшення викидів відпрацьованого газу**

Див. також Розділ 17.10.1.

Оптимізація ґрунтується на таких факторах:

- кількість повітря, що видаляється;
- тип та ймовірний рівень вмісту розчинників;
- тип обробки та пов'язані з ним витрати та переваги, а також вплив на різні компоненти довкілля (наприклад, споживання матеріалів, енергії);
- кількість годин роботи на рік.

## 17.6 Управління сировиною (у тому числі заміщення)

### 17.6.1 Використання сировини з низьким рівнем впливу на довкілля

#### Опис

Систематичне оцінювання несприятливого впливу використовуваних матеріалів на довкілля (зокрема, CMR речовин та особливо небезпечних речовин) та заміщення їх іншими матеріалами, що не мають або мають менший вплив на довкілля та здоров'я, де це можливо, з урахуванням вимог до якості або специфікацій продукту.

Дуже ефективною технологією є заміщення речовин із високолеткими ЛОС іншими, що містять органічні сполуки, які не є ЛОС або є ЛОС із нижчою леткістю (наприклад, складні ефіри). Див. також Розділ 17.7.2.

#### Технічний опис

Для поверхневої обробки із використанням розчинників застосовується широкий діапазон хімічних речовин у широкому діапазоні процесів. У ДПВ одним із критеріїв для визначення НДТМ є використання менш шкідливих речовин (Додаток III (2)).

Використання менш шкідливих речовин (заміщення) може бути досягнуто одним із трьох способів:

1. Пряма заміна однієї речовини менш шкідливою речовиною. Зазвичай це обмежується простішими системами, наприклад, заміною очищувальних засобів із низькою температурою спалаху на очищувальні засоби з високою температурою спалаху (див. Розділ 17.9.5).
2. Заміна іншими хімічними процесами або технологіями з використанням менш шкідливих речовин. Це використовується там, де немає прямої заміни. Інші хімічні процеси в нанесенні покриттів дають інші властивості обробки навіть для однакових матеріалів. Наприклад, див.
- 3.
4. Таблицю 17.4. Це основний шлях заміни шкідливих речовин у цьому секторі, і він розглядається в главах, присвячених відповідним видам діяльності та галузям.
5. Усунення процесу обробки поверхні на установці та використання, наприклад, матеріалів із попередньо нанесеним покриттям у виробництві (наприклад, для виробництва білої побутової техніки або будівельних панелей). Цей тип заміщення може бути показаний як екологічно вигідний (наприклад, у дослідженнях строку служби) і може розглядатися оператором для досягнення різних цілей, у тому числі скорочення викидів ЛОС. Проте ДПВ стосується установки та використовуваних дій. Отже, цей тип заміщення (по суті, припинення процесу всередині установки) не є технологією, яку можна враховувати у визначенні НДТМ, і далі в цьому документі не обговорюється.

**Таблиця 17.4: Приклади заміників розчинників, що використовуються в секторі поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників**

|   |  |
|---|--|
| <b>Покриття з низьким вмістом розчинників</b> | Високий вміст твердих частинок                   |
|   | Двокомпонентні (хімічна взаємодія)               |
|   | На водній основі                                 |
| <b>Покриття без вмісту розчинника</b>         | Порошкова суспензія                              |
|   | Термоклеї  |
|   | Порошкове покриття                               |
|   | Порошкове поліефірне покриття                    |
|   | Покриття, що твердіє за допомогою випромінювання |

Заміщення застосовується не тільки до розчинників, що використовуються для очищення основ, обладнання та виробничих приміщень, але й до інших компонентів, що використовуються в процесах, таких як пігменти, консерванти, в'язучі речовини, поверхнево-активні речовини тощо.

Деякі речовини підпадають під дію іншого європейського та/або національного законодавства або посібників, і фрази про ризики/характеристики небезпечності, що надаються разом із даними від виробників, можуть бути хорошим початком для виявлення матеріалів, що становлять значну небезпеку для здоров'я та довкілля. Нижче наведено можливі ознаки небезпечності для речовин, які використовуються в цьому секторі.

#### **A. Класифікація як SVHC речовин (особливо небезпечних речовин)**

Речовина може бути оголошена як SVHC, якщо вона відповідає одному або кільком із цих критеріїв, зазначених у статті 57 Регламенту REACH [47, EU 2006]:

- вона є канцерогенною;
- вона є мутагенною;
- вона є токсичною для репродуктивної функції;
- вона є стійкою, здатною до біоаккумуляції, токсичною відповідно до критеріїв, викладених у Додатку XIII до Регламенту REACH (PBT речовини);
- є «наукові дані про можливі серйозні наслідки для здоров'я людини або довкілля, які спричиняють еквівалентний рівень занепокоєння»; такі речовини визначаються у кожному конкретному випадку.

Стаття 58 ДПВ вимагає, наскільки це можливо, замінити речовини CMR менш шкідливими речовинами або сумішами в найкоротші строки із зазначенням, що: «Речовини або суміші, які через вміст у них летких органічних сполук класифікуються як канцерогени, мутагени або токсичні для репродуктивної системи відповідно до Регламенту (ЄС) № 1272/2008<sup>87</sup>, яким присвоєні або які мають мати характеристики небезпечності H340, H350, H350i, H360D або H360F, мають бути, наскільки це можливо, замінені менш шкідливими речовинами або сумішами в найкоротші строки».

#### **B. Поточна ситуація з Cr(VI)**

Традиційні промивання з хромом (VI) (хромат), що використовуються для конверсійних покриттів у галузі нанесення покриттів на рулонний метал після попередньої обробки та/або підготування поверхні перед фарбуванням, як правило, замінені альтернативами без вмісту Cr(VI). Відповідно до Регламенту REACH сполуки Cr(VI), що використовуються в цих промиваннях, перелічені в списку речовин Додатка XIV і вимагають спеціальної авторизації для кожного використання після дати закінчення терміну їхньої дії 21 вересня 2017 року.

На момент складання цього документа заявки на отримання авторизації були зареєстровані, але лише одна була схвалена. Міркування в цьому документі ґрунтуються на ймовірності подальшого використання в аерокосмічній промисловості та, можливо, для певної рулонної продукції з покриттям.

Пігменти фарб містять токсичні метали, як-от кадмій, шестивалентний хром, нікель і свинець через колір їхніх сполук і корозійну стійкість. Проте наразі їхнє використання суворо обмежено нормами для видів діяльності, які не охоплюються дією цього документа, див. Розділ 1.2.3. Для різних речовин Cr(VI), які потенційно можуть використовуватися в пігментах фарб, була встановлена дата закінчення терміну дії за REACH 22 січня 2019, деякі мають низьку розчинність у воді У жовтні 2017 року близько 10 виробників подали заявки на номер CAS 7789-06-2 (хромат стронцію) для використання в теплозахисному покритті для повітряно-космічних літальних апаратів та один на номер CAS 11103-86-9 для невизначеного використання в ґрунтовках, герметиках та покритті.

#### **C. Інші фактори**

Крім того, можуть враховуватися інші фактори, пов'язані зі специфічним впливом розчинників, що використовуються:

- **Фізико-хімічні впливи:** наступні фрази ризику не вважаються критеріями впливу на довкілля (за винятком випадків, передбачених [53, COM 2003 1]): вибухонебезпечні, окиснювальні, з високим ступенем займистості, легкозаймисті та займисті.
- Утворення фотохімічних окиснювачів (озоноутворювальний потенціал, OFP).

<sup>87</sup> Регламент (ЄС) № 1272/2008 Європейського Парламенту та Ради від 16 грудня 2008 року про класифікацію, маркування та пакування речовин та сумішей, що змінює та скасовує Директиви 67/548/ЄЕС та 1999/45/ЄС, а також вносить зміни до Регламенту (ЄС) №1907/2006.

- Потенціал руйнування стратосферного озонового шару (ODP (ozone depletion potential)).
- **Потенціал глобального потепління (ПГП):** ПГП речовини є мірою додаткової кількості тепла, що затримується в атмосфері, коли 1 кг речовини миттєво викидається в неї, у порівнянні з випадком, коли 1 кг вуглекислого газу викидається в атмосферу.
- **Запах:** багато ЛОС мають запах. За певних обставин викиди ЛОС можуть спричинити локальні проблеми з неприємним запахом (див. Розділ 17.13).

### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення використання шкідливих речовин, наприклад, розчинників, а також кількості небезпечних речовин із ЛОС, що потім викидаються в довкілля як заплановані (наприклад, у відхідних газах), так і незаплановані (наприклад, неорганізовані викиди, витоки, аварії під час поводження) викидів.

Можуть бути інші покращення з погляду екологічної ефективності, такі як економія енергії в процесі або очищенні відхідних газів, використання меншої кількості сировини в процесі або очищенні відпрацьованих вод, менше використання води, утворення меншої кількості відходів, що класифікуються як шкідливі тощо.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Паспорти безпеки можуть бути використані як важливі вихідні дані для оцінки впливу використовуваних матеріалів на довкілля й можуть зробити корисний внесок в інформацію, який може бути використана для прийняття будь-якого рішення про заміщення.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Цей вплив залежить від окремих альтернативних технологій. Деякі з них можуть мати такі наслідки як збільшення споживання енергії, збільшення утворення відходів або збільшення споживання води або сировини. Деякі альтернативні матеріали можуть підвищити ризик для здоров'я та безпеки, можуть мати більшу фотохімічну активність або підвищити інші ризики для довкілля. Одним із простих підходів до оцінки підвищення ризику для здоров'я є використання коефіцієнта небезпечності пари (див. Технічні особливості, пов'язані із застосуванням, нижче). Більше інформації можна знайти в ДД НДТМ для економічних та міжсередовищних наслідків [\[ 50, COM 2006 \]](#).

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

Обсяг (наприклад, рівень деталізації) та характер оцінки, як правило, будуть пов'язані з характером, масштабом та складністю заводу та діапазоном можливих впливів на довкілля, а також із типом та кількістю використовуваних матеріалів.

Рішення про заміщення треба приймати в кожному конкретному випадку, і заміщення має належним чином забезпечувати необхідні кінцеві робочі характеристики (тобто мати відповідну функціональність). У всіх випадках важливо обговорювати зміни із замовником перед заміщенням. Вважається правильним не вносити зміни без повної обізнаності про необхідних кінцеві робочі характеристики. Через ризик невідповідності цим характеристикам як оператору, так і замовнику рекомендується контролювати якість та роботу, а також обмінюватися інформацією щодо специфікацій, що вимагаються.

У деяких процесах із використанням однієї речовини заміщення може бути неможливим, наприклад, наразі неможливо замінити толуол для публікаційного ротогравюрного друку.

З огляду на широкий спектр хімічних речовин, що використовуються в цьому секторі, малоімовірно, що всі хімічні речовини, які потенційно можуть завдати шкоди довкіллю, можуть бути замінені належним чином. Деякі процеси можуть залежати від шкідливих речовин, якщо немає відповідного заміщення, або якщо вплив на різні компоненти довкілля (див. вище) перевищує переваги.

Для полегшення порівняння можливих альтернативних речовин можна розрахувати коефіцієнти. Наприклад, для фізіологічного впливу коефіцієнт безпеки парів (КНП) порівнює схильність продукту до випаровування з його OEL (границя впливу на робочому місці), як показано нижче:

$$\text{КНП} = \frac{\text{Рівноважна концентрація пари (за 20 °C)}}{\text{OEL}}$$

Як наслідок:

- у випадку продуктів з аналогічним OEL обирати продукт із меншою леткістю;
- у випадку продуктів з аналогічною леткістю обирати продукт із вищою OEL.

Там, де дані складніше інтерпретувати, може знадобитися розрахунок КНП.

Інші фактори, як-от токсичність та екоотоксичність, можна оцінити дуже просто, наприклад, використовувати речовини з характеристикою меншої небезпечності. За альтернативу можна використовувати інші показники (як-от озоноутворювальний потенціал). У деяких випадках, наприклад, з OFP, може бути розрахований коефіцієнт, аналогічний КНП.

#### Економічні аспекти

Замінники можуть бути економічно більш вигідними, але це необхідно визначати в кожному конкретному випадку окремо. Вони можуть надати установці змогу відповідати більш ніж одному набору законодавчих вимог (див. Стимул до впровадження нижче). Економію можна досягти, наприклад, через:

- зниження споживання енергії, води та сировини;
- зменшення обсягів очищення відхідних газів та відпрацьованих вод;
- підвищення дотримання політики охорони праці та техніки безпеки на робочому місці;
- підвищення якості та надійності процесу.

#### Стимул до впровадження

Здоров'я та безпека робітників є основним стимулом до використання менш шкідливих речовин. (Примітка: треба бути обережними під час заміни з міркувань охорони праці та переконатися, що замінники дійсно менш шкідливі згідно з усіма наявними даними).

Ще одним стимулом є вимоги клієнтів до (здоров'я) якості.

Іншими екологічними законодавчими стимулами є Регламент REACH та Директива Севезо III<sup>88</sup>.

Ще одним стимулом є норми щодо скорочення: у деяких випадках досягнуте скорочення кількості розчинника може призвести до скорочення використання розчинника нижче граничних рівнів, які розглядаються для ДПВ або інших норм.

#### Приклади заводів

Див. Розділи 2.4.3, 3.4.2, 4.4.4, 6.4.2, 10.4.1, 3.4.2 та 14.4.2.

#### Довідкова література

[ 23, COM 2006 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 42, Envirowise 2003 ] [ 50, COM 2006 ]  
[ 52, COM 2000 ] [ 73, COM 2012 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 116, ESIG 2005 ]

<sup>88</sup> Директива 2012/18/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 4 липня 2012 року про контроль великих аварій, пов'язаних зі шкідливими речовинами, що змінює та згодом скасовує Директиву Ради 96/82/ЄС, Офіційний вісник ЄС OJ L 197.

### 17.6.1.1 Заміщення галогеновмісних розчинників

#### Опис

Галогеновмісні розчинники можуть бути замінені менш небезпечними розчинниками, наприклад, де для очищення потрібна потужна дія розчинника. Можна використовувати сильні розчинники, як-от етаноламін. Якщо фарби на основі галогеновмісних розчинників, можна використовувати альтернативні фарбові системи (див. Розділ 17.7).

#### Досягнуті екологічні переваги

Зниження ризику викидів під час поводження та викидів у повітря, а також скорочення утворення шкідливих відходів.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Хлоровані вуглеводні іноді використовуються для знежирення поверхонь у виробництві фрикційних накладок, а також як розчинник для деяких покриттів для сільськогосподарських та будівельних транспортних засобів.

Для гнучкої упаковки для видалення стійких забруднень використовувалися галогеновмісні розчинники, як-от метиленхлорид. Проте вони були замінені нелеткими розчинниками, як-от етаноламін.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Не виявлено.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовність залежить від конкретної технології та її використання. Заміщення успішно застосовується в поліграфічній промисловості (відповідно до законодавства та галузевих угод ЄС), у виробництві фрикційних накладок та широко застосовується у всіх секторах промисловості. Доступні фарбові системи, які можуть замінити фарби з галогеновмісними розчинниками.

#### Стимул до впровадження

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці. ДПВ встановлює граничне значення викидів 20 мг/Нм<sup>3</sup>, коли масовий потік галогеновмісних ЛОС із характеристиками небезпечності H341 або H351 дорівнює або перевищує 100 г/год.

У Німеччині використання галогеновмісних розчинників вважається застарілим.

#### Приклади заводів

Галогеновмісні розчинники були масово замінені (наприклад, у Німеччині).

#### Довідкова література

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 4, Germany 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)

### 17.6.2 Оптимізація використання органічних розчинників у процесі

#### Опис

Оптимізація використання розчинників у технологічному процесі за допомогою плану управління (як частини САМ (див. НДТМ 1)), метою якого є визначення та вживання необхідних заходів (наприклад, групування кольорів, оптимізація розпилення).

#### Технічний опис

Ця технологія передбачає складання й реалізацію плану управління для оптимізації використання органічного розчинника в процесі. План управління спрямований на визначення та вживання заходів щодо оптимізації використання розчинників. Існують різні технології, які можна було б розглянути, наприклад, групування кольорів; оптимізація розпилення. План управління для оптимізації використання органічних розчинників є важливою частиною системи екологічного менеджменту (СЕМ), а рішення про технології, що застосовуються, ґрунтуються на взаємодії з іншими

складниками СЕМ. Баланс маси розчинника (БМР) забезпечує відповідні кількісні дані.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів ЛОС у повітря.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Не виявлено.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

#### **Приклади заводів**

Широко застосовується, див. приклади в нанесенні покриття на транспортні засоби (див. Розділ 17.6.2.1).

#### **Довідкова література**

[ [155, TWG 2016](#) ]

### **17.6.2.1 Групування кольорів (серійне фарбування)**

#### **Опис**

Зміна послідовності продуктів для отримання великих серій одного кольору.

#### **Технічний опис**

Групування кольорів, також іменоване серійним фарбуванням або фарбуванням блоками, означає, що низка певних продуктів фарбується одним кольором. Це призведе до менш частих змін на інший колір.

У галузі нанесення покриття на транспортні засоби для зменшення кількостей операцій промивання між двома різними кольорами фарбування автомобіля у фарбувальних цехах із системою на основі розчинників виробництво реорганізовано для отримання більших серій одного кольору. Наприкінці етапу нанесення ґрунтовки, після печі, конвеєри, що використовуються для спорожнення печі наприкінці виробництва, також використовуються для зберігання та перепорядкування автомобільних кузовів для створення невеликої колони автомобільних кузовів одного кольору.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

До переваг належить скорочення використання розчинника для промивання через скорочення кількості операцій промивання між різними кольорами. Перевага безпосередньо пов'язана з довжиною труби між резервуаром для фарби та фарбувальним інструментом. Утворюється менше залишків фарби.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Має бути достатньо місця для зберігання продуктів, а також має бути відповідна система логістичного планування. Це також залежить від кількості різних кольорів та їхньої відносної кількості у виробничому плані. Для автомобільної промисловості середня довжина групи кольору становить від двох до шести одиниць.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Не виявлено.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ця технологія широко застосовується для нанесення покриття на легкові автомобілі та вантажні автомобілі та комерційні транспортні засоби, а також для нанесення покриття на металеву упаковку. Обмеження у її застосовності можуть виникати через планування виробництва, вимоги замовників та вимог до логістики [ACEA коментар №201 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

Аналогічна технологія застосовується у виробництві клейких стрічок і спрямована на зменшення кількості різних продуктів протягом виробничого періоду (отже, триваліші кампанії) і, у такий спосіб допомагає уникнути необхідності проміжного очищення (див. також Розділ 7.3.2.2).

**Економічні аспекти**

Економія на фарбі, розчинниках та економія часу на очищення/простої може бути врівноважені вищими витратами на місткість зона зберігання.

**Приклади заводів**

Широко застосовується на більшості автомобільних заводів.

**Довідкова література**

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)



## 17.7 Процеси та обладнання для нанесення покриття

### 17.7.1 Попередня обробка перед фарбуванням (крім очищення)

Попередня обробка на водній основі застосовується з трьох причин: для видалення мастила та бруду з попередніх операцій, для підвищення корозійної стійкості та для покращення адгезії наступних шарів фарби. До звичайних заходів, що застосовуються для попередньої обробки, належать знежирення, фосфатування і хромування. Ці технології описані в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [\[ 23, COM 2006 \]](#) разом із відповідними НДТМ для захисту та обслуговування матеріалів, і тому тут не обговорюються в цьому документі повною мірою.

#### 17.7.1.1 Фосфатування

##### Опис

Фосфатні конверсійні покриття використовуються для підвищення корозійної стійкості та адгезії наступних фарбових покриттів до сталевих основ. Зазвичай вони містять залізо, цинк, нікель та марганець. Їх можна наносити розпиленням, але наразі їх зазвичай наносять шляхом занурення, щоб отримати більше повне та однорідне покриття. Більше інформації можна знайти в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [\[ 23, COM 2006 \]](#).

#### 17.7.1.2 Конверсійні покриття без вмісту хрому(VI)

##### Поточна ситуація з використанням Cr(VI)

Традиційні промивання з хромом (VI) (хромат), що використовуються для конверсійних покриттів у галузі нанесення покриттів на рулонний метал після попередньої обробки та/або підготування поверхні перед фарбуванням, як правило, замінені альтернативами без вмісту Cr(VI). Відповідно до Регламенту REACH [\[ 47, EU 2006 \]](#) сполуки Cr(VI), що використовуються в цих промиваннях, перелічені в списку речовин Додатка XIV і вимагають спеціальної авторизації для кожного використання після дати закінчення терміну їхньої дії 21 вересня 2017 року.

На момент складання цього документа заявки на отримання авторизації були зареєстровані, але лише обмежену кількість було схвалено. Міркування в цьому документі ґрунтуються на ймовірності подальшого використання в аерокосмічній промисловості та, можливо, для певної рулонної продукції з покриттям. Див. також Розділ 6.4.2.1 для отримання додаткової інформації про альтернативи.

##### Опис

Доступні деякі системи конверсійних покриттів, що не містять хрому, на основі обробки органічними композитами, розчинами фториду цирконію, фторидом титану, тартратом, фосфорною кислотою або обробки органічними похідними кремнію (силанами). Для них може знадобитися наступний полімерний шар для досягнення необхідної корозійної стійкості.

В автомобільній промисловості електроосадження ґрунтовки шляхом занурення здійснюється безпосередньо поверх фосфатного шару без хромування для забезпечення високоякісного захисту від корозії.

Безхромова попередня обробка титаном, фосфорною кислотою та органічним полімером була вдосконалена постачальником хімічних речовин для звичайних процесів розпилення та занурення. З 1998 року компанія успішно застосовує цей метод у машинах для нанесення покриття на рулонний метал.

Конверсійні покриття без вмісту хрому наразі використовуються для анодування в авіабудівній промисловості на основі тартрату та фосфорної кислоти.

## 17.7.2 Технології на основі матеріалів

У подальших розділах обговорюються основні виявлені технології, що ґрунтуються на матеріалах, які є загальними для більш ніж одного сектору поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників. Зазначається, що, як правило, вибір технологій обробки поверхні може бути обмежений типом діяльності, типом і формою основи та вимогами до якості продукту, а також необхідністю забезпечення взаємної сумісності використовуваних матеріалів, технологій нанесення покриттів, сушіння/затвердіння та систем очищення відхідних газів.

### 17.7.2.1 Фарби / покриття / лаки / друкарські фарби / клейкі речовини на основі розчинника з високим вмістом твердих частинок

#### Опис

Використання фарб, покриттів, рідких друкарських фарб, лаків та клейких речовин із низьким вмістом органічних розчинників та підвищеним вмістом твердих частинок.

#### Технічний опис

Вміст твердих частинок становить понад 65% об.: наприклад, для нанесення покриття на яхту 450 г/л епоксидних смол використовуються для зон нижче ватерлінії; вміст твердих частинок 70–95% застосовується в процесах нанесення покриття на рулонний метал. Використовувані плівкоутворювачі бувають переважно на основі епоксидної, двокомпонентної (2-К) поліуретанової, полісилоксанової, оксиранової або алкідної смоли.

#### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення споживання розчинників та викидів ЛОС.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Використання фарб із вищим вмістом твердих частинок скорочує обсяг використання розчинників у порівнянні зі звичайними фарбами на основі розчинників, і водночас наноситься необхідна кількість покриття. Скорочення обсягів ЛОС, що видаляються, знижує вимоги до обладнання для боротьби з викидами. Зменшення кількості розчинника в печах може призвести до скорочення потоків витяжного повітря або збільшення швидкості лінії за певної концентрації в повітрі. Це знижує споживання газу в окиснику, скорочує використання розчинників та знижує обсяги для транспортування.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Зменшення кількості парів розчинника в потоці відходів може збільшити потребу в газі/виплоному паливі в окиснику та/або зменшити обсяг енергії, що регенерується для підігріву повітря в печі.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Як правило, вибір технологій обробки поверхні може бути обмежений типом діяльності, типом і формою основи та вимогами до якості продукту, а також необхідністю забезпечення взаємної сумісності використовуваних матеріалів, технологій нанесення покриттів, сушіння/затвердіння та систем очищення відхідних газів.

Для фарбування сільськогосподарських та будівельних машин або побутових приладів переважно використовуються фарби з високим вмістом твердих частинок на основі акрилату та полієфіру ізоціанату.

Деякі пігменти погано працюють із фарбами з високим вмістом твердих частинок, що призводить до проблем із якістю.

У галузі нанесення покриття на кораблі та яхти епоксидні покриття з високим вмістом твердих частинок зазвичай наносять на підводні частини кораблів та яхт.

У галузі нанесення покриття на повітряні судна покриття з високим вмістом твердих частинок іноді наносяться як верхній шар покриття.

У галузі нанесення покриття на потяги фарба з високим вмістом твердих частинок наноситься лише у вигляді одношарового верхнього покриття.

У галузі нанесення покриття на автобуси фарби з високим вмістом твердих частинок наносяться в системі одношарового верхнього покриття.

У галузі нанесення покриття на рулонний метал покриття з високим вмістом твердих частинок широко застосовуються.

У виробництві обмоткових дротів зазвичай застосовують емалеві покриття з високим вмістом твердих частинок.

У галузі флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку застосовуються лаки та клейкі речовини з високим вмістом твердих частинок.

#### Економічні аспекти

Фарби з високим вмістом твердих частинок дорожчі за звичайні фарби, але, оскільки вони мають більшу покривальну здатність, вартість за м<sup>2</sup> зазвичай нижча. Можна очікувати економії на витратах на оплату праці.

#### Стимул до впровадження

- Потенційне зниження витрат на деякі види діяльності з нанесення покриття (наприклад, нанесення покриття на рулонний метал, див. Розділ 6.4.2.3).
- Вимоги щодо охорони праці та техніки безпеки щодо рівнів ЛОС у зонах поводження з фарбами/покриттями/друкарськими фарбами/клейкими речовинами.

#### Приклади заводів

Широко застосовується в різних секторах.

#### Довідкова література

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 11, InfoMil 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)  
[\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### 17.7.2.2 Фарби / покриття / друкарські фарби / лаки та клейкі речовини на водній основі

#### Опис

Використання фарб, рідких друкарських фарб, лаків та клейких речовин, де органічний розчинник частково замінено водою.

#### Технічний опис

##### Фарби

Фарби на водній основі містять плівкоутворювальні речовини на водній основі або вододисперсійні. Фарби на водній основі можуть бути однокомпонентними; проте переважно застосовуються двокомпонентні фарби та фарби, що твердіють за допомогою УФ-випромінювання. Вони переважно є фарбами на основі алкідної, поліефірної, акрилатної, меламінової та епоксидної смоли. Порошкові покриття на водній основі описані в Розділі 17.7.2.6

Фарбові системи на водній основі зазвичай мають вміст води 10–65% мас. і часто також містять < 3–18% органічних розчинників як солюбілізатор і для покращення властивостей шару мокрої плівки. Також доступні фарби, які зовсім не містять органічних розчинників. Біоциди можуть входити до складу як консерванти для зберігання фарб, в архітектурі та для електроосадження покриттів (які зберігаються та використовуються в резервуарах).

Основними покращеннями, пов'язаними з цими матеріалами, є їхній захист від корозії та зовнішня стійкість до кліматичного впливу.

Двокомпонентні фарби на водній основі демонструють підвищену стійкість, особливо до механічного впливу, а також дуже хороші ізолювальні властивості навіть на деревині, багатій на натуральні олії.

##### Клейкі речовини

Клейкі речовини на водній основі не містять органічних розчинників або містять до 0,5% розчинника як пом'якшувача (див. також Розділ 7.4.1.2).

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів ЛОС.

## Екологічна ефективність та інформація про функціонування

### Фарби

Основними перевагами фарб на водній основі є скорочення викидів ЛОС та можливість переробки фарби для певних галузей застосування, наприклад, за допомогою ультрафільтрації. Очищення розпилювальних пристроїв та інших інструментів можна здійснювати сумішами води та розчинника із часткою розчинника близько 5–20%.

Крім того, з використанням цієї фарби не пов'язана небезпека температури спалаху, що мінімізує ризик займання та вибуху.

Фарби на водній основі можуть спричинити серйозні проблеми, пов'язані з корозією, в обладнанні для зберігання, перекачування та нанесення, особливо в системах розпилення, через присутність води та кисню. Заміщення фарбою на водній основі для звичайних установок зазвичай вимагає значної модифікації підприємства, наприклад, заміни ліній подання фарби матеріалами з високоякісної неіржавної сталі.

Також можуть виникати проблеми, пов'язані з корозією, у печах та витяжних каналах.

Повідомляється про підвищене блокування розпилювального обладнання в процесі нанесення покриття на деревні поверхні. Невідомо, чи ця проблема пов'язана з процесом, чи її можна вирішити шляхом навчання та адаптування.

У разі використання фарб на водній основі зазвичай необхідно виконувати такі вимоги:

- температура навколишнього середовища має бути від 18 °C до 28 °C;
- температура поверхні виробів не має бути нижче 15 °C;
- оптимальна обробка здійснюється за вологості повітря від 55 °C до 75 °C;
- фарби водній основі не можна зберігати за температури нижче 0 °C (пошкодження від морозу);
- належний потік повітря навколо поверхні.

Оскільки фарби на водній основі мають меншу ефективність нанесення, споживання фарби може збільшитись. Проте на практиці зниження ефективності перенесення дійсно для нанесення за допомогою електростатичних чаш із високою швидкістю обертання, якщо використовується зовнішнє зарядження (максимум на 5% менше). Зниження ефективності перенесення може відбуватись у процесі ручного електростатичного нанесення, де напруга обмежена з міркувань безпеки. Альтернативні технології (внутрішнє зарядження) доступні та широко використовуються. Оскільки покриття на водній основі переважно використовуються на нових або модернізованих установках, ефективність зазвичай підвищується завдяки кращій продуктивності обладнання та, можливо, вищим показникам «з першого разу на належному рівні». Дані щодо застосування в автомобільній промисловості демонструють порівнянню ефективність перенесення із системами на основі розчинників.

У порівнянні з органічними розчинниками, вода вимагає вищої енергії випаровування. Отже, можна очікувати, що потреба в енергії для сушіння фарби на водній основі буде вища, якщо повинна бути досягнута та ж швидкість сушіння, що і для фарб на основі розчинників. Проте в порівнянні з розпиленням, адаптацією камер для фарбування розпиленням до навколишніх умов, нагріванням основ, втратами в печі тощо, потреба в енергії для випаровування летких сполук становить лише близько 1% для багатьох промислових процесів. Вода замість органічних розчинників має незначний вплив на загальну енергію процесу. Потреба в додатковій енергії суттєва лише для сушіння в умовах навколишнього середовища й у випадку процесів «wet-on-wet».

У системах на водній основі зазвичай використовуються аміни для стабілізації рН. Одна компанія зіштовхнулася із серйозними проблемами, пов'язаними із захистом робітників, через використання цих амінів.

Системи на водній основі можуть створювати труднощі в операціях очищення обладнання для нанесення покриттів, вимагаючи більш потужних очищувальних засобів, ніж ті, які використовуються для покриттів на основі розчинників.

### Клейкі речовини

Клейкі речовини на водній основі усувають відповідні викиди розчинників.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

#### Фарби та друкарські фарби

Через вміст розчинника близько 10–35% і високої річної концентрації потрібно очищення відхідних газів. Для термічного очищення газів може знадобитися додатковий природний газ для досягнення бажаних рівнів викидів.

У стічних водах може бути підвищене БСК і ХСК, а також більше речовин, як-от біоциди, оловоорганічні каталізатори та аміак, які необхідно обробляти відповідним чином.

Відходи на основі розчинників та на водній основі треба розділяти для подальшої переробки або утилізації. Хімічні речовини на водній основі важче видалити зі стічних вод [АСЕА коментар №312 у [212, TWG 2018]].

Характер відходів відрізнятиметься від відходів, що утворюються в процесах із використанням матеріалів на основі розчинника. Хоча вони не обов'язково будуть значно кращі або гірші, менші або більші за кількістю, ніж у процесах на основі розчинників, осад, ймовірно, міститиме більше залишків на основі оливи або вуглеводнів, ніж залишків на основі розчинників [АСЕА коментар №313 у [212, TWG 2018]].

### Клейкі речовини

Для сушіння потрібно більше енергії.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

#### Фарби

Фарби на водній основі доступні на ринку вже багато років і широко використовуються. Завдяки постійному розвитку цих матеріалів сфера їхнього застосування неухильно розширюється.

Вони широко застосовуються в галузі нанесення покриттів на транспортні засоби, хоча вони не використовуються для нанесення прозорого покриття. У галузі нанесення покриття на вантажні та комерційні транспортні засоби вони зазвичай застосовуються для катафоретичного покриття зануренням, ґрунтовки/заповнювача й у базових покриттях для комерційних транспортних засобів, кабін і шасі вантажних автомобілів, а також для осей. У галузі нанесення покриття на автобуси в деяких випадках використовуються фарби на водній основі (катафоретичне покриття зануренням та захисне покриття низу кузова). Проте основним потенційним обмеженням використання технологій фарбування на водній основі є необхідний розмір зводу. Лінія нанесення покриття на транспортні засоби збільшується приблизно на 30% для впровадження фарб на водній основі, і деякі об'єкти фізично не можуть відповідати цим вимогам.

У нанесенні покриття на пластмасові вироби системи покриттів на водній основі зазвичай застосовуються для першого шару, базового шару й іноді для прозорого шару покриття.

У нанесенні покриття на потяги двокомпонентні фарби на водній основі без вмісту хромату на основі епоксидної смоли застосовуються для першого шару, ґрунтовки/заповнювача, а іноді й для верхніх покриттів. Фарби на водній основі також застосовуються для захисту низу кузова.

У галузі нанесення покриття на сільськогосподарське та будівельне обладнання вони зазвичай застосовуються в катафоретичному покритті зануренням, а також в одношарових верхніх покриттях.

У галузі нанесення покриття на кораблі та яхти, хоча фарби на водній основі доступні для кількох галузей застосувань, вони використовуються лише в обмеженій кількості. Для нанесення фарб на водній основі використовується безповітряне розпилення або валок, а не електростатична чаша із високою швидкістю обертання.

У галузі нанесення покриття на рулонний метал, якщо використовуються покриття на водній основі, застосування переважно обмежується ґрунтовками та основними шарами (див. також Розділ 6.4.2.4).

У галузі нанесення покриття на металеву упаковку використовують фарби на водній основі; проте вони містять до 38% органічних розчинників. Для покриття зовнішньої поверхні бочки використовують покриття на водній основі з вмістом органічних розчинників < 10%.

У галузі нанесення покриття на деревні поверхні на деякі пласкі деталі меблів перед збиранням зазвичай наносять двокомпонентні фарби на водній основі та фарби на водній основі УФ-затвердіння. Проте існують технічні обмеження, як-от набухання волокна, залежно від основи. У випадку переходу на продукти на водній основі збільшується загальний обсяг виробів, що підлягають сушінню, оскільки потрібно більше етапів фарбування та сушіння з додатковим проміжним шліфуванням та поліруванням. Як шліфування, так і додаткове сушіння призводять до збільшення споживання енергії та сировини, а також збільшення обсягу роботи. Як альтернатива можуть бути впроваджені інші типи систем сушіння. Вони можуть потребувати нових розробок та збільшати витрати. Оздоблення зібраних меблів неможливе фарбами УФ-затвердіння.

Для виробництва клейких стрічок на нових та наявних заводах застосовуються клейкі речовини на водній основі. Вони придатні для виробництва діапазону пакувальних та маскувальних стрічок нижчої якості, а також для двосторонніх стрічок.

#### **Економічні аспекти**

Системи покриття на водній основі не призводять до значного збільшення вартості у використанні. Заміна обладнання альтернативами з неіржавної сталі для боротьби з корозією зазвичай є дорожчою.

Витрати на заміну наявних автоматизованих ліній фарбування в деяких випадках можуть бути дуже високими. Модернізація зазвичай здійснюється наприкінці технічного строку служби наявної установки. Там, де фарбування наноситься вручну, витрати на модернізацію менші, але все ж таки значні й залежатимуть від співвідношення ручного та автоматичного обладнання.

Об'єкти можуть потенційно економити на вимогах до спеціалізованого обладнання, пов'язаного з використанням розчинників.

#### **Стимул до впровадження**

Скорочення викидів ЛОС, хоча зазначається, що технологія може мати додаткову потребу в енергії, що призводять до додаткових викидів CO<sub>2</sub>.

#### **Приклади заводів**

Широко використовується.

#### **Довідкова література**

[\[ 2, IFARE et al. 2002 \]](#) [\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 6, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 11, InfoMil 2003 \]](#)  
[\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 116, ESIG 2005 \]](#) [\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 96, Presti 2005 \]](#)  
[\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### **17.7.2.3 Друкарські фарби / покриття / фарби / лаки та клейкі речовини, що твердіють за допомогою випромінювання**

#### **Опис**

Використання рідких друкарських фарб, покриттів, фарб, лаків та клейких речовин, придатних для затвердіння шляхом активації певних хімічних груп УФ- або ІЧ-випромінюванням або швидкими електронами без нагрівання та без викиду ЛОС.

#### **Технічний опис**

Покриття, що твердіють за допомогою випромінювання, у процесі затвердіння покладаються на активацію певних хімічних груп УФ- або ІЧ-випромінюванням (див. Розділ 17.8.5.1) або швидкими електронами (див. Розділ 17.8.5). Цю властивість можна зустріти як у смолах, так і в рідких розчинниках, тому можна виробляти рідкі системи покриттів, які твердіють без нагрівання і викиду ЛОС. Як альтернатива аналогічна хімічна функція може бути надана покриттю на водній основі або навіть твердим (порошковим) покриттям. До базових смол належать епоксидна, поліефірна, поліуретанова, але всі мають

функціональність акрилової або вінілової. Реакція затвердіння ініціюється безпосередньо випромінюванням електронного пучка (ЕП) або ультрафіолетовим (УФ) випромінюванням за допомогою доданого фотоініціатора.

Склад покриттів, що твердіють за допомогою випромінювання

[ 216, Kopeliovich D. 2018 ]

Покриття, що твердіють за допомогою випромінювання, складається з таких компонентів:

- Олігомери (преполімер) – реакційноздатні речовини відносно низької молекулярної маси (проміжні між мономером та полімером), здатні до подальшої полімеризації. Затверділі (полімеризовані) олігомери визначають основні властивості покриття, що твердіє за допомогою випромінювання (адгезія до основи, міцність, гнучкість, захист від корозії). Функція олігомерів аналогічна функції в'язучих речовин у фарбах на основі розчинників та фарбах на водній основі. У покриттях, що твердіють за допомогою випромінювання, використовуються такі олігомери:
  - o епоксиакрилат (найпоширеніший олігомер);
  - o уретанакрилат;
  - o складний полієфір акрилат;
  - o простий полієфір акрилат;
  - o акрил-акрилат;
  - o силіконакрилат.
- Мономери – низькомолекулярні речовини, що знижують в'язкість покриттів, що твердіють за допомогою випромінювання. Мономери діють аналогічно розчинникам у фарбах на основі розчинників. Якщо зниження в'язкості є єдиною функцією мономера, його називають монофункціональним мономером (наприклад, ізоборнілакрилат). Багатофункціональні (ді-, три-, тетра- тощо) мономери виконують також інші функції, наприклад, залучені у формуванні полімерної сітки, беручи участь у зшиванні олігомерів під час затвердіння за допомогою випромінювання.
- Фотоініціатори поглинають світло (УФ або видиме) та ініціюють реакції зшивання. Механізм ініціювання запускається утворенням або вільних радикалів (у системах радикальної полімеризації), або катіонів (в системах катіонної фотоініціації). Фотоініціатори додають у концентраціях 1–20%.
- Добавки використовуються для модифікації та покращення різних функцій покриттів, що твердіють за допомогою випромінювання: пігменти, заповнювачі для регулювання в'язкості, змочувальні засоби, антивспінювачі та інші добавки для фарб.

Для більш детальної інформації про:

- затвердіння за допомогою УФ (ультрафіолетового) випромінювання: див. Розділ 17.8.5.4;
- клейкі речовини УФ-затвердіння: див. Розділ 7.4.1.3;
- затвердіння за допомогою інфрачервоного випромінювання: див. Розділ 17.8.5.1;
- ЕП (електронно-променево) затвердіння: див. Розділ 17.8.5.5.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

- Фарби, що твердіють за допомогою випромінювання, на водній основі та без вмісту розчинників не утворюють стічних вод або викидів ЛОС.
- Низьке споживання енергії
- Низка пожежонебезпечність.
- Висока продуктивність.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Фарби із затвердінням УФ-випромінюванням можна наносити кількома способами, як-от пензель, валок, лиття, розпилення та вакуумне покриття.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Покриття, що твердіють за допомогою випромінювання, широко застосовується на деревних та пластмасових основах, але рідше використовується на металах.

У галузі нанесення покриття на металеву упаковку покриття УФ-затвердіння широко застосовуються у виробництві збірних банок із трьох деталей для широкого спектра продуктів: аерозолів, банок для харчових продуктів, контейнерів загального призначення, кришок і ковпачків. УФ-лаки також використовуються для аерозолів, банок для харчових продуктів та деяких інших загальних ліній, переважно для зовнішньої сторони банок, оскільки існують обмеження щодо контакту з харчовими продуктами. Проте він не застосовується у виробництві банок DWI та алюмінієвих туб.

У галузі нанесення покриття на пластмасові вироби покриття УФ-затвердіння застосовуються у вигляді прозорих шарів покриття, наприклад, на ковпаках коліс.

У галузі нанесення покриття на меблі та деревину покриття УФ-затвердіння на водній основі зазвичай застосовуються в деяких покриттях для меблів та деревини. Зазвичай вони використовуються, коли пласкі панелі можуть бути покриті окремо, і покриття виконується до збирання меблів.

Покриття УФ-затвердіння наразі не застосовуються в автомобільній промисловості (за винятком автомобільних пластмасових деталей), у галузі нанесення покриттів на повітряні судна, кораблі, потяги, сільськогосподарське та будівельне обладнання, а також на рулонний метал (див. також Розділ 19.4.1).

### Економічні аспекти

Вартість залежатиме від специфікацій, кількості та постачальника. Наприклад, вартість УФ-фарб на водній основі (близько 50% твердих частинок) становить близько 6,50 євро за кг, що більше, ніж вартість звичайних фарб (наприклад, двокомпонентна поліуретанова фарба коштує 4,35 євро за кг) (дані за 2006 рік). Проте в разі використання чистих фарб УФ-затвердіння (які на 100% складаються з твердих речовин) загальні витрати на м<sup>2</sup> будуть нижчими, оскільки за високого вмісту твердих частинок досягається вища ефективність, і принаймні 50% надлишків розпилення може бути використано повторно.

Орієнтовна вартість за кг порошкової фарби УФ-затвердіння перебуває в діапазоні 3,01–5,38 євро (дані за 2006 р.).

Інвестиційні витрати на нову установку нанесення порошкового покриття з УФ-затвердінням становлять близько 875 000 євро, у тому числі близько 275 000 євро на камеру для нанесення та сушильну установку та 600 000 євро на автоматизацію, накопичувальні ємності, систему транспортування тощо (дані за 2006 р.). Експлуатаційні витрати більш-менш такі самі, як і для звичайних наявних установок для нанесення покриття на основі розчинників.

### Приклади заводів

Нанесення покриття на пластмасові поверхні: Завод 128.

Металева упаковка: Заводи №112, №121, №122, №123, №116, №118, №119, №114, №111, №120

(використовуються лише друкарські фарби з УФ-затвердінням для друку), №117 та №124 [ 155, TWG 2016 ].

### Довідкова література

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 27, VITO 2003 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 105, CEPF 2006 ]

[ 155, TWG 2016 ] [ 216, Kopeliovich D. 2018 ]

## 17.7.2.4 Двокомпонентні клейкі речовини без вмісту розчинників

### Опис

Двокомпонентні клейкі матеріали без вмісту розчинників, де перший компонент діє як смола, а другий компонент діє як отверджувач. Див. також Розділ 12.4.2.7.

## 17.7.2.5 Термоклей

Див. Розділ 7.4.1.1.



### 17.7.2.6 Порошкові покриття

#### Опис

Використання покриття без вмісту розчинників, яке наноситься у вигляді дрібнодисперсного порошку і твердіє в термічних печах.

#### Технічний опис

Порошкові покриття є матеріали без вмісту розчинників, що складаються з порошку з розміром частинок у діапазоні 25–60 мкм. У Розділі 17.7.2.3 описана розробка порошкових покриттів, що твердіють за допомогою випромінювання, але більшість порошкових покриттів твердіють у звичайних високотемпературних печах.

Основними плівкоутворювальними речовинами є поліефірні або епоксидні смоли. Частинки порошку зазвичай наносять за допомогою електростатичного заряду у фарборозпилювачах або камері для фарбування порошковими матеріалами в хмарі заряджених частинок, а потім притягуються до заземленої основи.

Для затвердіння матеріал нагрівають конвективній печі, де він плавиться і зливається в плівку.

Проте існують і такі недоліки:

- Важко контролювати товщину плівки (див. Екологічна ефективність та інформація про функціонування нижче). Наприклад, в автомобільній промисловості утворюватиметься більша товщина шару (приблизно 65 мкм), ніж необхідно, що призводить до більшого споживання фарби; проте сьогодні все частіше можна отримати тонкіші шари (приблизно 55–60 мкм).
- Необхідні вищі температури затвердіння (приблизно 140–200 °С), і через це технологія не може застосовуватися до всіх основ. Проте дедалі доступнішими стають низькотемпературні порошкові покриття, які твердіють за температури близько 60–100 °С.
- Умови застосування суворо визначені (температура, вологість).
- Ручне нанесення можливе лише в разі дотримання певних правил техніки безпеки (для пилу, електростатичної напруги).

#### Досягнуті екологічні переваги

Викиди ЛОС усунені або значно скорочені.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Товщина плівки в порошкових покриттях не є простим питанням. Можливий діапазон товщини плівки, що наноситься, обмежений гранулометричним складом порошку, а також швидкістю нанесення та умовами затвердіння. Отже, технічно можливо нанести шар товщиною до 5 мкм, але порошок має бути дуже тонко подрібнений і чітко контролюватись. Це може збільшити відповідну вартість. Крім того, ці дуже дрібнодисперсні порошки мають погану сипкість та властивості перенесення, тому їх важко наносити. Порошкові покриття, які можна наносити товщиною 30 мкм, безумовно, доступні для деяких кінцевих галузей застосування. З іншого боку, дуже товсті покриття можна наносити шляхом спікання порошку, але обмеженням тут є час, необхідний для розплавлення, текучості та зливання порошку за допомогою переданого тепла. Якщо композиція є термореактивною (теплове затвердіння), поверхня може затвердіти ще до того, як станеться повне розплавлення та зливання, утримуючи бульбашки повітря всередині плівки. Якщо цього не вимагає конкретне кінцеве застосування, товщина плівки більше ніж 90 мкм є незвичайною, суто з економічних міркувань.

#### Екологічна ефективність і інформація про функціонування

Системи порошкового покриття мають такі позитивні властивості:

- майже немає викидів розчинників;

- існує потенціал зниження споживання газу, оскільки окиснення вихлопних газів може більше не знадобитися;
- не потрібна вода для вбирання частинок лаку в камері для фарбування;
- стічні води не утворюються, тому немає потреби в очищенні та використанні добавок (як-от коагулянтів);
- низьке утворення відходів у разі використання можливості переробки фарби;
- переробка фарби технічно можлива (до 95%) та необхідна з економічних міркувань;
- висока ефективність нанесення, до 100%;
- інструменти для нанесення та цілі камери можна очищати за допомогою вакуумного очищення або продування стисненим повітрям; отже, так можна зекономити ресурси та запобігти викидам розчинників.
- висока частка циркулювального повітря в камері фарбування призводить до скорочення споживання енергії.

Можливі професійні ризики для здоров'я через, наприклад, використання мутагенних речовин, як-от тригліцидилізоціанурат (TGIC).

Можливі потенційні небезпеки електростатичного розряду.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Обмеження за товщиною плівки можуть збільшити кількість використовуваних матеріалів покриття. Розвиток продуктів реакції може спричинити виділення запаху в печі для затвердіння під час сплавлення й реакції порошку, що в будь-якому разі може вимагати постійного використання методу усунення забруднення довкілля.

Необхідні високі температури затвердіння. Проте затвердіння за допомогою комбінації технологій інфрачервоного випромінювання та циркуляції повітря має більшу енергоефективність у порівнянні зі звичайними технологіями затвердіння.

Під час затвердіння можуть викидатися невеликі кількості ЛОС через хімічну реакцію.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

У декількох секторах нанесення порошкових покриттів є технологією, що вже добре себе зарекомендувала. Що стосується екологічних переваг, існують можливості для автоматизації та хорошої рентабельності завдяки можливості переробки надлишку розпилення, а використання порошкових покриттів постійно зростає. Порошкові покриття вимагають технологій електростатичного нанесення, і тому насамперед придатні для металу.

В автомобільній промисловості порошкові фарби не використовуються в Європі для нанесення покриття на легкові автомобілі та фургони, а використовуються лише деякими виробниками для фарбування CV-кабін та шасі (див. також Розділ 2.4.3.2). Наразі через експлуатаційні проблеми, пов'язані зі зміною процесу (такі як підтримання правильних кольорів та оздоблення), система порошкового покриття не відповідає специфікаціям щодо якості більшості європейських виробників.

Наразі вони не застосовуються для покриття повітряних суден, кораблів або потягів. Вони застосовуються в процесі нанесення покриття на компоненти транспортних засобів (як описано в Главі 3 з нанесення покриття на пластмасові та інші металеві поверхні). У нанесенні покриття на пластмасові поверхні вони наразі застосовуються лише невеликими партіями в покритті дрібних деталей, як-от компонентів із металу та пластмас для автомобільних радіаторів. Причина, через яку ці технології не застосовуються для покриття повітряних суден і кораблів, полягає в тому, що необхідний етап примусового сушіння, і тому в цих галузях її можна застосовувати лише до компонентів, достатньо малих, щоб їх можна було вмістити.

Ця технологія готова до серійного виробництва сільськогосподарського та будівельного обладнання.

У галузі нанесення покриття на рулонний метал порошкове покриття використовується лише обмежено через труднощі, пов'язані зі швидкістю та контролем. Ця технологія особливо часто використовується в продукції для будівельного сектору, наприклад, для плоских панелей, віконних рам, санітарних кабін та в галузі обробки листового металу.

У галузі нанесення покриття на металеву упаковку порошкове покриття може наноситися на зварний шов збірних банок із трьох деталей. Проте його не можна наносити на покриття банок DWI.

У галузі фарбування меблів та деревини воно наразі успішно наноситься тільки на МДФ.

#### Економічні аспекти

Вартість залежатиме від специфікацій, кількості та постачальника. Наразі ціна на системи порошкового покриття досі вища, ніж на звичайні системи покриття. Ціна за кг була в діапазоні 3,01–5,38 євро (дані за 2006 рік).

Капітальні витрати на обладнання та експлуатаційні витрати для лінії порошкового покриття менші, ніж для звичайних ліній рідкого покриття<sup>89</sup>.

Модернізація звичайної установки для нанесення покриття на основі розчинника установкою для порошкового покриття вимагає лише заміни систем нанесення фарби; печі, можливо, не потрібно буде міняти. Проте в автомобільній промисловості порошкові покриття вимагають абсолютно нових камер фарбування розпиленням, систем подання та печей для затвердіння.

#### Стимул до впровадження

Усунення розчинників.

#### Приклади заводів

У секторі нанесення покриття на рулонний метал у Європі є кілька установок для нанесення порошкового покриття на всю ширину для алюмінієвих та сталевих рулонів.

#### Довідкова література

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)  
[\[ 105, CEPE 2006 \]](#) [\[ 116, ESIG 2005 \]](#) [\[ 42, Envirowise 2003 \]](#) [\[ 43, Envirowise 1998 \]](#)  
[\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### 17.7.2.7 Матеріали з попередньо нанесеним покриттям

#### Опис

Використання матеріалів, на які наноситься покриття перед різанням та/або формуванням та/або збиранням. Хоча ця технологія широко застосовується, вона не пов'язана з екологічною ефективністю заводу, оскільки переважно належить до «зовнішніх» викидів.

#### Технічний опис

Матеріали з попередньо нанесеним покриттям можна використовувати в збиранні продуктів, скорочуючи кількість фарбових покриттів або усуваючи необхідність у фарбуванні. У випадку нанесення покриття на основи стабільних розмірів, як-от метали за технологією койлкоутінгу, деревина або деревноволокнисті плити тощо, покриття можуть наноситися з використанням технологій, які складніше застосувати до зібраних продуктів або частин продукту, але які є більш екологічно вигідними. (Див. Розділ 17.7.3).

#### Досягнуті екологічні переваги

- Значне зниження викидів ЛОС, коли операції розпилення замінюється на застосування матеріалів, покритих за технологією койлкоутінгу.
- Ефективніше використання матеріалів.

<sup>89</sup> Розвиток процесу нанесення покриття на кузов автомобіля — Огляд, Покриття 2016, 6, 24.

- Ефективніше сушіння та затвердіння.
- Ефективніше вловлювання та знищення викидів під час нанесення покриття на рулонний метал, оскільки нанесення покриттів і видалення відхідних газів для безперервної пласкої поверхні є легшим та ефективнішим, ніж для покриття компонентів і корпусів складної форми.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Матеріали з попередньо нанесеним покриттям виготовляються в галузі нанесення покриття на рулонний метал, див. Главу 6.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Викиди передаються на установку нанесення покриття на рулонний метал; проте вони скорочуються (див. Досягнуті екологічні переваги вище).

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Метал, покритий за технологією койлкоутінгу зазвичай, постачається готовим з оздоблювальним покриттям, але також може постачатися в ґрунтовці, готовій для нанесення наступного шару(-ів). Він використовується для все більшої кількості галузей, у тому числі для: будівельних матеріалів, електроприладів (біла побутова техніка), автомобільної промисловості, автопричепів та пересувних будинків на колесах, металевих шаф тощо.

У галузі нанесення покриття на потяги матеріали з покриттям за технологією койлкоутінгу все частіше використовуються для виробництва вантажних вагонів.

У сільськогосподарському та будівельному обладнанні деякі виробники наносять електропокриття та верхнє покриття перед збиранням; у цьому випадку можливо використовувати матеріали з покриттям за технологією койлкоутінгу.

У галузі нанесення покриття на металеву упаковку матеріали з покриттям за технологією койлкоутінгу зазвичай використовуються для виробництва збірних банок із трьох деталей.

#### **Економічні аспекти**

Скорочення виробничих операцій та концентрація на основному виді діяльності.

#### **Стимул до впровадження**

Скорочення викидів на робочому місці та в довкілля.

#### **Приклади заводів**

Широко застосовується для металевої упаковки та нанесення покриття на рулонний метал.

#### **Довідкова література**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)

### **17.7.2.8 Нанесення ламінувальної плівки на стрічковий або рулонний метал**

#### **Опис**

Використання полімерних плівок, нанесених на рулонний метал або стрічку для надання естетичних або функціональних властивостей, що зменшує кількість необхідних шарів покриття.

Детальну інформацію про застосування для нанесення покриття на рулонний метал див. у Розділі 6.4.2.6. Також застосовується для покриття пластмасових та інших металевих поверхонь, покриття та друку на металевій упаковці, флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку, покриття повітряних суден, деревних поверхонь, текстилю, фольги та паперу, а також у виробництві клейкої стрічки.

### 17.7.3 Процеси та обладнання для нанесення фарби

До процесів із високою ефективністю нанесення належать заповнення, валкове нанесення, заливання, занурення, лиття та вакуумне покриття. Ці процеси утворюють менше надлишку, ніж від розпилення, але не є універсальними. Існує два процеси занурення: звичайне та з електроосадженням.

Розпилення може бути або не бути електростатичним. У процесі електростатичного розпилення між виробом та фарборозпилювачем створюється електричне поле. У цьому випадку досягаються такі переваги з погляду захисту довкілля та ефективності покриття:

- менше споживання матеріалу, менші викиди, менша кількість осаду фарби та менше забруднення зон фарбування (менше очищення);
- покращені можливості автоматизації процесів фарбування, швидше нанесення покриття та, як наслідок, вища продуктивність.
- менше споживання повітря (менша потреба в енергії).

Недоліками електростатичного розпилення є ризик утворення напливів по краях та товщина шару надто глибоко в порожнинах та внутрішніх сторонах країв через концентрацію фарбових матеріалів у цих зонах. Використовується кілька засобів електростатичного розпилення, описаних у подальших розділах. Крім того, можуть висуватися особливі вимоги до якості, що досягається, геометрії, фарбових матеріалів, електропровідності (наприклад, що впливає на можливість повторного нанесення покриття на поверхні) і безпеки на робочому місці у зв'язку з використовуваними високими напругами.

Попри все ширше використання технологій електростатичного нанесення, розпилення без електростатичного заряджання досі широко використовується для різних галузей застосувань, і традиційні системи ручного розпилення можуть бути більш доцільними за деяких обставин, наприклад, для підприємств дрібносерійного виробництва. У порівнянні з електростатичними процесами інвестиції значно менші. Також немає особливих вимог щодо геометрії, фарбових матеріалів, електропровідності та безпеки на робочому місці. Недоліками цих технологій нанесення є низька ефективність. Отже, було розроблено кілька технологій для мінімізації надмірного розпилення, і їхня ефективність можна порівняти з електростатичними процесами [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#).

Зазначається, що, як правило вибір технологій нанесення може бути обмежений на заводах із низькою потужністю та/або великим спектром продукції, а також типом і формою основи, вимогами до якості продукту та необхідністю забезпечення взаємної сумісності використовуваних матеріалів, технологій нанесення покриттів, сушіння/затвердіння та систем очищення відхідних газів.

Технології нанесення покриттів представлені в такому порядку:

- технології нанесення без розпилення (Розділи 17.7.3.1, 17.7.3.2, 17.7.3.3, 17.7.3.4, 0,17.7.3.6, 17.7.3.7);
- технології розпилення (Розділи 17.7.3.8, 17.7.3.9, 17.7.3.10, 17.7.3.11, 17.7.3.12, 17.7.3.13; інформацію про технологію «розпилення, гумового валика і промивання» див. у Розділі 17.7.3.14).

Автоматизація нанесення описана в Розділі 17.2.5.

#### 17.7.3.1 Валкове нанесення

##### Опис

Нанесення в машині, де валки використовуються для перенесення або дозування рідкого покриття або друкарської фарби з фарбового апарату на стрічку, що рухається.

##### Технічний опис

Нанесення здійснюється валками, що обертаються, з покриттям із гуми або губчастої гуми; можливе також двостороннє нанесення покриття. Вагу матеріалу можна регулювати шляхом зміни відстані між валками. Якщо виріб та валок рухаються в одному напрямку, можна наносити лише шари завтовшки до 12 мкм

та використовувати тільки матеріали покриття з певною в'язкістю. Ці проблеми не виникають під час зворотного нанесення покриття, коли валик обертається в напрямку, зворотному до руху виробу. Див. також Розділ 6.4.3.3 та Рисунок 6.18.

Також можна встановити ракель (див. Розділ 17.7.3.2) для регулювання товщини друкарської фарби/покриття біля притискного або дозувального валка.

Зокрема, зворотне покриття використовується для нанесення на деревину заповнювачів. В автоматизованих процесах заповнювач наноситься за допомогою валків у пристроях для зворотного нанесення покриттів, а надлишки матеріалу стираються. Після затвердіння необхідна абразивна обробка для отримання гладкої поверхні.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Залежно від виробу та умов обробки може бути досягнута ефективність використання матеріалу близько 90–100%.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Див. Розділ 6.4.3.3.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Див. Розділ 6.4.3.3.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується тільки до плоских основ.

Валкове нанесення покриття особливо застосовується для одно- та двокомпонентних матеріалів, а також матеріалів полімеризації з високою в'язкістю або зі 100% вмістом твердих речовин.

У процесі нанесення покриття на металеву упаковку валкові пристрої для нанесення покриття зазвичай використовуються для нанесення зовнішнього покриття на банки. У виробництві збірних банок із трьох деталей валкові пристрої для нанесення покриття використовуються виключно для фарбування листів, і «бічні смуги» також можуть наноситися за допомогою валків. У виробництві екструдованих алюмінієвих туб валкові пристрої для нанесення покриття використовуються виключно для нанесення базового покриття.

Технологія широко застосовується в нанесенні покриття на рулонний метал, див. Розділ 6.4.3.3.

У процесі нанесення покриття на деревні поверхні валкове нанесення застосовується переважно для плоских виробів, таких як панелі (плити) з деревних композитних матеріалів, але можуть оброблятися також для дещо вигнуті вироби, такі як дерев'яні панелі. Для більш вигнутих поверхонь заповнювачі наносяться за допомогою ручного обладнання, як-от шпателі.

Ця технологія також використовується в суднобудуванні та судноплавстві для нанесення покриття на рибальські сітки.

### **Економічні аспекти**

Легкий шпаклювальний верстат для галузі нанесення покриття на дерево та меблі з робочою шириною 1,3 метра та встановленим електричним навантаженням 5,5 кВт коштував 55 000 євро у 2000 році. В іншому прикладі валок із губчастої гуми з робочою шириною 1,3 метра та електричним навантаженням 3 кВт коштував близько 26 000 євро. Машина з двома валиками (подвійна система) з такою самою робочою шириною та електричним навантаженням 6 кВт коштувала 52 000 євро. Обидва приклади з 2000 року.

### **Стимул до впровадження**

Дуже висока ефективність перенесення та, отже, мінімальний рівень утворення відходів матеріалів.

### **Приклади заводів**

Переважно на заводах із нанесення покриття на рулонний метал, деревину та металеву упаковку.

**Довідкова література**

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 155, TWG 2016 ]

**17.7.3.2 Ракель над валиком****Опис**

Покриття наноситься на основу через зазор між ракелем і валиком. У міру проходження покриття та основи надлишки зішкрябаються.

**Технічний опис**

Ракель (ніж) видаляє надлишки друкарської фарби/фарби та дає змогу перенести на основу лише необхідну масу (товщину).

Цей процес ґрунтується на нанесенні покриття на основу, яка потім проходить через «зазор» між «ножем» і опорним валком. У міру проходження покриття та основи надлишки зішкрябаються.

**Досягнуті екологічні переваги**

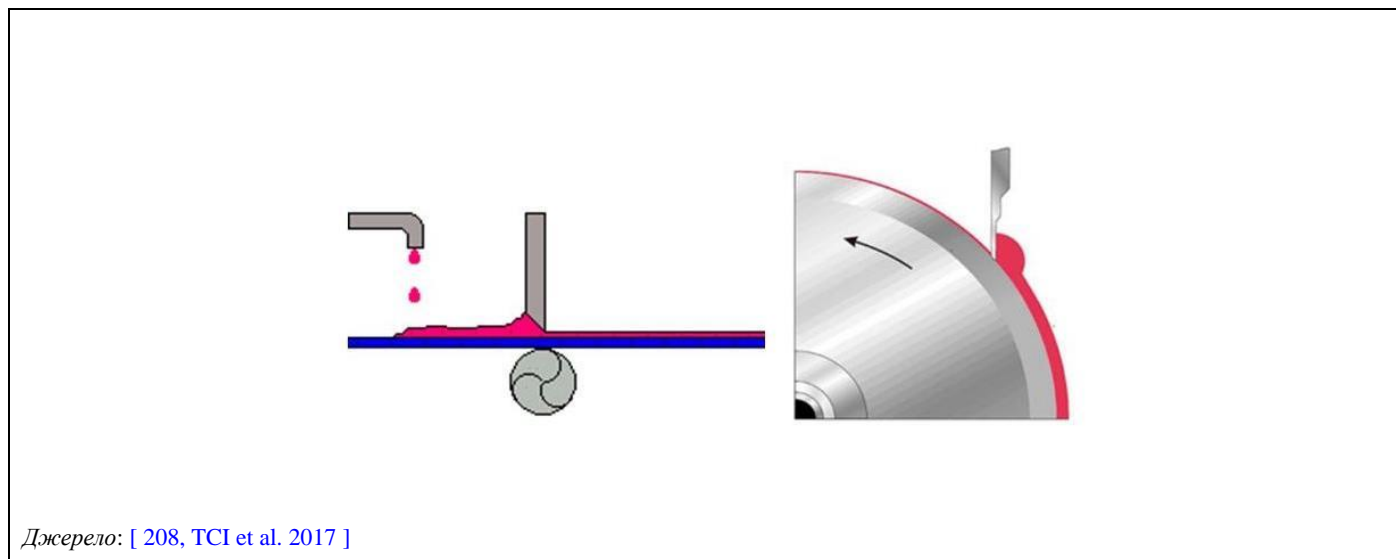
Низький рівень споживання сировини.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Цей процес можна використовувати для покриттів із високою в'язкістю та покриттів із дуже великою вагою, таких як пластизолі та гумові покриття. Існують різні варіанти цього відносно простого процесу.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.



**Рисунок 17.8: Ракель**

**Приклади заводів**

Широко застосовується для флексографічного друку та нанесення покриття на тканини, фольгу та папір.

**Довідкова література**

[ 208, TCI et al. 2017 ]

### 17.7.3.3 Нанесення покриттів на рулони за технологією «без промивання» («висихання на місці»)

#### Опис

Нанесення конверсійних покриттів, що не потребують додаткового промивання водою, за допомогою валкового пристрою для нанесення покриттів (хімкоутера) або гумових валків.

Див. також Розділ 6.4.3.2.

### 17.7.3.4 Нанесення покриття поливанням (лиття)

#### Опис

Вироби проходять через ламінарний шар покриття, що подається з напірного резервуара.

#### Технічний опис

Фарба або покриття зберігається в напірній ванні та подається у вигляді ламінарного шару, через який проходять вироби/основа. Надлишки матеріалу покриття вловлюються в резервуарі й перекачуються назад у напірний резервуар.

Переважно застосовуються лаки, що не містять розчинників, на основі поліефіру, але можуть використовуватися й інші види матеріалів покриття. За допомогою нанесення покриття поливанням можна досягти дуже рівних шарів.

#### Досягнуті екологічні переваги

До переваг належить оптимізація використання матеріалів. Залежно від виробу та умов обробки може бути досягнута ефективність використання матеріалу близько 90–98%.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Системи нанесення покриття поливанням мають установку уловлювання та рециркуляції замкнутого циклу.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Технологія застосовна лише до плоских основ. У процесі нанесення покриття поливанням на рівні або майже рівні вироби наноситься покриття. Залежно від типу машини можна обробляти вагу нанесеного матеріалу від 40 г/м<sup>2</sup> до 500 г/м<sup>2</sup>.

Нанесення покриття поливанням переважно використовується в меблевій промисловості для покриття дверей, настінних шаф та інших панелей.

Воно також широко використовується для покриття друкованих плат (додаткову інформацію можна знайти в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ]).

У секторі металевої упаковки воно використовується для зовнішнього захисту банок для харчових продуктів. Застосовується у виробництві збірної тягнутої банки з двох деталей зі стоншеними стінками (DWI).

#### Економічні аспекти

Установка лиття для галузі нанесення покриття на дерево та меблі з робочою шириною 1,3 метра та встановленим електричним навантаженням 3 кВт коштувала 35 000 євро у 2000 році.

#### Стимул до впровадження

Вартість та екологічні переваги.

#### Довідкова література

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 27, VITO 2003 ] [ 23, COM 2006 ] [ 29, UKDEFRA 2003 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 212, TWG 2018 ]



### 17.7.3.5 Заливання

#### Опис

Вироби транспортуються через конвеєрні системи в закритий канал, який потім заповнюється матеріалом покриття через інжекторні трубки. Надлишковий матеріал збирається та використовується повторно.

У виробництві обмоткових дротів використовується подібний варіант цієї технології, коли обмоткові дроти проходять через блок нанесення емалі, де емалі подаються в надлишку, а надлишок матеріалу видаляється емальовальним волоком і передається назад у резервуар для емалі для 100%-го повторного використання.

#### Досягнуті екологічні переваги

Залежно від виробу та умов обробки може бути досягнута ефективність близько 95–99%.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

У порівнянні з нанесенням шляхом занурення втрати на випаровування вищі.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна. Цей процес особливо придатний для великих виробів із великою площею поверхні, таких як нагрівальні елементи, фарбування деталей вантажних автомобілів або сільськогосподарських машин, а також для нанесення ущільнювачів для порожнин в автомобільній промисловості.

Можна обробляти вагу нанесеного матеріалу 60–200 г/м<sup>2</sup>. Також застосовується для виробництва обмоткового дроту.

#### Приклади заводів

Усі майданчики виробництва обмоткового дроту; для інших секторів інформації надано не було.

#### Довідкова література

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 212, TWG 2018 ]

### 17.7.3.6 Покриття електроосадженням

#### Опис

Частинки фарби, дисперговані у водному розчині, осаджуються на занурені основи під дією електричного поля (електрофоретичне осадження). Це особливий тип покриття шляхом занурення.

#### Технічний опис

Це також відомо як електролітичне фарбування, електрофоретичне занурення, ел. осадження, ELPO, катафоретичне занурення тощо.

Попередньо оброблені кузови транспортних засобів електрично заряджаються під час пропускання через ванну для покриття зануренням з електроосадженням. Тверді компоненти фарби для покриття електроосадженням наносяться на кузов автомобіля за допомогою електрофоретичного процесу. Завдяки цьому процесу можна покрити всі внутрішні та зовнішні поверхні кузова автомобіля, у тому числі всі порожнини. Розрахункова площа покриття електроосадженням зазвичай становить від 70 м<sup>2</sup> до 130 м<sup>2</sup> на транспортний засіб, залежно від розміру та конструкції.

Необхідно розрізняти катодне або анодне осадження. Катодне покриття зануренням широко використовується та здатне відповідати високим вимогам якості.

Покриття зазвичай бувають на водній основі та розбавляються деіонізованою водою. Зазвичай їхню основу становить амінофункціональна модифікована епоксидна смола.

Комбінація смоли для фарби та процесу осадження створює після затвердіння дуже стійку плівку, яка робить значний внесок у захист від корозії для внутрішніх та зовнішніх поверхонь.

Вміст розчинника у фарбі для покриття електроосадженням зазвичай перебуває в діапазоні 2–4%.

За процесом нанесення покриття відбувається багатоетапне каскадне промивання для видалення частинок фарби, які не були електроосаджені. Промивний засіб очищається шляхом ультрафільтрації. Компоненти фарби, сконцентровані в утримувальному матеріалі, повертається в резервуар CDC (катодного покриття зануренням), фільтрат (вода та низькомолекулярні хімічні речовини CDC) може бути повторно використаний у циклі промивання. За необхідності фарба, що транспортується з останнього етапу промивання деіонізованою водою (ДІ), може бути відокремлена та повернута у ванну для обробки.

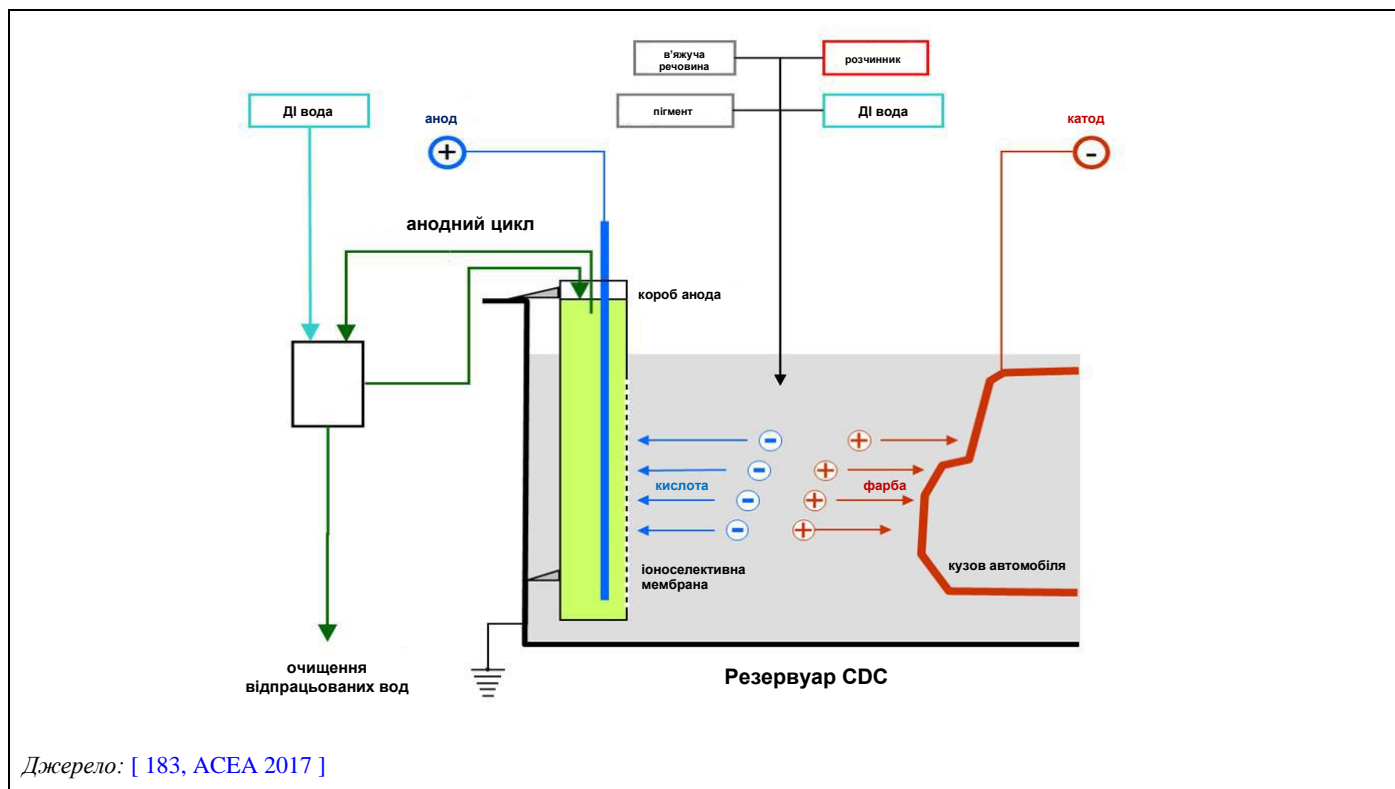


Рисунок 17.9: Процес покриття електроосадженням

#### Досягнуті екологічні переваги

З введенням двокомпонентних фарб для покриття електроосадженням (зв'язний розчин та пігментна паста) вміст розчинника можна було мінімізувати. Через низький вміст розчинника в цьому матеріалі й того факту, що матеріал не розпилюється, як під час операцій нанесення розпиленням, рівень викидів ЛОС дуже низький.

Типові викиди становлять від 2 г до 4 г ЛОС/м<sup>2</sup>, залежно від площі поверхні автомобіля, що фарбується електроосадженням. Завдяки системі боротьби з викидами відхідних газів із печі можна досягти рівня викидів нижче 1 г ЛОС/м<sup>2</sup>.

Усі покриття методом електроосадження не містять свинцю.

Дуже велика частка фарби, вилученої під час промивання, відновлюється (майже 100%) шляхом поєднання зворотного каскадного промивання з мембранним фільтруванням.

Крім низького споживання фарби утворюється невелика кількість відходів.

Катодне покриття зануренням забезпечує дуже високу ефективність нанесення.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Нанесення відбувається в спеціально побудованому приміщенні з витяжкою повітря. Кузови з покриттям методом електроосадження мають пройти через піч перед нанесенням наступних покриттів.

Нанесення покриття виконується в закритому резервуарі для обробки шляхом занурення. Напряга осаження становить від 300 В до 450 В. Під високим струмом у ванну CDC подається енергія від 5 кВт-год до 10 кВт-год на кузов транспортного засобу. Через цей процес осаження та теплоти тертя від насосів, ванна для нанесення покриття зануренням нагрівається та має охолоджуватися до  $< 30$  °С за допомогою системи охолодження фарби. Фарби для нанесення зануренням з електроосадженням постійно переміщуються в резервуарі для обробки шляхом занурення для уникнення осаження пігментів, заповнювачів та в'язучих речовин.

Існують потреби в біологічному/бактеріальному контролі стічних вод та значні вимоги до очищення стічних вод, у тому числі зберігання та очищення великих обсягів стічних вод із високим ХСК/БСК.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Технологія застосовна лише до металевих основ. Цю технологію можна використовувати для цілих кузовів транспортних засобів та металевих компонентів (а також неавтомобільних), у тому числі для внутрішніх порожнин та інших важкодоступних зон поверхні.

Наразі ця технологія занурення широко використовується, але для нанесення покриття електроосадженням (катафоретичне нанесення). Оптична якість лакового оздоблювального дуже важлива у виробництві автомобілів, тому для нанесення ґрунтовки та верхнього шару покриття використовуються лише технології розпилення.

#### **Економічні аспекти**

Оскільки нанесення покриття електроосадженням зазвичай є високоавтоматизованим і забезпечене повністю численними системами протитечійного промивання й мембранним фільтруванням для відновлення фарби, що вилучається, зазвичай це вимагає великих інвестиційних і матеріальних витрат.

#### **Стимул до впровадження**

- Низькі рівні викидів ЛОС.
- Можливість нанесення покриття на внутрішні поверхні.
- Низькі витрати на оплату праці.
- Низький вплив на безпеку на робочому місці.

#### **Приклади заводів**

Широко використовується в автомобільній промисловості; усі заводи VW; Сропу SA, Бургос, Іспанія (для компонентів).

#### **Довідкова література**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 23, COM 2006 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 127, TWG et al. 2003 \]](#)  
[\[ 128, Czech Republic 2006 \]](#) [\[ 129, ACEA 2003 \]](#) [\[ 169, VDI 2013 \]](#) [\[ 183, ACEA 2017 \]](#)  
[\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### **17.7.3.7 Коекструзія**

Детальний опис див. у Розділі 12.4.2.8.

Коекструзія застосовується для флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку, у виробництві клейкої стрічки та нанесенні покриття на деревні поверхні.

### 17.7.3.8 Комбіноване безповітряно-повітряне розпилення.

#### Опис

Повітряний потік (напряме повітря) використовується для модифікації конуса розпилення безповітряного фарборозпилювача.

#### Досягнуті екологічні переваги

Ефективність використання матеріалу для технології безповітряно-повітряного розпилення становить близько 35–70%.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Комбіноване безповітряно-повітряне розпилення зазвичай працює краще, ніж безповітряне розпилення. З належною підготовкою оператора можна досягти такої ж продуктивності, як і у звичайному розпиленні, особливо для нанесення ґрунтовок. Швидкі зміни кольору неможливі через необхідні насоси високого тиску, хоча вони не потрібні в автомобільній промисловості, оскільки безповітряне розпилення використовується для високов'язких некосметичних фарб. Використання безповітряного розпилення дає грубий профіль, який може вимагати шліфування перед подальшим нанесенням більш витончених покриттів [ACEA коментар 325 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Менше відходів утворюється через надмірне розпилення, але відходів від продування – більше. Можливо, загалом відходів дещо менше, але характер і, отже, управління відходами відрізняються. Відсутність потреби в стисненому повітрі також призводить до деякої економії енергії [ACEA коментар 324 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна. Ця технологія переважно застосовується для нанесення покриття на великі деталі або поверхні. Зазвичай застосовується для фарбування дерева та меблів. Використання комбінованого безповітряно-повітряного розпилення стає все більш поширеним в оздобленні яхт.

#### Економічні аспекти

Інвестиційні витрати, у тому числі на фарборозпилювачі, насос та інше необхідне обладнання, перебувають у діапазоні 2 600–5 200 євро (дані за 2005 р.). Додаткові витрати необхідні для навчання операторів.

В одному конкретному випадку початкові витрати на застосування цієї технології склали 2900 євро, а економія на споживанні фарби складала 3100 євро на місяць. У цьому конкретному випадку строк окупності становив менше ніж місяць (дані за 2005 р.).

#### Стимул до впровадження

Безповітряне розпилення є ефективним способом розпилення матеріалів із високою в'язкістю [ACEA коментар 326 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

#### Приклади заводів

Широко застосовується в різних секторах.

#### Довідкова література

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)  
[\[ 212, TWG 2018 \]](#)

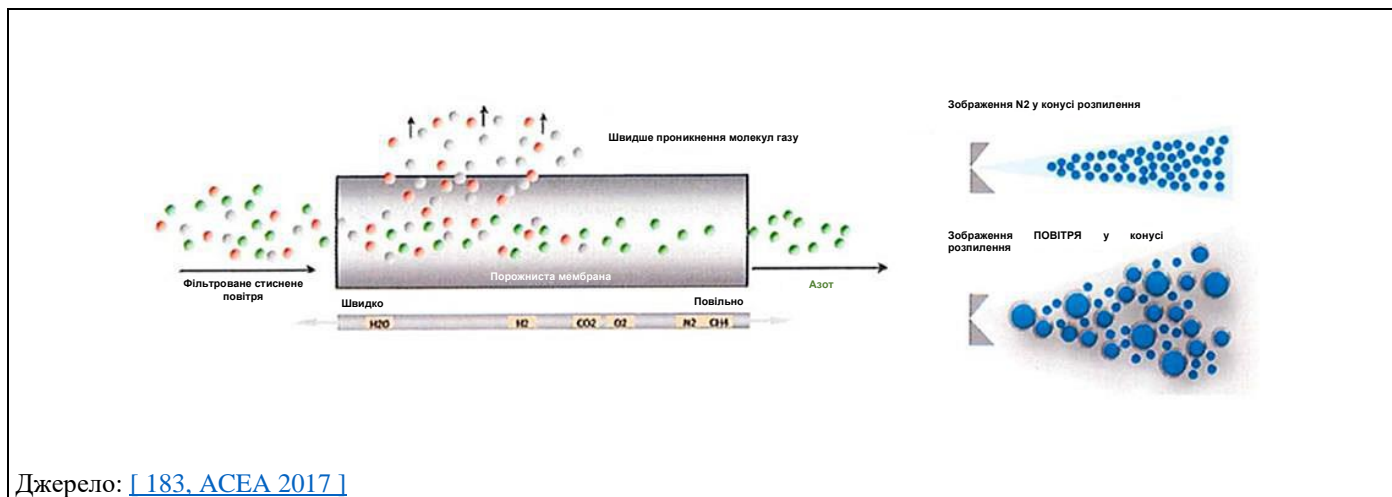
### 17.7.3.9 Пневматичне розпилення інертними газами

#### Опис

Пневматичне нанесення фарби стиснутими інертними газами (наприклад, азотом, вуглекислим газом).

#### Технічний опис

Розпилення з азотом — це метод фарбування розпиленням, який дає змогу розпиляти азот замість звичайного стисненого повітря. Автономна машина може утворювати азот безпосередньо зі стисненого повітря за допомогою полімерної мембрани («молекулярний детектор»).



Джерело: [183, ACEA 2017]

**Рисунок 17.10:(а) Виробництво азоту з використанням полімерної мембрани (б) порівняння конусних розпилювачів**

Насичене азотом повітря потім можна використовувати для розпилення фарби та формування струменя розпилення.

Молекули азоту приблизно вдвічі швидші за повітря й мають меншу турбулентність. Це пояснюється тим, що у звичайному повітрі є суміш молекул, які рухаються хаотично в порівнянні з майже чистим азотом, який рухається синхронно, див. Рисунок 17.10.

Альтернативним варіантом є використання вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ). У цьому процесі повітря замінюється на  $\text{CO}_2$ , який подається у високов'язкий фарбовий матеріал. Суміш фарби та  $\text{CO}_2$  обробляється за температури 40–70 °C та під тиском близько 100 барів. Розпилення здійснюється за допомогою технології безповітряного розпилення. Через швидке випаровування  $\text{CO}_2$  використовується чашоподібна розпилювальна завіса з нижчою швидкістю частинок фарби в порівнянні зі звичайним безповітряним розпиленням.

#### Досягнуті екологічні переваги

Технологія фарбування розпиленням з азотом призводить до частково вищої ефективності перенесення фарби. Можливе підвищення ефективності перенесення залежить від форми виробу та має розглядатися як «найкращий варіант». У випадку значно вищої ефективності перенесення це може зменшити кількість надлишкового розпилення фарби; це зменшує кількість використовуваної фарби. Через зменшення кількості використовуваної фарби також скорочуються викиди пилу та ЛОС.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Технологія забезпечує безліч переваг:

- менше надмірного розпилення/підвищена ефективність перенесення;
- покращений контроль структури;
- менший розмір сопла і, отже, тонше розпилення;
- покращений контроль температури;
- покращений контроль іонізації.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Для використання азоту не було надано жодної інформації.

У випадку використання  $\text{CO}_2$  енергія використовується на нагрівання.  $\text{CO}_2$ , що вивільняється, має ефект глобального потепління, хоча його кількість може бути незначною.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Технологія може бути незастосовною для нанесення покриття на деревні поверхні.

Розпилення  $\text{CO}_2$  застосовується в кількох секторах. Розпилення  $\text{CO}_2$  не працює з епоксидними смолами, оскільки  $\text{CO}_2$  вступає в реакцію з отверджувачем. Основа має бути термостійкою, оскільки

суміш фарби та CO<sub>2</sub> обробляється за температури 40–70 °С. Ця температура іноді надто висока для деревини (ризик появи плям).

#### **Стимул до впровадження**

Краща ефективність перенесення.

#### **Приклади заводів**

Завод №065 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 183, ACEA 2017 \]](#) [\[ 191, Nitrosystem 2017 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### **17.7.3.10 Розпилення у великому об'ємі під низьким тиском (HVLP)**

#### **Опис**

Розпилення фарби з допомогою розпилювального сопла шляхом змішування фарби з великими об'ємами повітря під низьким тиском (максимум 1,7 бара). HVLP фарборозпилювачі мають ефективність перенесення > 50%.

#### **Технічний опис**

Розпилення фарбового матеріалу здійснюється механічним способом за допомогою стисненого повітря. Для розпилення фарбовий матеріал і стиснене повітря подаються у форсунку, де фарба розпилюється у фарборозпилювачі. Повітря, що виходить, переносить частки фарби на поверхню. Під вищим тиском повітря розпилюється більше фарби, але втрати у вигляді надлишку розпилення також вищі через розсіяний повітряний потік. Якщо тиск повітря надто низький, результатом буде погана якість поверхні. Розпилення HVLP призводить до меншої кількості розпилюваних дрібних частинок фарби в порівнянні зі звичайними технологіями розпилення, оскільки застосовується знижений тиск повітря.

Концепція HVLP була розроблена у 1980-х роках з основною ідеєю досягнення ефективності перенесення 60% з обмеженням тиску розпилення до 0,7 бара. Проте цей тиск не забезпечує необхідної якості оздоблення або швидкості нанесення. Нові конструкції кришок пневмоциліндрів були розроблені для забезпечення необхідної ефективності перенесення, а також необхідної якості оздоблення та швидкості нанесення, але працюють під вищим тиском повітря розпилення. Тиск розпилення в цих розпилювачах вище, ніж тиск, пов'язаний із розпиленням HVLP, але все ще менший за половину тиску, що використовується у звичайних фарборозпилювачах із повітряним розпиленням. Розпилювачі низького тиску можуть підживлюватись із будь-якого типу контейнера з фарбою, прикріпленого до розпилювача, нагнітального резервуара або насосом. Контейнер із фарбою може бути розміщений над розпилювачем або під розпилювачем; контейнер над розпилювачем можна використовувати до повного спорожнення.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Розпилення HVLP забезпечує використання матеріалу в діапазоні 40–80%. У порівнянні з розпиленням стисненим повітрям під високим тиском досягається економія матеріалу до 20%, якщо контейнер із фарбою встановлено над фарборозпилювачем.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Покриття можна наносити на більшість поверхонь. Можна досягти високої якості поверхні, хоча використання звичайного розпилення під високим і низьким тиском не вважається найбільш придатним методом для високоякісного оздоблення [\[ACEA коментар №321 у \[ 212, TWG 2018 \]\]](#).

Через утворення більших частинок фарби зовнішній вигляд може відрізнятись у порівнянні зі звичайним розпиленням. Проте сучасні розпилювачі низького тиску дають покриття такої ж якості, як і розпилювачі високого тиску з подібним робочим навантаженням. Швидкість роботи з використанням розпилення HVLP може бути низькою, а рівень контролю товщини сухої плівки низький.

Можна обробляти вагу нанесеного матеріалу до 250 г/м<sup>2</sup>.

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Споживання ресурсів є високим у порівнянні з іншими технологіями нанесення, і ця технологія пов'язана з вищими викидами ЛОС через низьку ефективність перенесення. У процесі також утворюється велика кількість осаду [ACEA коментар №320 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна. Розпилення HVLP можна застосовувати до всіх поверхонь. Під час фарбування деревини та меблів розпилення HVLP застосовується для морилок із низькою в'язкістю, але все частіше і для інших фарбових систем. В автомобільній промисловості фарбування HVLP іноді використовується в поєднанні з електростатичними чашами для нанесення металевих покриттів (базове покриття), але не використовується для нанесення верхнього покриття. У цьому випадку тільки тонкий шар наноситься за допомогою технології HVLP [ACEA коментар №320 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)]. Меншою мірою цю технологію можна використовувати для нанесення покриття на сільськогосподарське та будівельне обладнання. Оскільки покриття на потяги наноситься вручну, для верхніх шарів може застосовуватися розпилення HVLP. Воно також застосовується для нанесення покриття на пластмасові деталі, але не для деталей легкових автомобілів [DE коментар №183 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

Ця технологія не широко застосовується для нанесення покриття на кораблі (де розпилення HVLP використовується для деяких верхніх покриттів і, можливо, для лаку) або повітряних суден.

**Економічні аспекти**

Фарборозпилювачі HVLP коштують близько 275–550 євро (дані за 2005 р.), без урахування витрат на адаптацію компресора та шлангів стисненого повітря до більших потоків. Також необхідно враховувати витрати на навчання персоналу протягом 1–2 днів.

Строк окупності часто становить менше 1 року залежно від кількості нанесеної фарби та поточної досягнутої ефективності.

**Приклади заводів**

Широко використовується.

**Довідкова література**

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)  
[\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

**17.7.3.11 Електростатичне розпилення (повністю автоматизоване)****Опис**

Розпилення за допомогою дисків або чаш із високою швидкістю обертання і формування струменя розпилення за допомогою електростатичних полів і напрямного повітря.

**Технічний опис**

Хоча чаші фізично розпилюють фарбові матеріали під впливом відцентрових сил, електричні властивості фарбового матеріалу дуже важливі. У порівнянні з електростатичним розпиленням без додаткового напрямного повітря ці процеси демонструють більшу гнучкість щодо фарбових матеріалів і потоків матеріалів.

Зарядження може відбуватися зовні або всередині. Внутрішнє зарядження, реалізоване в гальванічно розв'язаних системах, є дорожчим, але часто призводить до вищої ефективності перенесення.

У пристрої зовнішнього зарядження частинки фарби заряджаються в електростатичному полі за межами розпилювача після виходу з конуса чаші. Зовнішнє зарядження використовується для нанесення фарб на водній основі.

Якщо застосовуються спеціальні та чутливі фарбові системи (металеві фарби), можуть виникнути відхилення в кольорі та якості поверхні, але їх можна відрегулювати шляхом відповідної модифікації параметрів нанесення.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Споживання матеріалів у процесі та утворення відходів мінімізовані завдяки високій ефективності перенесення.

Залежно від виробу та умов обробки може бути досягнута ефективність у діапазоні від 70% до 95%. У порівнянні зі звичайним розпиленням утворюється менше надлишку розпилення, а камери для фарбування розпиленням менше забруднюються, тому потрібно менше очищувальних засобів.

Завдяки можливому великому потоку матеріалу та досяжній ефективності перенесення від 70% до 95% цей процес є найбільш ефективним методом нанесення для універсальних промислових операцій фарбування, наприклад, у серійному виробництві легкових автомобілів та пластмасових матеріалів для галузі виробництва автомобілів, вантажних автомобілів та комерційних транспортних засобів.

Також можна обробляти фарби на водній основі з високою провідністю.

Фарби на водній основі також можуть бути електростатично заряджені перед виходом із чаші (внутрішнє зарядження). У разі нанесення спеціальних лаків (металевих фарб) можуть виникати відхилення в кольорі та якості поверхні.

У порівнянні з повітряним розпиленням ці процеси більш чутливі до опору або електропровідності фарби.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Не виявлено.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

Типовими галузями застосування, серед іншого, є фарбування профілів та велосипедних рам. Цей процес можна застосовувати майже для всіх матеріалів, у тому числі для фарб на водній основі.

Можна досягти витрати матеріалу до 1000 мл/хв. Зміна кольору може бути здійснена за кілька секунд.

Завдяки витраті матеріалу до 1500 мл/хв та ефективності використання матеріалу до 95% процес придатний для універсальних промислових операцій фарбування.

Цю технологію можна використовувати тільки в автоматичному режимі через високу швидкість обертання чаш.

Електростатичні чаші з високою швидкістю обертання широко використовуються в автомобільній промисловості для нанесення ґрунтовки, базового покриття та прозорого покриття, а також усе частіше для автомобільних деталей.

У нанесенні покриття на вантажні та комерційні транспортні засоби електростатичне розпилення широко застосовується.

#### **Економічні аспекти**

Процеси із внутрішнім зарядженням зазвичай коштують від 250 000 євро до 1 600 000 євро (дані за 2005 р.) залежно від розміру та ступеня автоматизації.



### Стимул до впровадження

Електростатичні чаші з високою швидкістю обертання мають високу ефективність перенесення, що знижує споживання матеріалу і викиди ЛОС. Вони також забезпечують стабільне та високоякісне оздоблення та можуть підтримувати високі швидкості виробництва. Час фарбування також скорочується.

### Приклади заводів

Ця технологія є стандартною технологією нанесення для фарбування транспортних засобів та нанесення покриття на пластмасові деталі у всьому світі.

### Довідкова література

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

## 17.7.3.12 Електростатичне повітряне або безповітряне розпилення

### Опис

Формування струменя повітряного або безповітряного розпилення електростатичним полем. Електростатичні фарборозпилювачі мають ефективність перенесення > 60%. Стаціонарні електростатичні методи мають ефективність перенесення до 75%.

### Технічний опис

В електростатичному розпиленні стисненим повітрям, безповітряному та повітряному розпиленні розпилення фарбового матеріалу подібне до звичайного розпилення стисненим повітрям, за винятком безповітряної технології. Там розпилення здійснюється через гідростатичний тиск матеріалу. Крім того, частинки фарби електростатично заряджаються; проте цього не відбувається під час нанесення фарб на водній основі. Залежно від умов нанесення витрата матеріалу для стисненого повітря становить до 1000 мл/хв. Для безповітряних або безповітряно-повітряних технологій витрата матеріалу може становити до 3000 мл/хв.

Ця технологія також використовується для нанесення порошкових покриттів. Частинки порошку заряджаються електростатично та розпилюються на заземлений виріб за допомогою стисненого повітря. Досягається ефективність використання матеріалів у діапазоні 80–95%. Камери фарбування розпиленням та інструменти для нанесення можна очистити шляхом вакуумного очищення або продування стисненим повітрям. Так можна зекономити ресурси та запобігти викидам ЛОС.

### Досягнуті екологічні переваги

Ефективність використання матеріалу становить приблизно 85%. Коли використовуються порошкові покриття, можна досягати ефективності 95%. У процесі фарбування меблів та деревини досягається рівень ефективності в діапазоні 50–70%. У порівнянні зі звичайним розпиленням утворюється менше залишків, а камери для фарбування розпиленням менше забруднюються, тому потрібно менше очищувальних засобів. Час фарбування також може бути скорочений.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Час фарбування зазвичай скорочується.

У нанесенні покриття на пластмасові деталі електростатичне розпилення широко застосовується, хоча необхідна провідна ґрунтовка [ACEA коментар №334 у [ 212, TWG 2018 ]].

Залежно від використовуваного обладнання подання (тільки один насос або один насос для кожного кольору) час, необхідний для зміни кольору, відрізняється.

Складні геометричні форми виробів із заглибленнями можна фарбувати за допомогою розпилення стисненим повітрям.

### **Вплив на різні компоненти доквілля**

Утворення відходів є основним впливом на різні компоненти доквілля. Проте через вищу ефективність перенесення в порівнянні з іншими системами, які не є електростатичними, утворюється менше відходів.

Стиснене повітря вимагає енергії.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна. Усі електростатичні технології можуть використовуватися для матеріалів на водній основі та звичайних матеріалів. Ці технології можуть бути повністю автоматизовані або керуватися вручну. У процесі фарбування меблів та деревини безповітряні або безповітряно-повітряні технології переважно використовуються для великого споживання матеріалу або великих обсягів поверхні, наприклад, для автоматизованого нанесення покриття на меблі (вироби із заглибленнями), автоматизованого нанесення покриття на віконні рами або ручного нанесення покриття на великі вироби.

У нанесенні покриття на повітряні судна електростатичне розпилення широко застосовується.

У процесі нанесення покриття на потяги системи безповітряного розпилення можна використовувати для нанесення перших шарів; проте не було надано жодної інформації про електростатичне розпилення для потягів.

У нанесенні покриття на пластмасові вироби електростатичне розпилення широко застосовується.

Ця технологія зазвичай не застосовується в процесі нанесення покриття на кораблі, тому що на відкритому повітрі занадто сильний рух повітря, а в інших приміщеннях, що погано вентилуються, існує ризик вибуху. Проте вона використовується на деяких корабельнях у Нідерландах.

### **Стимул до впровадження**

Менше утворення відходів та скорочення часу фарбування.

### **Приклади заводів**

Завод №141 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#). Див. також Технічні особливості, пов'язані із застосуванням вище.

### **Довідкова література**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## **17.7.3.13 Гаряче розпилення**

### **Опис**

Пневматичне розпилення гарячим повітрям або нагрітої фарби, що використовується для нанесення високов'язкої фарби.

### **Технічний опис**

Розпилення фарбового матеріалу може здійснюватися за допомогою стисненого повітря або за допомогою гарячого безповітряного розпилення. Фарбовий матеріал та/або стиснене повітря нагріваються, тому в'язкість фарбової системи знижується, а кількість розріджувачів може бути зменшена, що призводить до зниження викидів ЛОС. Нагрівання (до 60–70 °C) фарбового матеріалу здійснюється в контейнері фарборозпилювача або через нагріті труби для стисненого повітря і фарбового матеріалу. Проточні нагрівачі для нагрівання стисненого повітря використовуються для фарбових матеріалів, які в іншому випадку вже почали б реагувати за цих температур. Його можна використовувати із двокомпонентними епоксидними системами на водній основі, на основі розчинника або без вмісту розчинника.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшена кількість розріджувачів призводить до зниження або навіть повної відсутності викидів ЛОС. У порівнянні зі звичайним розпиленням кількість шарів можна зменшити.

Можна досягнути ефективності використання матеріалів 40–60%. Можна досягнути підвищення ефективності до 10% у порівнянні зі звичайним розпиленням.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Ця технологія зазвичай використовується для фарб із високим вмістом твердих частинок, але також застосовується для розпилення гарячого воску. Її можна застосовувати за таких умов:

- 60–200 барів для розпилення фарб із високим вмістом розчинника або води;
- 200–400 барів для розпилення фарб із високим вмістом твердої речовини;
- двокомпонентні фарби, якщо застосовується неавтономне змішування (див. Розділ 17.2.4.1).

За підвищеної температури можна наносити шари більшої товщини без утворення напливів по краях. Проте також існують такі обмеження:

- строк придатності дуже короткий;
- обладнання дороге;
- необхідне цілочислове об'ємне співвідношення суміші;
- використовується епоксидна фарба з високим вмістом твердих частинок/без вмісту розчинника;
- оператору необхідне навчання, оскільки обладнання є складним у використанні.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Енергія використовується для нагрівання.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Необхідність повторного нагрівання після змін кольору робить цю технологію непридатною для процесів із частими змінами кольору.

Гаряче розпилення іноді використовується для фарбування меблів, наприклад, для шаф. Технологія може бути застосована для нанесення покриття на кораблі та яхти.

#### **Економічні аспекти**

Оскільки наносяться товстіші шари, витрати на оплату праці нижчі в порівнянні зі звичайними покриттями та методами їхнього нанесення.

#### **Приклади заводів**

Цех фарбування осей Mercedes-Benz Kassel, Німеччина.

#### **Довідкова література**

[\[ 183, ACEA 2017 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### **17.7.3.14 Застосування системи «розпилення, гумового валика і промивання» в процесі нанесення покриття на рулони**

Розпилення використовується для нанесення очисних засобів, засобів для попередньої обробки та промивання. Після розпилення використовують гумові валики для мінімізації витікання розчину, після чого відбувається промивання.

Детальний опис див. також у Розділі 6.4.3.1.

## 17.8 Технології сушіння та/або затвердіння

Сушіння/затвердіння – один із найбільш енерговитратних процесів. Сушіння/затвердіння використовується для:

- сушіння/затвердіння фарби;
- сушіння/затвердіння друкарської фарби;
- сушіння/затвердіння клейких речовин;
- випаровування утриманої води або інших рідин із зон попередньої обробки або промивання;
- застигання та затвердіння клею або матеріалів для захисту низу кузова;
- попередня обробка виробів (від холодних поверхонь або повітряних пухирів під час лакування деревини).

У подальших розділах описані основні виявлені технології сушіння/затвердіння. Зазначається, вибір технологій сушіння/затвердіння може бути обмежений типом і формою основи, вимогами до якості продукту та необхідністю забезпечення взаємної сумісності використовуваних матеріалів, технологій нанесення покриттів, сушіння/затвердіння та систем очищення відхідних газів.

### 17.8.1 Конвективне сушіння/затвердіння за допомогою інертного газу

#### Опис

Інертний газ (азот) нагрівається газом або паром за допомогою теплообмінників або рідкого палива, що дає змогу завантажувати розчинник вище за НКГВ. У разі застосування інертного газу замість звичайного повітря можлива концентрація розчинника  $> 1\ 200\ \text{г/м}^3$  азоту.

#### Досягнуті екологічні переваги

Інертний газ може містити набагато більше розчинника, ніж звичайне повітря. Наприклад, для процесу сушіння за допомогою інертного газу обсяг газу  $2000\ \text{м}^3$  циркулює для отримання кількості розчинника  $400\ \text{кг/год}$ . Для повітряного сушіння потрібен в 10 разів більший обсяг для досягнення 40% значення НКГВ.

Енергія економиться, а системи очищення відхідних газів можуть бути розраховані на меншу потужність у порівнянні з використанням звичайного повітря. Рівень займистості знижується.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Якщо для сушіння використовується інертний газ, як технологію відновлення розчинників можна використовувати конденсацію (див. Розділ 17.10.6.1).

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується до нових та наявних заводів та установок. Проте модернізація може бути складною.

Ця технологія зазвичай застосовується як етап попереднього сушіння у виробництві клейких стрічок.

Ця технологія не застосовується, коли сушарки необхідно регулярно відчиняти. У випадку відкриття сушарки необхідне продування, тобто заміна повітря інертним газом. Це дорого коштує й потребує часу. Тому вона не застосовується в галузях промисловості, де зміна завдань відбувається щодня, наприклад, у деяких процесах друку.

#### Довідкова література

[ 6, DFU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 95, CEI-BOIS 2006 ] [ 212, TWG 2018 ]

## 17.8.2 Індукційне сушіння/затвердіння

### Опис

Неавтономне термічне затвердіння або сушіння за допомогою електромагнітних індукторів, які генерують тепло всередині металевого виробу за допомогою коливального струму, індукованого піччю.

### Технічний опис

Котушки індуктивності, встановлені поруч із пофарбованим рулоном, індукують у металі коливальні струми, які можна налаштувати для створення швидкості нагрівання в сотні градусів за секунду.

### Досягнуті екологічні переваги

Відсутність викидів від використання викопного палива.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Електричне нагрівання дуже контролюється, є ефективним і не має місцевих викидів.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Використання електроенергії для заміни газу та подальше переміщення викидів на електростанції.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується тільки до металевих основ.

Для наявних установок необхідно перепроектувати блок очищення відхідних газів, оскільки час нагрівання набагато коротший у порівнянні зі звичайними сушарками.

Ця технологія зазвичай використовується для відпуску та відпалювання металів, але також придатна для швидкого затвердіння фарби. Застосовується, якщо основа або об'єкт, який потрібно висушити, проводить електричний струм. Вона може застосовуватися як заміна або доповнення до наявних печей із газовим нагріванням. Потенційно дуже висока потреба в електроенергії може обмежити застосовність.

Під час друку на металевій упаковці технологія застосовується до всіх матеріалів покриття або друку з температурним закріпленням, а також до феромагнітних основ. Проте склад композицій покриттів може потребувати тонкого регулювання для різних швидкостей нагрівання. Можуть бути деякі обмеження щодо товщини плівки фарби, яку можна досягти з дуже високими швидкостями нагрівання.

Індукція переважно використовується в спеціальних галузях застосування, як-от затвердіння конструкційних з'єднань (клеяких речовин) в автомобільній промисловості. Вона використовується на кількох лініях у галузі нанесення покриття на рулонний метал.

### Економічні аспекти

Економічно вигідно лише для нових установок або коли піч потребує заміни.

### Приклади заводів

Заводи для нанесення покриття на рулонний метал №152, №172 та №173 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### Довідкова література

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 95, CEI-BOIS 2006 \]](#)  
[\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### 17.8.3 Затвердіння/сушіння за допомогою надвисокочастотного та високочастотного випромінювання

#### Опис

Сушіння або затвердіння з використанням НВЧ- або високочастотного випромінювання.

#### Технічний опис

У цьому процесі вологий шар фарби нагрівається за допомогою електромагнітних мікрохвиль. Доступні дві технології: сушіння надвисокочастотним випромінюванням (НВЧ) та сушіння високочастотним випромінюванням (ВЧ). Унаслідок впливу цих електромагнітних хвиль диполі коливаються і, таким чином, електромагнітна енергія перетворюється на теплову енергію. Таким чином вміст води швидко випаровується, і його необхідно витягти.

ВЧ сушарки складаються з високочастотного генератора, блоку передачі, колекторних електродів і відповідної зони витримки для видалення води, що випаровується. Як альтернатива, вологий шар фарби нагрівається за допомогою електромагнітних мікрохвиль. Випаровування та висихання відбувається зсередини шару фарби назовні. Нагрівання рівномірне.

#### Досягнуті екологічні переваги

Відсутність викидів від використання викопного палива.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Електромагнітні сушарки застосовуються виключно для покриттів та фарб на водній основі, а також для неметалевих основ.

ВЧ-сушарки не застосовуються у виробництві абразивів, клейких стрічок або в галузі виробництва обмоткового дроту [DE коментар №194 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

Сушіння НВЧ випромінюванням застосовується для нанесення покриття на деревину, для виробів перед збиранням і для деталей невеликих розмірів, оскільки для великих виробів потрібна велика НВЧ піч із вищими витратами на енергію.

#### Економічні аспекти

Двохвилинна НВЧ сушарка для покриття деревних поверхонь із встановленим електричним навантаженням 60 кВт і виходом повітря 1 500 м<sup>3</sup>/год коштувала 75 000 євро у 2000 р. Без урахування блоків електричного регулювання та транспортування.

Двохвилинна ВЧ сушарка для покриття деревних поверхонь із встановленим електричним навантаженням 120 кВт і виходом повітря 1 500 м<sup>3</sup>/год коштувала 150 000 євро у 2000 р. Без урахування блоків електричного регулювання та транспортування.

#### Довідкова література

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 95, CEI-BOIS 2006 \]](#)  
[\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### 17.8.4 Комбіноване сушіння/затвердіння конвективне та інфрачервоним випромінюванням

#### Опис

Сушіння вологої поверхні за допомогою комбінації циркуляційного гарячого повітря (конвекція) та інфрачервоного випромінювача.

#### Технічний опис

Комбінована сушарка з конвекцією та інфрачервоним випромінюванням (також іменована термореактором) є радіатором, який створює інфрачервоне випромінювання, а також конвективне тепло. Інфрачервоне випромінювання генерується шляхом спалювання природного газу або пропану.

### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення споживання енергії.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Споживання енергії нижче в порівнянні із сушарками, що використовують тільки циркулювальне повітря.

Залежно від фарбової системи та виду виробництва загальний час сушіння становить від 6 до 10 хвилин.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна. Застосовується до всіх матеріалів для покриття або друку з температурним закріпленням як на основі розчинників, так і без вмісту розчинників, а також до порошкових покриттів. Термореактори також придатні для фарбових систем на водній основі.

Геометрія покритої або задрукованої основи не має значення; проте вона має бути термостійкою.

Хоча нижче наведено деякі витрати, відомо, що ця технологія не застосовується в комерційних цілях у галузі нанесення покриття на деревину. Існує ризик утворення плям та займання деревини за дуже високих температур.

### Економічні аспекти

Термореактор із часом сушіння 6 хвилин для покриття деревних поверхонь із встановленим електричним навантаженням 10 кВт і виходом повітря 2 000 м<sup>3</sup>/год, з нагрівом природним газом, коштував 95 000 євро у 2000 році. Без урахування блоків електричного регулювання та транспортування.

### Довідкова література

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 95, CEI-BOIS 2006 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## 17.8.5 Процес затвердіння за допомогою випромінювання

Затвердіння за допомогою випромінювання ґрунтується на смолах та реактивних розріджувачах (мономерах), які реагують на вплив випромінювання (інфрачервоного випромінювання (ІЧ), ближнього інфрачервоного діапазону (БІЧ), ультрафіолетового (УФ)) або електронні пучки високої енергії (ЕП).

Смоли зазвичай є складними поліефірами, поліуретанами або епоксидними смолами з акрилатною або метакрилатною функціональністю, хоча також можуть використовуватися інші хімічні складі покриття. Композиції є рідкими, і затвердіння може відбуватися дуже швидко, усього за кілька секунд, як правило, за температури навколишнього середовища або за трохи підвищеної температури.

Конкретні процеси затвердіння за допомогою випромінювання описані в подальших розділах.

### 17.8.5.1 Сушіння/затвердіння за допомогою інфрачервоного випромінювання

#### Опис

Сушіння/затвердіння фарб за допомогою інфрачервоного випромінювання.

#### Технічний опис

Для сушіння/затвердіння за допомогою інфрачервоного випромінювання виріб нагрівається внаслідок поглинання інфрачервоного випромінювання. Процес сушіння починається зсередини до поверхні. Інтенсивність інфрачервоного випромінювання залежить від діапазону довжин хвиль і, отже, від температури випромінювача. Поглинання променів залежить від гладкості поверхні, кольору або світлості, її відбивної здатності та хімічного складу.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення споживання енергії.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Споживання енергії нижче в порівнянні із сушарками, що використовують циркулювальне повітря.

Це технологія швидкого нагрівання (1–5 секунд у випадку середньої або довгої хвилі БЧ-діапазону, див. Розділ 17.8.5.3, але ІЧ випромінювання може зайняти більше часу) і, коли температура основи під час сушіння/затвердіння фарби низька, потрібен лише короткий час охолодження. Склад розчинника треба підбирати відповідно до енергії випромінювання.

Існує ризик утворення тіней на краях та в заглибленнях.

Доступні різні випромінювачі залежно від довжини хвилі, що використовується. Установки з поточним або програмним керуванням застосовуються залежно від умов сушіння та якості поверхні.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Завдяки теплоті випромінювання сушарок розчинники випаровуються, як і у звичайних процесах нагрівання.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до певних покриттів та друкарських фарб. Немає обмежень щодо товщини шару, за винятком випадків, коли потрібний дуже швидкий час затвердіння (наприклад, коли основа швидко переміщається, як у процесі нанесення покриття на рулонний метал).

Геометрія покритої або задрукованої основи не має значення. Проте вона має бути термостійкою. У деяких випадках температура може бути занадто високою для деревини, де є ризик утворення плям та займання.

Затвердіння за допомогою інфрачервоного випромінювання використовується на невеликій кількості ліній нанесення покриття на рулонний метал. Для наявних ситуацій у галузі нанесення покриття на рулонний метал необхідно перепроектувати блок очищення відхідних газів, оскільки час нагрівання набагато коротший у порівнянні зі звичайними сушарками.

Ця технологія зазвичай застосовується в автомобільній промисловості для попереднього сушіння верхніх покриттів, що наносяться за технологією «wet-on-wet». Вона також усе частіше використовується у виробництві клейкої стрічки.

Технологія не застосовується у виробництві абразивів.

У поліграфічній промисловості більше не використовується через вдосконалені друкарські фарби. Недоліками використання затвердіння за допомогою інфрачервоного випромінювання були тепло, що утворюється в стосі задрукованих аркушів, і злипання (тобто надруковане зображення відбивається на звороті аркуша вище).

### **Економічні аспекти**

Інвестиційні витрати відносно низькі; проте модернізація наявних сушарок може бути дорогою. У галузі нанесення покриття на рулонний метал ця технологія є економічно вигідною лише для нових установок або коли потрібна заміна печі.

### **Стимул до впровадження**

- Низька потреба в енергії.
- Швидкість сушіння.
- Гнучкість процесу.

### **Приклади заводів**

Нанесення покриття на транспортні засоби: Opel Eisenach GmbH, Німеччина, Нанесення покриття на рулонний метал: заводи №099, №105 у [\[155, TWG 2016\]](#).



**Довідкова література**

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 22, ECCA 2004 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ]  
 [ 95, CEI-BOIS 2006 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

**17.8.5.2 Каталітичне ІЧ сушіння та затвердіння зі зниженням викидів ЛОС****Опис**

ІЧ-випромінювання генерується каталітичним окисненням газу, у тому числі окисненням ЛОС, що випаровуються із сушарок. Цей метод використовує менше енергії у порівнянні з традиційними методами сушіння та забезпечує низьку температуру сушіння та короткий час сушіння. Водночас понад 50% викидів ЛОС із сушильної печі спалюється разом із газом.

**Технічний опис**

ІЧ-випромінювання генерується каталітичним безполум'яним спалюванням газу з використанням повітря, що містить ЛОС, із сушильної печі. Температура сушіння становить лише 110 °С проти 200 °С у традиційних сушильних печах. Це є перевагою для сушіння деревних матеріалів та інших матеріалів, що не витримують високих температур.

Каталітичні панелі виробляються різних розмірів із різною продуктивністю – зазвичай від 17 кВт/м<sup>2</sup> до 26 кВт/м<sup>2</sup>.

Процес може застосовуватися в прямому пласкому процесі, конвеєрному процесі або в сушильній камері. Також можна використовувати гнучку мобільну ІЧ установку, де стаціонарна установка не є придатною.

**Досягнуті екологічні переваги**

Викиди ЛОС знижуються принаймні на 50%, оскільки повітря, що містить ЛОС, із процесу сушіння використовується для процесу каталітичного окиснення. Споживання енергії знижується на 60–80%, оскільки час сушіння короткий, а температура сушіння низька. Крім того, споживання лаку нижче, ніж у традиційному процесі сушіння, оскільки покриття має кращі механічні властивості, тому для отримання заданої якості потрібно менше лаку.

До переваг належать:

- скорочення часу сушіння (60–80%);
- значно менші витрати на енергію в порівнянні з іншими методами сушіння (на 60–80% менше);
- нижчі викиди ЛОС (60%);
- потрібно менше місця, ніж для більшості інших методів сушіння (на 60–90% менше);
- менше споживання лаку (на 10–45% менше);
- простий процес сушіння, який можна швидко та легко впровадити;
- затверджено АТЕХ<sup>90</sup>.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Повітря, що містить ЛОС, із процесу сушіння використовується в каталітичній системі для генерації ІЧ-випромінювання. Це зменшить викиди ЛОС на 50–60%. Крім того, можна використовувати в каталітичній камері фільтроване повітря, що містить ЛОС, з процесу розпилення. У такий спосіб можна знизити викид ЛОС на 70–80% загалом у порівнянні з процесом фарбування. Це досягається без інвестицій у дорожу систему очищення відхідних газів.

<sup>90</sup> Відповідно до Директиви 94/9/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 березня 1994 про Наближення законів країн-членів щодо обладнання та захисних систем, призначених для використання у потенційно вибухонебезпечних середовищах.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Не виявлено.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Систему сушіння за допомогою інфрачервоного випромінювання можна використовувати для всіх металів, але алюміній та блискучі метали можуть відбивати ІЧ-випромінювання. Вона також застосовується для сушіння вологих виробів перед нанесенням покриття та перед нанесенням порошкового покриття.

Технологія особливо придатна для сушіння виробів із дерева, пластмаси та текстилю, де потрібна низька температура поверхні. Температуру поверхні можна підтримувати на рівні 45–50 °С або в діапазоні 45–100 °С, якщо необхідно.

Ще однією перевагою затвердіння за допомогою ІЧ-випромінювання є хороше співвідношення між довжиною хвилі ІЧ-випромінювання та довжиною хвилі поглинання для лаку, фарби, води та пластмасових матеріалів (6–8 мкм).

Система сушіння також придатна для елементів вітряних млинів, галузі морського видобутку та транспортування нафти та сталеливарних заводів. Для цих виробів температура поверхні часто становить від 75 °С до 200 °С.

### **Економічні аспекти**

Повна система сушіння за допомогою ІЧ-випромінювання, ймовірно, коштуватиме на 25–50% дорожче, ніж більшість традиційних систем сушіння. Проте економія енергії та лаку, а також скорочення викидів ЛОС, дуже короткий час сушіння та невелика площа вказують на строк окупності 1–3 роки.

Строк експлуатації обладнання становить понад 10 років, але каталітичні матеріали необхідно оновлювати через 20 000–25 000 годин роботи.

### **Стимул до впровадження**

- Нижчі експлуатаційні витрати.
- Менше споживання енергії (менше CO<sub>2</sub>).
- Дуже короткий час сушіння й мінімум на 50% менше викидів ЛОС у порівнянні з традиційним процесом сушіння.

### **Приклади заводів**

Понад 100 систем сушіння за допомогою інфрачервоного випромінювання такого типу встановлені в Данії, Норвегії, Фінляндії, Швеції, Німеччині, Польщі, Угорщині, Чеській Республіці, Китаї, Малайзії та Канаді. Загалом 50% заводів призначені для металевих матеріалів, 40% – для деревних матеріалів і 10% – для пластмасових матеріалів. До пофарбованих виробів належать елементи вітряних млинів, компоненти для мобільних телефонів, меблі, кухонні елементи та контейнери.

Загалом 40% використовуваних систем є сушильні камери, 20% – конвеєрні лінії, 10% – пласкі та 30% – мобільні сушильні камери.

### **Вибрані референтні заводи:**

- Dancoat A/S, Грам, Данія/ Нанесення покриття на дуже великі елементи для вітряних млинів та галузі морського видобутку та транспортування нафти. Встановлений ІЧ ефект 585 кВт. Час сушіння скоротився з 18 годин до 2 годин унаслідок використання інфрачервоного випромінювання замість звичайного процесу сушіння.
- Cimbria Manufacturing A/S, покриття контейнерів та силосів, що використовуються для зберігання та транспортування насіння. Конвеєрний завод з ІЧ ефектом 225 кВт та завод із камерами з ІЧ ефектом 80 кВт.

### **Довідкова література**

[ДК коментар №17 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)]

### 17.8.5.3 Затвердіння за допомогою ближнього інфрачервоного діапазону (БІЧ)

#### Опис

Термічне затвердіння фарб за допомогою інфрачервоного випромінювання із дуже короткою довжиною хвилі.

#### Досягнуті екологічні переваги

Коротший період затвердіння.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Затвердіння за допомогою ближнього інфрачервоного діапазону (БІЧ) використовується, коли необхідно скоротити час затвердіння з хвилин до секунд. Поглинання БІЧ-випромінювання залежить від вибору пігментів.

Випромінювачі БІЧ-діапазону працюють за дуже високих температур, утворюючи інфрачервоне випромінювання з дуже короткою довжиною хвилі та дуже високою густиною потужності. Поглинання певної довжини хвилі покриттям та короткий час витримки можуть зменшити нагрівання основи.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Потреби в електроенергії великі. БІЧ-випромінювання потребує надійного джерела подання електроенергії високої потужності.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Завдяки дуже короткому (1–5 секунд) часу затвердіння ця технологія дуже придатна для термочутливих матеріалів, як-от дерево і пластмаса. Порошкові покриття зазвичай твердіють за допомогою БІЧ-діапазону, а також фарби на водній основі на деревині. Для покриття деревних поверхонь технологія БІЧ-діапазону дає змогу досягти найкоротшого часу сушіння та циклу.

Затвердіння за допомогою БІЧ-діапазону починають використовувати в галузі нанесення покриття на рулонний метал для швидкого затвердіння тонких та порошкових покриттів. Його поширення на загальні технологічні лінії залежатиме від подальших випробувань.

#### Стимул до впровадження

Коротші та більш компактні печі, висока швидкість і контрольована потужність.

#### Приклади заводів

Завод №086 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### Довідкова література

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### 17.8.5.4 Затвердіння за допомогою ультрафіолетового (УФ) випромінювання

#### Опис

«Холодне» зшивання відповідних фарб за допомогою УФ-випромінювання (фарби мають бути УФ-затвердіння).

#### Технічний опис

Ртутні лампи середнього тиску або безелектродні газонаповнені лампи генерують ультрафіолетове випромінювання із довжиною хвилі 200-400 нанометрів. Випромінювання запускає хімічне зшивання всередині шару фарби або друкарської фарби. Затвердіння за допомогою УФ-випромінювання вимагає присутності фотоініціатора.

#### Досягнуті екологічні переваги

Системи з УФ-затвердінням використовують менше розчинника або зовсім його не використовують. Рівень споживання енергії низький.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Дерев'яні або пластмасові основи можуть поживтіти й стати ламкими. Ця технологія не потребує великої площі, а затвердіння відбувається протягом кількох секунд (висока швидкість).

Лампи можуть бути оснащені напівеліптичними або параболічними відбивачами для фокусування світла на покритті, що твердіє. УФ-лампи також оснащені екраном, що захищає персонал від ультрафіолетового випромінювання.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Відбуваються викиди озону, й озон зазвичай витягується і спрямовується в пристрій усунення викидів озону з каталізаторами або в термічний окисник. Використовуються ртутні лампи, які містять ртуть і мають утилізуватися через відповідні підприємства з переробки відходів.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується тільки для фарб УФ-затвердіння. Застосовується до нових та наявних установок.

Ця технологія застосовується до ненасичених полієфірів, поліакрилатів, епоксидних смол тощо. Вона є особливо застосовною для прозорих покриттів і глазурі до великої товщини шару. Для пігментованих покриттів затвердіння за допомогою УФ-випромінювання застосовується тільки для невеликої товщини шару. Крім того, друкарські фарби УФ-затвердіння сушаться за допомогою УФ-затвердіння.

Покриті або задруковані основи мають бути стійкими до УФ-затвердіння та переважно плоскими. Затвердіння об'ємних дерев'яних або пластмасових деталей із порошковим покриттям є складнішим; проте доступні ефективні системи сушіння.

УФ-випромінювання широко застосовується для основ із паперу та картону. Застосовується для сушіння пофарбованих меблів, коли плоскі панелі можуть бути покриті окремо, і покриття виконується перед збиранням предмета меблів. Ця технологія також усе частіше застосовується у виробництві клейких стрічок.

У галузі нанесення покриття на рулонний метал технологія наразі перебуває на етапі оцінки (див. також Розділ 19.4.1).

#### **Економічні аспекти**

У порівнянні зі звичайними сушарками витрати на енергію можуть бути знижені до 70%. У порівнянні зі звичайною газовою піччю (включно з вентилятором) для фарб на водній основі витрати на енергію знижуються на 40–50%. Для друку споживання енергії може бути таким же високим, як і для звичайного сушіння. Використання енергії знижується на 50% у разі використання систем миттєвого затвердіння, де лампа працює лише тоді, коли певна основа перебуває під лампою. Це дає економічні переваги, наприклад, під час нерулонного друку.

#### **Приклади заводів**

Флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк: Заводи №012, №019 та №028. Металева упаковка: Завод №122.

Нанесення покриття на деревні поверхні: Завод №177.

#### **Довідкова література**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)

[\[ 197, FPE 2017 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### **17.8.5.5 Електронно-променеве затвердіння (ЕП)**

#### **Опис**

«Холодне» зшивання фарб ЕП-затвердіння швидкими електронами.

#### **Технічний опис**

ЕП-затвердіння ініціюється електронним пучком, що утворюється лампою з гарячим катодом. Полімеризація і, отже, затвердіння фарби відбувається через вплив електронів на мономери. Можливий

високий рівень автоматизації. Електрони прискорюються до високої швидкості, проникаючи в речовину покриття та отверджують її за дуже короткий час.

На відміну від енергії УФ-випромінювання, яка концентрується на поверхні, енергія електронного пучка здатна проникати в багато матеріалів, забезпечуючи повне затвердіння дуже товстих шарів покриття. На поглинання енергії ЕП не впливає колір покриття або основи.

#### Досягнуті екологічні переваги

- Системи з ЕП-затвердінням використовують менше розчинника або зовсім його не використовують.
- Низьке споживання енергії.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

- Існує ризик того, що основа стане крихкою, та ризик знебарвлення.
- Потрібна дуже мала площа.
- Випромінювання становить небезпеку для робітників. Робітники повинні бути захищені від електронного пучка свинцевими пластинами або бетонними стінами.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується до фарб ЕП затвердіння: ненасичені полієфіри, поліакрилати, поліуретани, епоксидні смоли тощо. Немає обмежень щодо товщини шару або пігментації.

Будь-яка геометрія придатна для основ, проникних для випромінювання ЕП (особливо папір, дерево або фольга); для металів ЕП затвердіння обмежене плоскими основами. Через високі інвестиційні витрати ця технологія зараз застосовується лише для великих обсягів поверхонь.

ЕП затвердіння все частіше застосовується у виробництві клейких стрічок.

У галузі нанесення покриття на рулонний метал ЕП затвердіння можна розглядати як перспективну технологію (див. також Розділ 19.4.1).

#### Економічні аспекти

ЕП затвердіння потребує більших інвестиційних витрат, ніж звичайні сушарки. Проте споживання енергії для ЕП затвердіння може бути набагато меншим.

#### Довідкова література

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)

## 17.8.6 Конвективне сушіння/затвердіння в комбінації з регенерацією тепла

### Опис

Тепло відхідних газів регенерується і використовується для підігрівання повітря, що надходить у конвективну сушарку/піч для затвердіння. Повітря перебуває в прямому контакті з об'єктом або поверхнею, яку необхідно висушити.

### Технічний опис

У конвективному сушінні нагріте повітря циркулює в сушарці або печі для передавання тепла виробу. Повітря перебуває в прямому контакті з об'єктом або поверхнею, яку необхідно висушити. Час висихання залежить від об'єкта або основи, типу покриття та товщини покриття і варіюється від кількох секунд до години. Повторне використання надлишкової енергії окиснення відхідних газів знижує споживання енергії на сушіння.

Для сушіння покриттів на водній основі або етапу попереднього сушіння структур шарів системи «wet-on-wet» використовується осушене повітря з конвективними сушарками з додатковим етапом осушення. Завдяки поглинанню води час сушіння може бути значно скорочено.

Сушарки бувають прямими пласкими, із соплами, з лотковими системами або баштовими. Кількість необхідної енергії значною мірою залежить від теплових втрат сушарки.

Зазвичай у процесі сушіння легкозаймисті речовини виділяються в результаті випаровування та затвердіння.

Європейський стандарт EN 1539 визначає дозволені робочі діапазони щодо допустимої температури сушіння й максимально допустимої концентрації вивільнених легкозаймистих речовин всередині сушарки.

Установки, як правило, містять від трьох до шести окремих зон і можуть мати довжину до 50 метрів.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Загальний вплив технології затвердіння на екологічну ефективність залежить не тільки від самих печей, а й від навколишніх пристроїв очищення та циркуляції повітря. У разі використання технологій затвердіння для речовин на основі розчинників (як у випадку нанесення покриття на рулонний метал) необхідно розбавляти концентрацію ЛОС у печах до рівня нижче за НКГВ за допомогою введення значної кількості повітря. Потім повітря, що містить ЛОС, необхідно піддати окисненню за високої температури. Отже, енергетичний баланс секції затвердіння є результатом ефективності окисника та повторного використання надлишкової енергії, що виділяється в окиснику.

Оптимальна конфігурація та енергоспоживання залежатимуть від того, які продукти обробляються на лінії, як лінія запрограмована, а також від ступеня повторного використання гарячого повітря.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Їхнє стабільне функціонування та надійність означають, що вони здатні наносити високоякісні покриття.

Для отримання інформації про конвективне сушіння в галузі нанесення покриття на рулонний метал див. Розділ 6.4.4.1.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Потреба в енергії для нагрівання та розподілу повітря.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Для сушарок, що використовуються для безперервних основ, що швидко рухаються, як-от рулони паперу та пластикової плівки, або безперервних потоків дрібних об'єктів, як-от банки для напоїв, час сушіння вимірюється в секундах, а довжина сушарки – у сантиметрах. Важливіша не температура, а потік повітря. Енергію можна економити шляхом рециркуляції повітря, але це обмежується необхідністю уникнути займання або вибуху та уникнути появи запаху в кінцевому продукті. Сушарки нагріваються полум'ям, паром, термічними оливами або електроенергією.

Застосовується до всіх матеріалів для покриття або друку з температурним закріпленням як на основі розчинників, так і без вмісту розчинників. Немає обмежень щодо товщини шару або пігментації. Геометрія покритої основи не має значення; проте вона має бути термостійкою.

Конвективні сушарки можна використовувати для сушіння шарів фарб на водній основі, для етапу попереднього сушіння або для структур шарів системи «wet-on-wet». Вони зазвичай застосовуються в галузі нанесення покриття на пластмасові бампери, у процесах нанесення покриття на рулонний метал (див. нижче), у фарбуванні деревини та меблів, у виробництві клейких стрічок та в автомобільній промисловості.

Печі, що використовують гаряче повітря, є найпоширенішою технологією затвердіння на лінії нанесення покриття на рулонний метал (див. також Розділ 6.4.4.1). Технологічне вікно велике, й ефективність технології залежить від основи.

Прості печі, що використовують гаряче повітря, є ланцюговими печами з трьома-шістьма окремими зонами, які дають змогу належним чином контролювати температурний профіль. Загальна довжина таких печей залежить від швидкості лінії та зазвичай становить 25–50 метрів.

Флотаційні печі є альтернативною технологією, що ґрунтується на струменях гарячого повітря дуже близько до стрічки. Хоча споживання електроенергії на цих установках вище, ніж у ланцюгових печах, технологія флотації дає змогу скоротити час затвердіння завдяки ефективній передачі тепла стрічці. Крім того, у печі відсутня ланцюгова мережа стрічок. Отже, технологічне вікно більше, ніж у звичайних конвективних печах, а печі більш компактні.

Конвективні сушарки широко застосовуються у виробництві абразивів та виробництві обмоткового дроту.

#### **Економічні аспекти**

З погляду інвестиційних витрат печі з гарячим повітрям дешевші за альтернативні технології затвердіння. Експлуатаційні витрати сильно залежать від виду продуктів, програмування лінії та загальної конструкції системи затвердіння–спалювання–рециркуляції.

Витрати на сушіння становлять до 15–20% від загальних витрат на енергію лінії фарбування в автомобільній промисловості.

10-хвилинна конвективна сушарка для покриття деревних поверхонь із встановленим електричним навантаженням 30 кВт і виходом повітря 1 500 м<sup>3</sup>/год коштувала 60 000 євро у 2000 р. Без урахування блоків електричного регулювання та транспортування.

#### **Стимул до впровадження**

Обмеження можливостей відсутні, і це добре відома технологія, яка вважається «нормальною» технологією затвердіння.

#### **Приклади заводів**

Широко використовується в різних секторах, наприклад, нанесення покриття на рулонний метал, виробництва обмоткового дроту, металевої упаковки та нанесення покриття на транспортні засоби.

#### **Довідкова література**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 4, Germany 2002 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#)  
[\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## 17.9 Технології очищення

[ 97, TWG 2006 ] [ 108, ESVCCG 2006 ] [ 155, TWG 2016 ]

Діяльність з очищення може вплинути на викиди ЛОС, особливо на неорганізовані викиди, а також на інші параметри довкілля (наприклад, утворення відходів). Отже, вибір належної технології очищення (процес та очисні матеріали) впливає на загальну екологічну ефективність заводу. У подальших розділах описані основні виявлені технології очищення. Зазначається, що вибір технологій очищення може бути обмежений типом процесу, основою або обладнанням, що підлягає очищенню, і типом забруднення.

### 17.9.1 Мінімізація використання очищувальних засобів на основі розчинника

#### Опис

Мінімізація потреби в очищенні та обирання методів очищення, які:

- сумісні з поверхнями, що підлягають очищенню, і типом забруднення;
- скорочують споживання очищувальних засобів на основі розчинників, утворення відходів та викиди.

Існують різні варіанти очищення деталей обладнання та/або основ [ACEA коментар 347 у [ 212, TWG 2018 ]]:

- використання мийної машини (повторно за необхідності);
- сильними низьколеткими розчинниками;
- водою під високим тиском після застосування сильних розчинників або з додаванням абразиву;
- за допомогою ультразвукового очищення;
- шляхом дробоструминної обробки сухим льодом;
- очищення в псевдозрідженому шарі;
- гаряче каустичне промивання;
- очищення парою.

Деякі з цих варіантів більш детально описані в подальших розділах.

Ручне очищення з використанням летких розчинників може бути необхідне в різних випадках (наприклад, важкодоступне обладнання, чутливе обладнання), але загалом його можна уникнути через підвищений рівень викидів ЛОС, коли можливі варіанти автоматичного очищення.

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів ЛОС.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Вибір правильної системи очищення може зменшити викиди розчинників. У виборі технологій очищення, які використовуватимуться, необхідно враховувати такі питання.

##### 1. Тип очищення:

- Очищення технологічного обладнання. У всіх видах діяльності технологічне обладнання буде очищатись. Очищення має дві форми:
  - Робоче або проміжне очищення. Очищення системи нанесення необхідне через регулярні проміжки часу, наприклад,
    - з причин зміни кольору або з міркувань якості;
    - очищення камер для фарбування розпиленням;



- між завданнями друку.
- Підтримувальне, періодичне або глибоке очищення. Періодично необхідно ретельно очищати обладнання для нанесення, щоб видалити відкладення, що накопичилися, і очистити деталі обладнання, які важко очистити швидко. Зазвичай таке очищення вимагає певного розбирання.

Тип технології, що використовується, залежатиме від того, чи очищається обладнання *на місці* або чи розбирається повністю або частково.

- Очищення основи або виробу. Для деяких операцій, як-от фарбування та лакування, перед нанесенням покриття важливе очищення основи або виробу від жиру, бруду тощо. У деяких видах діяльності, як-от друк, у цьому немає потреби.

## 2. Тип забруднення:

- Для технологічного обладнання:
  - Нестійке забруднення. Забруднення свіже, наприклад, воно не висихає, у ньому досі присутня певна кількість вхідного розчинника, або реакція покриття не завершена. Цей тип забруднення легко видалити, наприклад, вручну (див. Розділ 17.9.4), за допомогою вхідного або аналогічного розчинника, що використовується в покритті, за допомогою низьколетких розчинників (залежно від необхідності сушіння компонентів, див. Розділ 17.9.5), у мийних машинах (див. Розділ 17.9.7) тощо.
  - Стійке забруднення. Це можуть бути висушені продукти на основі розчинників, продукти, отвержені УФ-випромінюванням або іншим випромінюванням, продукти на водній основі або реакційноздатні (двокомпонентні) продукти тощо. Очищення вручну леткими розчинниками не є ефективним. Деталі можна очищати, наприклад:
    - у мийній машині (повторно за необхідності), (див. Розділ 17.9.7);
    - сильними низьколеткими розчинниками (див. Розділ 17.9.5);
    - водою під високим тиском після застосування сильних розчинників або з додаванням абразиву (див. Розділ 17.9.9);
    - за допомогою ультразвукового очищення (див. Розділ 17.9.10);
    - шляхом дробоструминної обробки сухим льодом (див. Розділ 17.9.11).
- Для основ та виробів забруднення залежить від попередніх процесів і може передбачати корозію від зберігання, мастила для пресування, бруд і сміття від різання, формування та шліфування, сліди від пальців у результаті маніпуляцій тощо. Ці варіанти очищення обговорюються в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [23, СОМ 2006]. У цьому секторі деталі зазвичай очищаються вручну серветками або ганчірками (див. Розділ 17.9.4) або в системах мийних засобів на водній основі для великих обсягів (див. Розділ 17.9.6). Розчинники можна використовувати в мийних машинах для менших деталей (див. Розділ 17.9.7). Також можна використовувати технології ультразвукового очищення або за допомогою сухого льоду (див. Розділи 17.9.10 та 17.9.11).

## 3. Вибір технології та/або розчинника. Використовувана технологія та/або розчинник мають:

- бути здатними забезпечити чистоту, необхідну в процесі;
- бути сумісними з деталями, що мають бути очищені (основами, виробами, або деталями обладнання);
- бути сумісними із процесом та обробкою поверхні; наприклад, у процесі друкування на гнучкій упаковці система має бути повністю очищена насухо від усіх розчинників перед додаванням нових друкарських фарб; в інших видах діяльності системи очищення можуть бути сумісні з технологічним процесом, і сушіння може не знадобитися;
- скорочувати викиди розчинників;
- враховувати доступний час; у деяких випадках час, доступний для очищення, обмежений; в інших випадках можна використовувати системи очищення, які потребують більше часу.

У деяких процесах розбирання обладнання та певного ручного очищення неможливо уникнути для підтримувального очищення.

Для робочого очищення можуть використовуватися автоматизовані системи.

Технології, що описані в цьому розділі, а також технології, що описані в Розділі 17.7.2 (технології на основі матеріалів) частково збігаються. Фактори, що обговорюються, узагальнені в Таблиці 17.5 разом із можливими технологіями з двох розділів. Технології також можна комбінувати та/або повторювати для досягнення необхідної чистоти.

**Таблиця 17.5: Приклади застосовності технологій та варіантів очищення**

| Розділ     | Технологія очищення                                      | Технологічне обладнання |                    | Основа або виріб |
|------------|--|-------------------------|--------------------|------------------|
|            |  | Нестійке забруднення    | Стійке забруднення |                  |
| Цей розділ | Мінімізація очищення                                     | Так                     | Так                | Так              |
| 17.9.2     | Захист зон та обладнання розпилення                      | Так                     | Так                | Ні               |
| 17.9.3     | Видалення твердих частинок перед повним очищенням        | Так                     | Ні                 | Ні               |
| 17.9.5     | Використання низьколетких засобів                        | Так                     | Так                | Так              |
| 17.9.6     | Очищення на основі води                                  | Так                     | Так                | Так              |
| 17.9.4     | Ручне очищення просоченими серветками                    | Так                     | Ні                 | Так              |
| 17.9.7     | Закриті мийні машини                                     | Так                     | Так                | Ні               |
| 17.9.8     | Продування з відновленням розчинника                     | Так                     | Ні                 | Ні               |
| 17.9.9     | Очищення за допомогою розпилення води під високим тиском | Ні                      | Так                | Ні               |
| 17.9.10    | Ультразвукове очищення                                   | Ні                      | Так                | Так              |
| 17.9.11    | Очищення сухим льодом (CO <sub>2</sub> )                 | Ні                      | Так                | Так              |

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Перехід зі звичайних технологій може призвести до більшого споживання енергії, більшої кількості відпрацьованих вод, що підлягають очищенню, або більшій кількості утворюваних відходів.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Див. Технічний опис вище та окремі технології в Розділах з 17.9.2 до 17.9.12. Застосовність технологій очищення в певних галузях промисловості також обговорюється в розділах, присвячених конкретним галузям.

#### Економічні аспекти

Залежать від об'єкта та технології.

#### Стимул до впровадження

- Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.
- Якість та вимоги замовників.

#### Приклади заводів

Очищення здійснюється на всіх установках.

#### Довідкова література

[ 108, ESVOCCG 2006 ] [ 212, TWG 2018 ]

## 17.9.2 Захист зон та обладнання розпилення

### Опис

Зони та обладнання для нанесення (наприклад, стіни камери фарбування розпиленням та роботи), сприйнятливі до надмірного розпилення та крапель тощо, покриті тканинним чохлам або одноразовими плівками, де плівки не піддається розриванню або зношенню.

### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів ЛОС.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Ця технологія мінімізує потребу в очищенні та споживанні очисних матеріалів, особливо розчинників.



Джерело: [ 181, COM 2017 ] Завод №146 у [ 155, TWG 2016 ]

**Рисунок 17.11: Роботизований аплікатор для герметика, захищений тканинним чохлам**

### Вплив на різні компоненти довкілля

Утворення відходів від використаних захисних покриттів.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Зазвичай застосовується для нанесення покриття розпиленням, або коли здійснюється нанесення герметиків/воску за допомогою роботів, наприклад, у серійному нанесенні покриття на транспортні засоби (див. Рисунок 17.11).

### Стимул до впровадження

Економія сировини та рідше очищення.

### Приклади заводів

Завод №146 у [ 155, TWG 2016 ].

### Довідкова література

[ 181, COM 2017 ] [ 155, TWG 2016 ]

### 17.9.3 Видалення твердих частинок перед повним очищенням

#### Опис

Тверді частинки видаляються в (сухому) концентрованому вигляді, як правило, вручну за допомогою невеликої кількості очисного розчинника або без нього. Це зменшує кількість матеріалу, що видаляється розчинником та/або водою на наступних етапах очищення, й отже, кількість використовуваного розчинника та/або води.

#### Технічний опис

Видалення якомога більшої кількості матеріалу покриття, фарби або друкарської фарби з обладнання в їхньому концентрованому вигляді зменшує кількість матеріалу, що підлягає видаленню за допомогою розчинників та/або води. Можна використовувати технології економії сировини, як-от ті, що описані в Розділі 17.2.4.

Деталі обладнання очищаються за допомогою розчинників або систем мийних засобів на водній основі. Фізичне витирання, зіскрібання або чищення виконують за допомогою щіток, серветок, абразивних подушок, ручних інструментів тощо залежно від стійкості забруднення. Розчинник наноситься ганчіркою або щіткою з невеликої ємності (наприклад, горщика), крана або розпилювача (фонтану) або у відкритих ваннах. Можна використовувати серветки, попередньо просочені розчинниками (див. також Розділи 5.2.2.2, 6.4.3.4, and 17.2.2)

#### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення використання розчинників та викидів ЛОС на наступних етапах очищення.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Ця технологія знижує використання розчинників, очисних матеріалів та води, які можуть вимагати попередньої обробки перед скиданням. Ця технологія може економити сировину.

Коли використовуються розчинники, викиди ЛОС можна контролювати таким чином:

- Обмеження кількості розчинника (наприклад, шляхом вимірювання та обмеження кількості використовуваного розчинника в горщику, за допомогою попередньо просочених серветок).
- Нанесення легких розчинників вручну та забезпечення можливості негайного переливання відпрацьованого розчинника в закритий контейнер. На робочому місці поряд з об'єктом, що очищається, не повинні бути доступні відкриті поверхні рідкого розчинника. Це також знижує професійний вплив. Доступно обладнання, що складається з закритого барабана, що містить розчинники, які за необхідності можна закачувати через кран або розпилювати на об'єкт, що очищається, у частково закритій робочій зоні над барабаном. Надлишки розчинника стікають назад (через фільтри грубого очищення) у барабан. Розчинник відкачується з поверхні розчинника, залишаючи забруднення осідати. Розчинник може бути перероблений, коли його більше не можна використовувати.
- Використовуючи низьколеткі розчинники (див. Розділ 17.9.5).

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Утворення відходів та в разі використання розчинників: споживання розчинників, викиди ЛОС та відходи розчинників/фарб.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовність може бути обмежена типом процесу, основою або обладнанням, що підлягає очищенню, і типом забруднення.

Певного ручного очищення майже неможливо уникнути у всіх секторах, хоча охорона праці та техніка безпеки на робочому місці часто обмежують його використання.

Це може збільшити час простою. Це також може збільшити контакт персоналу зі шкідливими матеріалами. Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці можуть обмежувати застосування цієї технології.

**Економічні аспекти**

Низькі витрати, але може збільшити час простою.

**Стимул до впровадження**

- Низькі витрати.
- Економія на використанні розчинника для наступних етапів очищення.

**Приклади заводів**

Широко використовується.

**Довідкова література**

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 27, VITO 2003 ] [ 180, COM 2017 ]

**17.9.4 Ручне очищення попередньо просоченими серветками****Опис**

Серветки, попередньо просочені очищувальними засобами, використовуються для ручного очищення. Очищувальні засоби можуть бути на основі розчинників, низьколеткими розчинниками або без вмісту розчинників.

**Технічний опис**

Серветки, попередньо просочені очищувальними засобами, у тому числі обтиральна тканина (суха, просочена, волога тканина), застосовуються, коли необхідне ручне очищення; це обмежує кількість та тип використовуваних розчинників. Серветки можуть бути одноразовими або перероблятися для очищення та повторного використання.

**Досягнуті екологічні переваги**

- Мінімізоване та контрольоване використання розчинника,
- зменшення викидів розчинника,
- невелика економія енергії, води та сировини.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Необхідна ручна праця. Необхідно розглядати заходи безпеки на робочому місці для запобігання інгаляційному впливу або впливу на шкіру.

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Утворення відходів у випадку використання одноразових попередньо просочених серветок.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовність може бути обмежена типом процесу, основою або обладнанням, що підлягає очищенню, і типом забруднення.

Крім того, міркування охорони здоров'я та техніки безпеки на робочому місці можуть обмежувати застосування.

**Економічні аспекти**

Низькі витрати.

**Приклади заводів**

Використовується в галузі нанесення покриття на рулонний метал та авіабудівній промисловості.

**Довідкова література**

[ 212, TWG 2018 ]

## 17.9.5 Використання низьколетких очищувальних засобів

[ 78. TWG 2005 ]

### Опис

Ручне або автоматизоване очищення органічними розчинниками з низькою леткістю та високою очисною здатністю.

### Технічний опис

Оскільки покриття зазвичай найбільш легко розчиняється або ресуспендується у вхідних розчинниках, час від часу необхідно використовувати традиційні очищувальні засоби з низькою температурою спалаху для полегшення складних завдань з очищення. Їхня невелика кількість (наприклад, близько 5% від загальної кількості) має зберігатися на складі.

Інтенсивність випаровування розчинників визначає кількість розчинника, що випарується під час очищення та подальшого зберігання забруднених серветок (можна використовувати стандартне випробування: DIN 53170<sup>91</sup>). Очищувальні засоби з низькою леткістю можна розділити на такі підкласи:

- a) температура спалаху > 40 °C;
- b) температура спалаху > 55 °C;
- c) температура спалаху > 100 °C (розчинники з високою точкою кипіння, РВТК);
- d) рослинні очищувальні засоби (РОЗ);
- e) сильні нелеткі розчинники.

Інтенсивність випаровування традиційних розчинників значно вища, ніж інтенсивність випаровування розчинників із температурою спалаху > 40 °C. Отже, випаровування під час очищення можна зменшити, використовуючи розчинники із середньою температурою спалаху. Ці розчинники можуть бути корисні як проміжний етап у переході від летких очищувальних засобів до менш летких очищувальних засобів.

У порівнянні з розчинниками з температурою спалаху більше ніж 55 °C інтенсивність випаровування традиційних розчинників може бути приблизно в 100 разів вище. Отже, випаровування під час очищення можна значно зменшити, використовуючи розчинники з високою температурою спалаху.

Очищувальні засоби з температурою спалаху > 100 °C також називаються розчинниками з високою точкою кипіння, (РВТК). Вони демонструють навіть менше випаровування (майже нульове), ніж розчинники з температурою спалаху ~ 55 °C

Рослинні очищувальні засоби (РОЗ) належать до групи очищувальних засобів із температурою спалаху > 100 °C. Перше покоління РОЗ було просто рафінованими рослинними оліями, які виявилися досить густими та складними у використанні. Сучасне покоління РОЗ є моноефірами різних жирних кислот із різним ступенем насичення (йодні числа) та вмістом жирних кислот (кислотні числа). Існують автоматичні системи очищення, спеціально розроблені для використання з РОЗ.

Сильні розчинники можна використовувати, коли потрібна потужна дія розчинника, зазвичай в очищенні. Вони можуть замінити галогеновмісні розчинники.

### Досягнуті екологічні переваги

До переваг належать зниження викидів у повітря під час використання, а також під час зберігання використаних розчинників та очисних матеріалів, а також скорочення утворення шкідливих відходів. Ризик забруднення ґрунту насиченим розчинниками повітрям також знижується.

Оскільки випарується менше розчинника, розчинник залишається в контакті з забрудненнями, а споживання розчинника знижується.

<sup>91</sup> DIN 53170: Розчинники для фарб та лаків – визначення інтенсивності випаровування, Німецький інститут зі стандартизації.

Скорочення викидів ЛОС у повітря залежить від ситуації на початковому етапі: заміщення розчинників із температурою спалаху < 21 °С може забезпечити скорочення приблизно на 90%; заміщення розчинників із температурою спалаху 21–55 °С може призвести до скорочення приблизно на 50%.

Рослинні очищувальні засоби (РОЗ) виготовляються з відновлюваних джерел і, отже, вважаються нейтральними щодо парникових газів.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Розчинники з вищою температурою спалаху можуть бути не такими ефективними в очищенні, як традиційні розчинники, й очищення вимагатиме більше часу, але з більшим досвідом результати в деяких випадках стають прийнятними.

Важливо враховувати вплив низьколетких засобів на здоров'я та безпеку, а також на довкілля (див. Розділ 17.6.1). Наприклад, іноді трапляються дуже низькі OEL, наприклад, 1 ppm або 2 ppm у порівнянні зі 150 ppm для етилацетату. Повідомляється, що деякі РОЗ можуть містити до 15% розчинників або токсичних інгредієнтів (хоча вони не були визначені більше). Очевидно, що такі РОЗ не можуть нести жодної цінності для довкілля або захисту здоров'я та безпеки. Використання РОЗ, яке обговорюється в цьому розділі, ґрунтується на РОЗ, які не містять розчинників та токсичних інгредієнтів.

У разі використання за кімнатної температури сильні розчинники з низькою леткістю не утворюють викидів, і потрібне обмежена кількість медичного обладнання та засобів захисту. Проте ці переваги можуть зникнути в разі використання за вищої температури для підвищення ефективності.

Переваги з'являються, коли альтернативний очищувальний засіб, відповідає таким критеріям:

- немає суттєво нижчої границі впливу на робочому місці або інших токсикологічних впливів;
- заміна розчинника не призводить до необхідності нагрівання;
- розчинник не висушується примусовим випаровуванням повітрям високого тиску (ВТ).

N-метил-2-піролідон (NMP), (сильний нелеткий розчинник) зараз класифікується як речовина CMR.

Очищення за допомогою РВТК вимагає етапу подальшого очищення, який виконується за допомогою води. Споживання води та скидання стічних вод також збільшаться, оскільки РВТК зазвичай розбавляється водою. Суміші води та РВТК можуть оброблятися шляхом фільтрування, після чого РВТК можна використовувати повторно, а залишки води зазвичай скидати в каналізаційну систему.

Нижче наведено деякі приклади випадків, коли може знадобитися використання летких очищувальних засобів:

- очищення зволожувальних валиків;
- технічне обслуговування;
- очищення від друкарських фарб УФ-затвердіння;
- складні зміни кольору.

Якщо для очищення підлог використовуються альтернативні розчинники з нижчою леткістю/вищою температурою спалаху, ці розчинники (за природою) не випаровуються швидко і, отже, залишають підлогу слизькою. Тому необхідно висушити підлогу, іноді з за допомогою невеликої кількості летких розчинників [\[97, TWG 2006\]](#).

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Для процесу друку втрати паперу можуть збільшитися, оскільки після проміжного очищення очищувальні засоби довше випаровуються, що може призвести до розриву полотна.

Чим менше розчинника випаровується, тим більше може залишитися відходів, що підлягають обробці або утилізації. Очищення за допомогою РВТК та РОЗ вимагає етапу подальшого очищення, який виконується за допомогою води, що збільшує споживання води та скидання стічних вод.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовність може бути обмежена типом процесу, основою або обладнанням, що підлягає очищенню, і типом забруднення.

Перш ніж вибрати низьколеткий розчинник для конкретного застосування, його необхідно оцінити за допомогою випробувань, щоб уникнути незадовільних результатів очищення через неправильно вибраний хімічний склад очисного розчинника.

Ці розчинники застосовуються в ручному та автоматичному очищенні. Вони зазвичай застосовуються в рулонному офсетному друку з температурним закріпленням, де часто використовуються суміші РОЗ та розчинників із високою температурою спалаху (55–100 °С) для досягнення правильної швидкості висихання.

У поліграфічній промисловості, де на заводах офсетного друку використовують автоматичні системи очищення, необхідне підтвердження відсутності заперечень виробників проти використання РОЗ. Деякі автоматичні системи можуть бути пошкоджені через використання цих продуктів. Автоматичні системи, створені до 1996 року, можуть особливо потребувати певної адаптації дозування та розпилення. Іноді ущільнювачі потребують заміни.

Застосування РВТК або РОЗ потребує іншого робочого методу в порівнянні зі звичайними розчинниками. Отже, результати застосування РВТК або РОЗ відрізняються; проте часто результати сприятливі. Переважно це стосується випадків, коли друкарські машини очищають вручну. Проте навчання та досвід допомагають.

РОЗ застосовні на заводах для листового офсетного друку. У процесах рулонного офсетного друку з холодним та гарячим затвердінням вони використовуються лише для остаточного очищення друкарської машини. Це пов'язано з тим, що під час друку промивна вода може легко розірвати паперове полотно. Дослідження, здійснене в Данії, показало, що близько 65% підприємств листового офсетного друку регулярно використовують РОЗ, використовуючи тільки легкі розчинники, коли необхідно видалити засохлу друкарську фарбу. Споживання РОЗ цими підприємствами становить близько 2% від усіх використовуваних розчинників. Інші звіти, наприклад, з Нідерландів, показують, що ці очищувальні засоби не застосовні для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням і не завжди для листового друку. Також повідомляється, що під час рулонного офсетного друку з температурним закріпленням різниця у викидах між РВТК та РОЗ не виправдовує додаткових витрат та втраченого часу.

Для флексографічного друку та непублікаційного ротографічного друку розчинники з високою температурою спалаху зазвичай використовуються в невеликих кількостях для видалення дуже стійких забруднень. Проте для щоденного очищення очисних машин ці очищувальні засоби з високою температурою спалаху зазвичай не використовуються, хоча проводяться деякі експерименти, які поки не були успішними.

Використання РОЗ має бути обмежене тими, чия токсичність та вплив на різні компоненти довкілля відомі. Розчинники РОЗ можуть бути непридатними для більшості композицій фарб на водній основі в автомобільній промисловості та галузі нанесення покриттів на пластмасові поверхні, і застосування цих РОЗ має бути вивчене з урахуванням ефективності очищення щодо необхідного часу циклу.

#### **Економічні аспекти**

У процесах друку, оскільки очищення може вимагати більше часу, а час роботи друкарської машини є дуже дорогим, використання розчинників із нижчою леткістю швидко стає надмірно дорогим, якщо час друкарської машини дійсно втрачається. Наприклад, втрата виробничого часу через більш повільне випаровування розчинника може призвести до збільшення витрат до більше ніж 1 000 євро на годину для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням (дані за 2006 р.).

Сильні нелеткі розчинники: Вони дорожчі, ніж традиційні розчинники.

РОЗ: часто РОЗ у чотири рази дорожче, ніж звичайні очищувальні засоби. Проте обсяг РОЗ, необхідний для очищення однакової поверхні з полотна, становить половину обсягу



звичайних очищувальних засобів. Як правило, ця технологія є самоокупною; проте необхідно враховувати такі умови (наприклад, у поліграфічній промисловості):

- витрати на модернізацію автоматичного очищення на старих заводах можуть бути великими;
- сучасні автоматичні очисні установки, якщо вони досі використовують розчинники з високою леткістю, використовують лише кілька мл за цикл очищення;
- навіть невелика втрата виробничого часу на цикл очищення робить цю технологію дуже дорогою, якщо виражається в євро/кг невикинутих речовин.

#### Приклади заводів

Широко застосовується, але не в усіх ситуаціях.

#### Довідкова література

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 7, Germany 2003 ] [ 8, Nordic Council of Ministers 1998 ]  
 [ 11, InfoMil 2003 ] [ 12, Netherland 1996 ] [ 14, Aminimal et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ]  
 [ 19, Austria 2003 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 97, TWG 2006 ] [ 116, ESIG 2005 ] [ 212, TWG 2018 ]

## 17.9.6 Очищення на основі води

### Опис

Системи очищення з використанням мийних засобів на водній основі або розчинників, що змішуються з водою, як-от спирти, гліколи або аміни.

### Технічний опис

Очищення на водній основі може використовуватися на постійній основі в чанах за допомогою технологій очищення на водній основі або знежирення на основі систем мийних засобів. Воно також використовується для очищення основ або виробів для подальших технологій обробки на водній основі, наприклад, див. Розділ 17.7.1. Системи на водній основі також можна використовувати для очищення компонентів та підвузлів на періодичній основі вручну або в мийних машинах, для розпилювачів та маніпуляційних інструментів для очищення технологічних ліній, обладнання та інфраструктури (див. також Розділи 17.9.7, 17.9.8 та 17.9.9).

Використовується низка хімічних систем, що ґрунтуються на поєднанні мийних засобів із лугами (переважно амінами) та іншими речовинами залежно основ та матеріалів, що видаляються. Вони та пов'язані з ними варіанти технічного обслуговування обговорюються в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ].

Лінії подання фарби та приєднане обладнання для нанесення фарб на водній основі (чаші для розпилювання або фарборозпилювачі) можна промивати сумішшю бутилгліколю та води від 10% до 15% або водним промивним засобом на поверхнево-активних речовинах із вмістом органічних розчинників до 1% [ACEA коментар №505 у [ 212, TWG 2018 ]].

### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення споживання розчинників та неорганізованих викидів ЛОС.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Очищення компонентів може зайняти більше часу, ніж за допомогою технологій на основі розчинників, і необхідна установка для очищення. Альтернативні методи (наприклад, просочені розчинником серветки) можуть просто вимагати очисної станції.

Хоча вміст розчинника може бути значно знижено, варто зазначити, що очисні засоби на водній основі можуть містити до 15% розчинника.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Необхідний етап сушіння/піч, і, отже, процес може вимагати додаткового нагрівання. У міру використання води може знадобитися подальше очищення відпрацьованих вод, що утворюються.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовність може бути обмежена типом процесу, основою або обладнанням, що підлягає очищенню, і типом забруднення (наприклад, 2К покриття або покриття УФ-затвердіння вважаються складними).

Очищувальні засоби на водній основі використовуються в автомобільній промисловості, коли використовуються фарби на водній основі. Вони застосовуються для різних пластмасових деталей, у тому числі бамперів, дзеркал заднього виду, передніх крил тощо.

Ця технологія також використовується для флексографічного та непублікаційного ротогравюрного друку.

### **Економічні аспекти**

Дорожче, ніж традиційний розчинник.

### **Стимул до впровадження**

Мінімізація концентрацій викидів та з міркувань якості.

### **Приклади заводів**

На всіх заводах VW очищувальні засоби на водній основі використовуються для ґрунтовки та базового покриття. Приклади промивних засобів на основі поверхнево-активних речовин: Завод №046, Завод №045, Вжесьня. Для сектору флексографічного друку: Завод №014 у [155, TWG 2016].

### **Довідкова література**

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 183, ACEA 2017 \]](#)  
[\[ 197, FPE 2017 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

## **17.9.7 Закриті мийні машини**

### **Опис**

Автоматичне періодичне очищення/знежирення деталей друкарських машин/машин у закритих мийних машинах. Це можна зробити за допомогою таких речовин:

- a) органічні розчинники (з витяжкою повітря, пов'язаною зі зменшенням викидів ЛОС та/або відновленням використаних розчинників); або
- b) розчинники без вмісту ЛОС; або
- c) лужні очищувальні засоби (із зовнішнім або внутрішнім очищенням відпрацьованих вод).

### **Технічний опис**

Це закрита машина, яка завантажується компонентами на періодичній основі. Компонентами можуть бути або вироби, на які має наноситися покриття, або деталі технологічних машин, що підлягають очищенню під час технічного обслуговування або між замовленнями.

Машина містить очисний матеріал (розчинники з ЛОС, розчинники без ЛОС або лужні очищувальні засоби), які використовуються для очищення деталей (i) зануренням, (ii) розпиленням або (iii) у паровій фазі розчинника з низькою температурою кипіння, який конденсується на компонентах, тому на компоненти, що підлягають очищенню, завжди осідає чистий розчинник. У разі очищення на основі розчинників розчинники утримуються та збираються для повторного використання. Розчинник зазвичай нагрівається.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Викиди розчинників значно скорочуються в порівнянні з очищенням без системи утримування.



Джерело: [ 180, COM 2017 ] Завод №133 у [ 155, TWG 2016 ]

### Рисунок 17.12: Закрита автоматична мийна машина

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Викиди ЛОС із вентиляції можна значно скоротити, спрямовуючи їх до системи очищення відхідних газів на установці (наприклад, термічне окиснення або адсорбція на активованому вугіллі).

У деяких випадках складних відкладень або стійких забруднень може знадобитися видалення за допомогою галогеновмісних розчинників, коли негалогеновані розчинники не мають такої ж ефективності. Ці розчинники мають використовуватися в повністю закритих системах з обробкою вентиляційних розчинників. Стаття 57 ДПВ вимагає заміщення цих речовин якомога швидше та застосування відповідного ГДЗВ (Додаток VII).

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Ємність машини, у якій містяться деталі, вимагає вентиляції парів розчинника, перш ніж вміст ємності можна буде видалити. Ці вентиляційні пари іноді викидаються в повітря.

Енергія використовується на перекачування розчинника.

Активоване вугілля використовується, якщо застосовуються адсорбційні системи, і вугілля необхідно регенерувати або утилізувати як відходи.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовність може бути обмежена типом процесу, основою або обладнанням, що підлягає очищенню, і типом забруднення.

#### Стимул до впровадження

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці. ДПВ встановлює конкретні ГДЗВ для деяких галогеновмісних розчинників.

### **Приклади заводів**

Широко використовується в багатьох галузях промисловості.

### **Довідкова література**

[\[ 108, ESVOCCG 2006 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## **17.9.8 Продування з відновленням розчинника**

### **Опис**

Збирання, зберігання та, якщо це можливо, повторне використання розчинників, що використовуються для очищення фарборозпилювачів/аплікаторів та ліній між змінами кольору.

### **Технічний опис**

Розчинник використовується в закритій системі для продування фарборозпилювачів/аплікаторів та ліній між змінами кольору для запобігання перехресному забруднюванню. Розчинник для продування та очищення збирається, зберігається і використовується повторно, якщо це можливо.

Продування розчинником використовується для очищення розпилювачів, фарборозпилювачів пістолетного типу/аплікаторів, систем входу/виходу з подвійними дверима, маніпуляційних інструментів та ліній між змінами кольору для запобігання перехресному забрудненню. Очисний розчинник використовується для очищення обладнання та камер. Розчинник для продування та очищення можна збирати, зберігати та повторно використовувати як вихідний розчинник або знищити. Не все перероблені розчинники можна використовувати пізніше у всіх процесах, наприклад, через залишковий вміст води. Деякі сучасні заводи обладнані установками для відновлення відпрацьованих очищувальних засобів.

Зазвичай застосовується сучасне обладнання для подання фарби, у тому числі для відновлення продувних розчинників. Відновлення здійснюється шляхом перекачування очищувальних засобів з обладнання для нанесення в резервуари для зберігання.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Як правило, більшість очисних і продувних розчинників можна відновлювати для повторного використання.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Повідомляється про проблеми із двокомпонентними матеріалами, які часто призводять до засмічення трубопроводу резервуара відновлення.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовність може бути обмежена типом процесу, основою або обладнанням, що підлягає очищенню, і типом забруднення. Ця технологія переважно використовується для процесів очищення на основі розчинників, хоча її модернізація є дорогою.

### **Економічні аспекти**

В автомобільній промисловості типова система відновлення розчинника коштувала 0,4 мільйона євро за встановлення для однієї камери фарбування розпиленням у 2004 році.

Економію буде досягнуто через зниження споживання розчинників та зменшення кількості шкідливих відходів. На великих заводах економія буде майже перевищувати інвестиції.

Стимул до впровадження

Переробка розчинників та скорочення викидів ЛОС.

### **Приклади заводів**

Ця технологія є стандартною практикою в автомобільній промисловості та широко використовується в інших секторах.

### **Довідкова література**

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 26, CITEPA 2003 \]](#) [\[ 32, ACEA 2004 \]](#), [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## 17.9.9 Очищення за допомогою розпилення води під високим тиском

### Опис

Системи розпилення води під високим тиском та системи з бікарбонатом натрію або аналогічні системи використовуються для автоматичного періодичного очищення деталей друкарських машин/машин.

### Досягнуті екологічні переваги

До переваг належить скорочення викидів розчинників. Миття решіток на підлозі у фарбувальних камерах із розташованими нижче системами видалення надлишку розпилення фарби забезпечує підтримання оптимального потоку й дає змогу уникнути зниження ефективності боротьби з викидами [АСЕА коментар №365 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

В автомобільній промисловості ця технологія використовується для промивання водою деталей обладнання після занурення в каустичний засіб, а також для регулярного очищення решіток на підлозі та тримачів (регулярне очищення решіток на підлозі між камерою фарбування розпиленням і скруббером Вентури). Очищення під високим тиском допускається з гідростатичним тиском від 40 до 250 барів. Через високий тиск водяного струменя (40–250 барів) кузови транспортних засобів не очищаються за допомогою технології очищення під високим тиском. Проте очищення за допомогою розпилення під низьким тиском (5–20 барів) є стандартною практикою й зазвичай інтегрується в процес очищення зануренням [АСЕА коментар №365 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

### Вплив на різні компоненти довкілля

Споживання води збільшується й утворюватиметься більше стічних вод, хоча це можна мінімізувати за допомогою миття шляхом розпилення під високим тиском.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовність може бути обмежена типом процесу, основою або обладнанням, що підлягає очищенню, і типом забруднення. Ця технологія використовується для глибокого очищення ракелів, циліндрів та анілоксових валків, що використовуються для флексографічного та непублікаційного ротогравюрного друку. Карбонат натрію додається до води високого тиску. Про використання технології також повідомляють заводи нанесення покриття на рулонний метал.

### Стимул до впровадження

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці, а також підтримання ефективності боротьби з викидами.

### Приклади заводів

Застосовується в різних секторах; для нанесення покриття на рулонний метал: Завод №105 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### Довідкова література

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

## 17.9.10 Ультразвукове очищення

### Опис

Очищення в рідині за допомогою високочастотних вібрацій для ослаблення налипання забруднень.

### Технічний опис

Ультразвуковий очищувач генерує високочастотні вібрації через рідину (зазвичай мийні засоби на водній основі), тобто в діапазоні від 20 000 до 100 000 циклів на секунду. Вібрації створюють мікроскопічні бульбашки в рідині, які потім опадають на предмети, занурені в рідину, створюючи очищувальну дію.

Ефективність очищення може бути покращена, якщо температура суміші на водній основі становить від 40 °C до 60 °C [PT коментар №3 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Не використовуються очищувальні засоби на основі розчинників, а викиди ЛОС виключені. Проте іноді може знадобитися невеликий процес подальшого очищення розчинниками, що містять ЛОС.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Рівні шуму можуть зростати. Споживання енергії може зрости через необхідність нагрівання суміші на водній основі.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовність може бути обмежена типом процесу, основою або обладнанням, що підлягає очищенню, і типом забруднення.

Технологія застосовується в процесі флексографічного та непублікаційного ротогравюрного друку для глибокого очищення циліндрів та анілоксових валків.

Вона не застосовується для основ та деталей, які можуть бути пошкоджені ультразвуковими вібраціями.

#### **Стимул до впровадження**

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

#### **Довідкова література**

[\[ 8, Nordic Council of Ministers 1998 \]](#) [\[ 23, COM 2006 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### **17.9.11 Очищення сухим льодом (CO<sub>2</sub>)**

#### **Опис**

Очищення деталей машин та металевих або пластмасових основ шляхом дробоструминної обробки крихтою або снігом CO<sub>2</sub>.

Засохлу фарбу або друкарську фарбу можна видалити за допомогою дробоструминної обробки гранулами сухого льоду. Інформацію про очищення снігом CO<sub>2</sub> див. у Розділі 17.9.11.1.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Викиди розчинників повністю виключені.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Підготування займає багато часу, оскільки деталі машини, що підлягають очищенню, мають бути повністю ізольовані для запобігання пошкодженню інших деталей.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Дробоструминна обробка вимагає енергії та створює шум (всередині приміщення) та пил від видаленої фарби або друкарської фарби.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ця технологія широко застосовується для підтримувального очищення, а не для щоденних процесів очищення, оскільки зазвичай передбачене розбирання деталей машин.

У процесах друку ця технологія використовується для позбавлення від дуже стійких забруднень на деталях друкарських машин. Вона застосовується раз на кілька місяців для періодичного інтенсивного очищення на заводах публікаційного ротогравюрного друку та рулонного офсетного друку з температурним закріпленням, де як очисний розчинник зазвичай використовується толуол або спеціальні суміші розчинників.

Очищення сухим льодом є твердо усталеним у процесі попередньої обробки пластмасових деталей перед подальшим нанесенням покриттів. Процес очищення CO<sub>2</sub> для очищення забрудненого розпилювального обладнання в камері фарбування розпиленням ще не розроблений [ACEA коментар №440 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

### Економічні аспекти

Витрати можна порівняти зі звичайними технологіями очищення.

### Стимул до впровадження

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

### Приклади заводів

Ця технологія використовується на заводах флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку, публікаційного ротогравюрного друку та рулонного офсетного друку з температурним закріпленням у всій Європі. Вона також використовується в попередній обробці пластмасових поверхонь перед нанесенням покриття.

### Довідкова література

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 7, Germany 2003 ] [ 23, COM 2006 ] [ 38, TWG 2004 ]  
[ 212, TWG 2018 ]

#### 17.9.11.1 Очищення снігом CO<sub>2</sub>

##### Опис

Очищення поверхні прискореним снігом CO<sub>2</sub> за допомогою аплікатора (соплової решітки), встановленого на роботі.

##### Технічний опис

Рідкий CO<sub>2</sub> проходить через сопло під тиском та охолоджується через розширення за соплом. Кристали льоду CO<sub>2</sub> прискорюються повітрям (див. Рисунок 17.13 нижче).

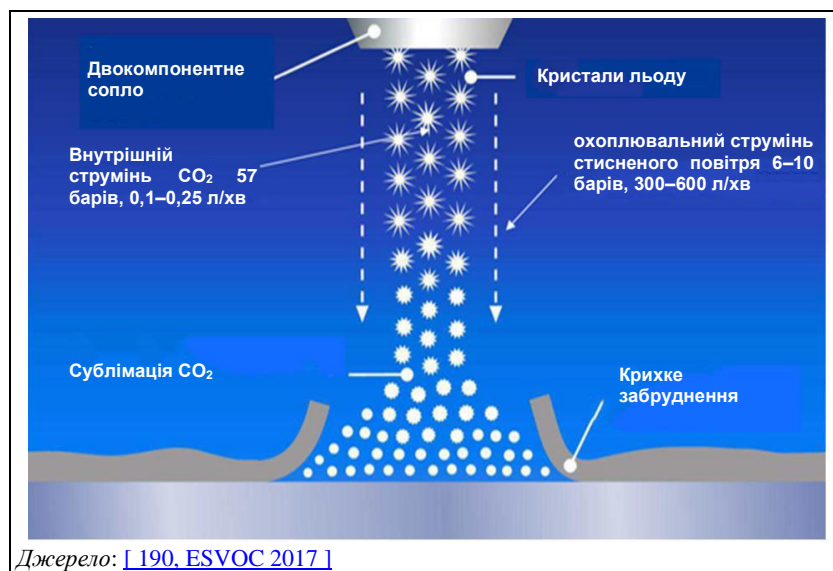


Рисунок 17.13: Викид рідкого CO<sub>2</sub>

Енергія, що вивільняється під час зіткнення кристалів льоду з поверхнею, що очищається, видаляє пил та інші забруднення.

Установка для очищення снігом CO<sub>2</sub> складається з таких компонентів:

- робот із шістьма або сімома осями, оснащений обладнанням для нанесення;
- технологічні клапани, встановлені на корпусі робота між Маніпулятором 1 та Маніпулятором 2;
- аплікатор (соплові решітки), встановлений на осі захватного пристрою робота;
- кабіна нанесення за межами зони робота:
  - охолоджувач CO<sub>2</sub>;

- фільтрувальний пристрій для повітря;
- кабіна керування роботом;
- Система подання CO<sub>2</sub>, що складається з резервуара CO<sub>2</sub>, компресора та системи охолодження.



Джерело: [ 190, ESVOC 2017 ]

Рисунок 17.14: (а) Робот-аплікатор, (б) Резервуар з CO<sub>2</sub> високого тиску, (с) Резервуар з CO<sub>2</sub> низького тиску

#### Досягнуті екологічні переваги

- Менше споживання енергії.
- Сушарка не потрібна, менше споживання енергії.
- Не використовується вода/хімічні речовини.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Ця технологія замінює попередню обробку промиванням та сушильну піч для води.

Менше технічного обслуговування:

- не потрібне дозування хімічних речовин;
- гнучка система з високими можливостями досягнення встановлених цілей через використання робота;
- ті самі операції, що й у випадку роботів-аплікаторів;
- ті самі запасні частини, що й у випадку роботів-аплікаторів.

Переваги процесу:

- не використовується вода/хімічні речовини;
- необхідно регулювати лише кілька параметрів процесу;
- усунення дефектів поверхні, спричинених водою.

Необхідні експлуатаційні умови:

- звукоізольована конструкція камери (рівень шуму за межами камери): < 75 дБА, рівень шуму на соплах приблизно 105–110 дБА);
- камера розподілу поверненого повітря під конвеєром;
- відсутність невентильованих зон у камері;
- безпечні двері та вхід камери;
- робота камери повинна здійснюватися під зниженим тиском;
- заслінка припливного повітря на вході та виході з камери для підтримання концентрації CO<sub>2</sub> всередині камери;



- значення ГДК (гранично допустима концентрація на робочому місці) мають контролюватися всередині та зовні камери датчиками CO<sub>2</sub>, категорія 3, резервовані:
  - швидкість низхідного потоку повітря: 0,4–0,5 м/с;
  - частка свіжого повітря: приблизно 2025%;
  - температура: > 20 °С;
  - відносна вологість: макс. 55%;
  - іонізаційні портали після зони очищення.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Технологія застосовується для очищення пластмасових деталей та очищення загальних промислових компонентів.

Деякі залишки не можуть бути видалені за допомогою очищення снігом; тому мають треба дотримуватись таких попередніх умов:

- відсутність зберігання деталей на відкритому повітрі;
- відсутність на деталі відбитків пальців, жиру, оливи, мастил та інших сильних клейких забруднень/залишків;
- короткий проміжок часу між процесом лиття та фарбуванням;
- принцип чистого приміщення для всієї лінії фарбування.

#### **Економічні аспекти**

- Інвестиційні витрати на модернізацію.
- Зниження витрат шляхом економії матеріалів та енергії.
- Ефективніший перший прохід (відсутність дефектів поверхні, спричинених водою).

#### **Стимул до впровадження**

- Вища якість, відсутність плям від води на поверхні бампера. Усунення дефектів поверхні, спричинених водою.
- Зниження витрат на одиницю продукції.
- Немає потреби в зоні продування.
- Зменшення площі. Тільки одна камера для робота для очищення. Немає потреби в зоні охолодження.

#### **Приклади заводів**

Rehau, Фіхтах, Німеччина, 2008 р.

Plastic Omnium, Гливиці, Польща, 2012 р.

Rehau Дьер, Угорщина, 2013 р.

Volkswagen, Вольсбург, Німеччина, 2013 р.

Rehau, Порт-Елізабет, Південна Африка, 2009 та 2013 рр.

Plastic Omnium, Мексика.

Plastic Omnium, Чаттануга, США.

#### **Довідкова література**

[\[ 190, ESVOC 2017 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### 17.9.12 Дробоструминне очищення пластмаси

#### Опис

Накопичені надлишки фарби видаляються з затискачів панелей і транспортувальних пристроїв для кузовів за допомогою дробоструминної обробки пластмасовими частинками.

#### Технічний опис

Для затискачів використовуються індивідуалізовані kabіни дробоструминної обробки із встановленими діапазонами тиску потоку та розмірами сопел для досягнення оптимального очищення залежно від розміру та рівня забруднення затискачів.

Індивідуалізований відсік потрібний для більшого обладнання, як-от фарбувальні візки та відходи пофарбованих деталей бампера.

Він також використовується для видалення покриття з повітряних суден або інших металевих та пластмасових поверхонь.

#### Досягнуті екологічні переваги

Виключення використання шкідливих очисних хімічних речовин, які раніше були необхідні.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

- У методі очищення не використовуються шкідливі хімічні речовини.
- Продовжує строк експлуатації виробничого обладнання та інструментів.
- Потенціал для мінімізації відходів пофарбованих пластмасових деталей шляхом видалення фарби та подальшого повторного напилення фарби.
- Підлягає випробуванню на відходах пластмасових бамперів на можливість повторного фарбування.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Декілька інших матеріалів розглядалися для дробоструминної обробки. До них належать метал, пісок та скло. Усі вони були надто абразивними та спричиняли пошкодження затискачів після кількох очищень.

Також були розглянуті інші технології очищення:

- Розглянутий ультразвуковий резервуар із водною енергією не зміг зруйнувати 2К прозорий шар покриття.
- Ізольований реактор, що містить пісок, нагрітий до 450 °С, спричинив пошкодження через абразивний характер процесу.

#### Економічні аспекти

- Зниження витрат на очищення на 50%.
- Потрібні початкові витрати на покупку дробоструминного обладнання та будівництва індивідуалізованої камери для очищення великих транспортувальних пристроїв для кузовів.

#### Стимул до впровадження

- Зниження витрат на очищення.
- Менше забруднення затискачів та перенесення на пофарбовані кузови.
- Покращена якість та менше доробок.

#### Приклади заводів

Honda of the UK Manufacturing Ltd. (HUM), Свіндон, Велика Британія. Технічне обслуговування повітряних суден: EAB AE, Греція.

#### Довідкова література

[ 190, ESVOC 2017 ]

## 17.10 Видалення та очищення відхідних газів

У цьому розділі обговорюються застосовувані системи очищення відхідних газів. У ньому обговорюються не лише різні доступні типи очищення, але також проекти та схеми. У цьому розділі також розглядаються технології оптимізації або мінімізації потоку повітря, що підлягає очищенню, а також технології відновлення розчинників, від яких виконується очищення, наприклад, дистилювання.

Спеціально для викидів ЛОС у Додатку 21.6 наводиться узагальнення технологій очищення відхідних газів для зменшення викидів ЛОС (окиснення, адсорбція, конденсація та біологічне очищення) та їхня застосовність. Порівняння ефективності видалення технологій, що найбільш поширені, надане для різних типів розчинників і для різних діапазонів концентрацій на вході [97, TWG 2006]. Також надані та описані показники ефективності видалення, повідомлені під час збору даних щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників [155, TWG 2016].

### 17.10.1 Вибір, проектування та оптимізація системи

#### Опис

Система очищення відхідних газів вибирається, проектується та оптимізується з урахуванням таких параметрів, як:

- кількість витяжного повітря;
- тип та концентрація розчинника у витяжному повітрі;
- тип системи боротьби з викидами (спеціалізована/централізована);
- охорона праці та техніка безпеки;
- енергоефективність.

Можна розглянути такий порядок пріоритетності для вибору системи:

- розділення відхідних газів із високою та низькою концентрацією ЛОС;
- технології гомогенізації та підвищення концентрації ЛОС (див. Розділи 17.10.3.2 та 17.10.3.3);
- технології відновлення розчинників у відхідних газах (див. Розділ 17.10.6);
- технології зниження викидів ЛОС із регенерацією тепла (див. Розділ 17.10.5);
- Технології зниження викидів ЛОС без регенерації тепла (див. Розділ 17.10.5).

#### Технічний опис

Системи витяжки повітря, що містить розчинники, зазвичай насамперед розроблені для підтримання атмосфери в робочих зонах та обладнанні значно нижче за нижчу концентраційну границю вибуховості, а концентрацій розчинників – нижче границь впливу на робочому місці. Витяжне повітря з основних точкових джерел розчинників спрямовується в системи очищення відхідних газів.

У деяких випадках (наприклад, у сушильних печах, мийних машинах, що використовують розчинники) повітря відводиться на очищення з основною метою скорочення викидів розчинників. Крім того, у багатьох випадках первинною метою очищення відхідних газів є зменшення неприємного запаху.

Уловлювання викидів полегшується, якщо діяльність ізольована в системі утримування. Розмір системи утримування має бути мінімально необхідним для практичного здійснення етапу технологічного процесу. Потік повітря має бути мінімально необхідним для забезпечення безпеки процесу та контролю ризику професійного впливу (OEL). Основну увагу варто приділяти уловлюванню викидів у найменших обсягах повітря та з максимально можливою концентрацією, щоб максимізувати ефективність подальшої обробки з оптимізацією відповідного споживання енергії. Залежно від процесу замість варіанту повного закриття та витяжки може бути розглянутий варіант локалізованого закриття та витяжки. Детальне проектування та відповідне визначення розмірів важливі для запобігання введенню великої кількості зайвого повітря для розбавлення в систему, збільшення витрат і зниження ефективності очищення.

У визначенні розмірів витяжної системи та виборі методу усунення забруднення довкілля враховуються:

- характер викидів (безперервний/періодичний);
- вміст енергії у відхідних газах та ефект споживання енергії нижче автотермічних умов;
- витрати та переваги від обробки викидів із низькою концентрацією ЛОС із погляду споживання енергії.

У проектуванні витяжних систем слід враховувати:

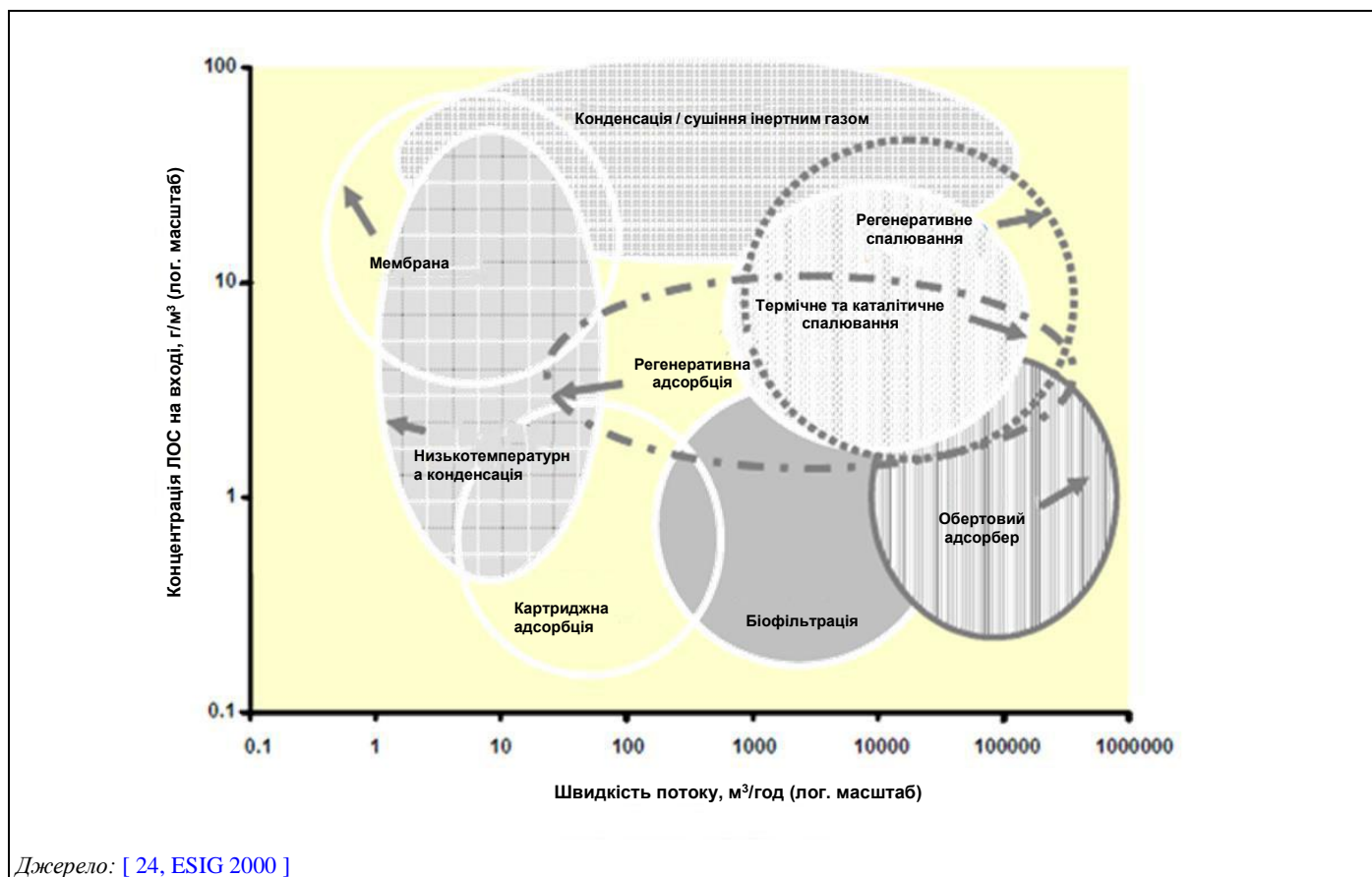
- кількість повітря, що видаляється;
- тип та ймовірний рівень вмісту розчинників;
- тип і ймовірний рівень супутніх речовин, які самі або продукти згорання яких можуть спричинити корозію, відкладення або залишки;
- тип обробки та пов'язані з ним витрати та переваги, а також вплив на різні компоненти довкілля (наприклад, споживання матеріалів, енергії);
- кількість годин роботи на рік;
- використання децентралізованих/спеціалізованих систем очищення, щоб несправність/ремонт впливали тільки на ці системи;
- міркування щодо охорони праці та техніки безпеки.

Видалення великого обсягу повітря пропорційно до розчинника збільшує розмір системи боротьби з викидами та може збільшити кількість енергії, необхідної як допоміжне паливо для спалювання.

Неорганізовані викиди, які не вловлюються витяжними системами, і викиди після очищення відхідних газів становлять загальні викиди розчинника. Це необхідно враховувати під час проектування витяжної системи та системи боротьби з викидами.

Приклад, що розглядає вплив на різні компоненти довкілля в процесі флексографічного друку фарбами на водній основі проти фарб на основі розчинників, наведено в ДД НДТМ для економічних та міжсередовищних наслідків [\[ 50. COM 2006 \]](#).

На Рисунку 17.15 наведено схематичний огляд доступних технологій зменшення викидів ЛОС за двома важливими критеріями: концентрація ЛОС та швидкість потоку. Вказані дані є орієнтовними та не є вичерпними. Детальне оцінювання має здійснюватись у кожному конкретному випадку окремо.



Джерело: [ 24, ESIG 2000 ]

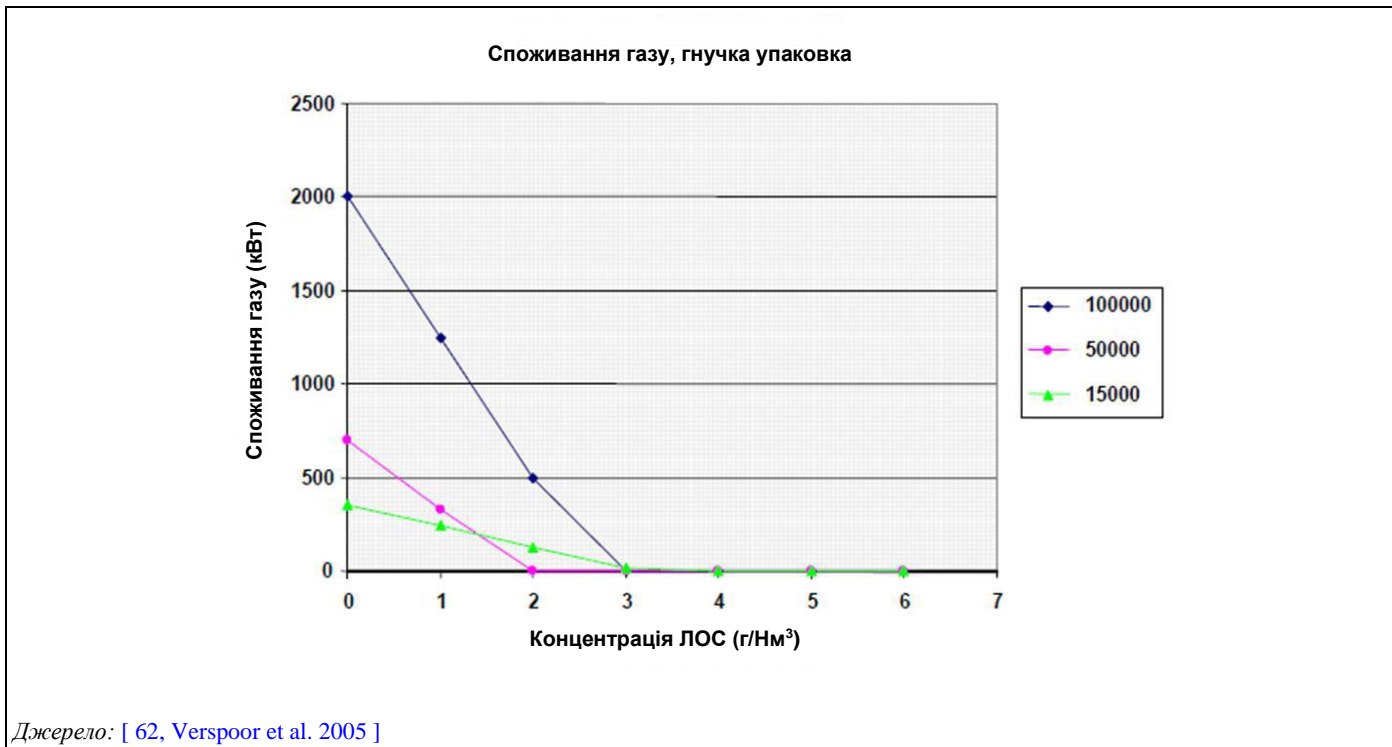
**Рисунок 17.15: Огляд галузей застосування доступних технологій зменшення викидів ЛОС**

Наведені нижче міркування можуть допомогти у виборі, проектуванні та оптимізації системи, хоча можуть знадобитися експертні рекомендації:

- **Періодичні викиди:** для періодичних процесів технології змінного та невеликого навантаження, такі як просте термічне окиснення або адсорбція, є найбільш економічно ефективними.
- **Вибір термічної обробки для безперервної роботи** [ 62, Verspoor et al. 2005 ]: якщо викиди безперервні, див. Розділ 17.10.5 про застосовні технології. Також Розділ 17.10.3, де описані технології підтримання концентрації ЛОС перед обробкою.

У технологіях обробки з регенеративним підігрівом (регенеративне термічне окиснення, установки РТО) найбільша частка енергії процесу регенерується вбудованими теплообмінниками (> 95%). Отже, потреба в енергії для очищення відхідних газів для досягнення концентрації ЛОС близько 20 мг С/м<sup>3</sup> в очищеному газі не значно перевищує енергію, необхідну для досягнення лише 50 мг С/м<sup>3</sup> або 100 мг С/м<sup>3</sup>. Проте для основного вентилятора витяжної системи споживання енергії є вищим, а також вищими є витрати на технічне обслуговування. Якщо температура процесу знижується через те, що допускається вища концентрація ЛОС в очищеному газі, викиди СО можуть значно збільшитися.

- **Вплив споживання енергії нижче автотермічних умов:** для впливу на експлуатаційні витрати системи термічної обробки, коли середній вміст розчинника структурно знижується з часом через (наприклад) зменшення вмісту розчинника у використовуваних матеріалах покриття, див. Рисунок 17.16. Він показує дані для термічного окисника на заводі флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку. Кількість газу, який використовується після автотермічної точки, збільшується експоненціально для середніх та малих потоків.



**Рисунок 17.16: Приклад споживання газу нижче автотермічної точки для заводу з флексографічного друку та публікаційного ротогравюрного друку для трьох сценаріїв витрати**

- Витрати та переваги щодо споживання енергії для контролю низьких викидів розчинників:** ДД НДТМ для економічних та міжсередовищних наслідків [50, СОМ 2006] описує шляхи розрахунку та інтерпретації впливів на різні компоненти довкілля для альтернативних варіантів процесу шляхом впорядкування викидів за сімома видами впливу на довкілля (темами). Ці види впливів можна порівняти, використовуючи шкали відносного впливу для окремих речовин, що викидаються, або їхньої токсичності (див. також Розділ 17.6.1). Проте важко порівнювати один вплив з іншим, і необхідне подальше оцінювання впливу на різні компоненти довкілля.

Альтернативним методом порівняння цих різних впливів є порівняння витрат на негативні зовнішні ефекти (школа або негативні граничні соціальні витрати), у цьому випадку шкода довкіллю передбачає здоров'я людини. Для цього може бути доступно менше даних, але доступні дані про викиди в повітря (див. нижче). Цю технологію можна використовувати для порівняння ефективності різних варіантів дій. Наприклад, спалювання допоміжного палива для зниження викидів ЛОС у відпрацьованих газах можна порівняти з подальшими заходами зі скорочення неорганізованих викидів. Тонни  $\text{CO}_2$ , що викидаються на рік, можуть бути розраховані для спалювання додаткового палива для знищення відомої кількості (в тоннах) викидів ЛОС (наприклад, зниження рівня викидів із  $10 \text{ mg C/m}^3$  до  $3 \text{ mg C/m}^3$  для описаного потоку відпрацьованих газів). Потім їх можна помножити на відповідні граничні соціальні витрати та порівняти. Порівняння шкоди від  $\text{CO}_2$  зі шкодою від ЛОС є спрощеним: також необхідно враховувати зміни в  $\text{NO}_x$  (якщо відомі). Крім того, необхідно додати внесок  $\text{CO}_2$  від спалених ЛОС.

На рівні ЄС діапазон середньої шкоди від ЛОС у порівнянні з центральною межею витрат на  $\text{CO}_2$  дає діапазон 32–140 тонн  $\text{CO}_2$  для однієї тонни ЛОС ( $40\,000$ – $175\,000 \text{ m}^3$  природного газу), див. Таблицю 17.6. Проте ці коефіцієнти витрат дають вартість усунення забруднення однієї тонни ЛОС у розмірі від  $14\,000$  євро до  $63\,000$  євро, що перевищує граничну шкоду від ЛОС на тонну в 10–66 разів (з огляду на вартість газу від  $7,52$  євро до  $10,48$  євро за ГДж у 2006 р.). Дві країни (Бельгія та Нідерланди) використовують контрольні показники рентабельності  $3\,200$  євро та  $4\,500$  євро (відповідно) для загальних витрат на тонну усунених викидів ЛОС.

Це вказує на те, що ці порівняння значно перевищують рентабельність спалювання такої кількості газу на рівні ЄС-25. (Можливо, що граничні соціальні витрати на використовуваний CO<sub>2</sub> надто низькі).

Ці значення не враховують вплив CO<sub>2</sub> або будь-якого NO<sub>x</sub>, пов'язаний з окисненням ЛОС.

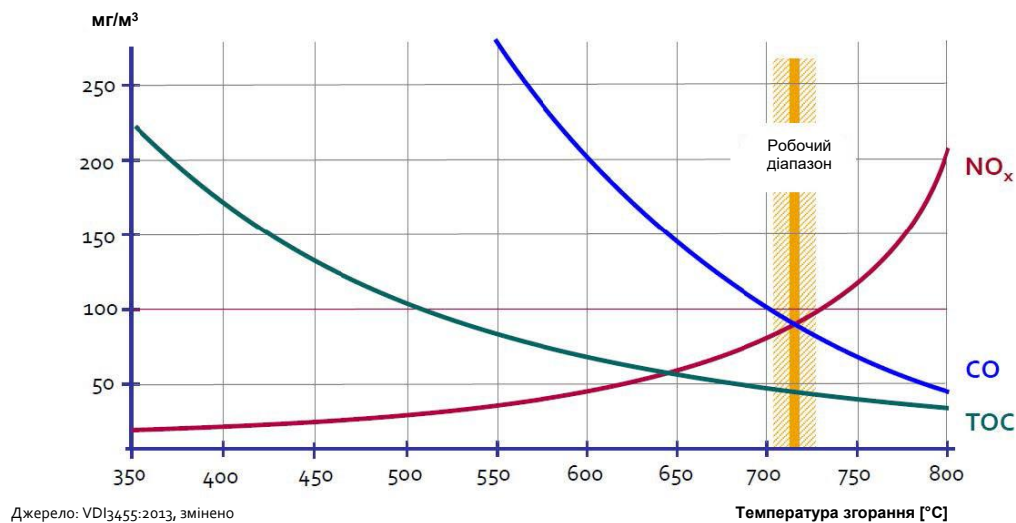
**Таблиця 17.6: Порівняння граничних соціальних витрат, пов'язаних зі змінами клімату, з граничними витратами, пов'язаними зі шкодою від викидів ЛОС**

| Граничні соціальні витрати, пов'язані зі змінами клімату (євро/т CO <sub>2</sub> ) | Граничні витрати, пов'язані зі шкодою від викидів ЛОС (євро/т викидів) | Тонни CO <sub>2</sub> на боротьбу з 1 тонною ЛОС | Тисячі м <sup>3</sup> природного газу на боротьбу з 1 тонною ЛОС <sup>(1)</sup> |
|--|--|--|---|
| 10   | 950  | 95   | 119   |
| 10   | 1400   | 140  | 175   |
| 20   | 950  | 48   | 60  |
| 20   | 1400   | 70   | 88  |
| 30   | 950  | 32   | 40  |
| 30   | 1400   | 46   | 58  |

<sup>(1)</sup> На основі густини природного газу 0.8 кг/м<sup>3</sup> за стандартних температури та тиску (дані за 2006 р.).

- **Вплив граничного значення CO:** рівень CO, що викидається з термічного окисника, переважно залежить від температури камери згорання та часу перебування вихлопних газів усередині камери згорання. Нижчі рівні викидів CO означають:
  - Підвищення температури камери згорання (призводить до збільшення експлуатаційних витрат). Зазвичай достатньо підвищити температуру згорання приблизно до 850 °C для регенеративних термічних окисників або приблизно до 750 °C для рекуперативних термічних окисників. За концентрацій ЛОС біля або вище автотермічної точки це буде досягатися автоматично. Загальний вплив на експлуатаційні та капітальні витрати у зв'язку зі зниженням рівня CO можна вважати незначним.
  - Збільшення розміру камери згорання для збільшення часу перебування (призводить до вищих інвестиційних витрат).
- **Баланс між скороченням викидів CO, NOX та ЛОС:** необхідно встановити баланс між викидами CO, NOX та ЛОС (криві оптимізації), і він буде різним для кожного заводу. Як правило, викиди CO та NOX віддзеркалюють один одного, водночас один збільшується, а інший зменшується. Схема рівнів викидів ЗЛОВ, NOX та CO, що досягаються, для типового рекуперативного термічного окисника, надана на Рисунку 17.17.

Робочий діапазон установок термічного очищення відпрацьованих газів  
(схема для типових рекуперативних окисників)



Джерело: [АСЕА коментар №371 у [ 212, TWG 2018 ]]

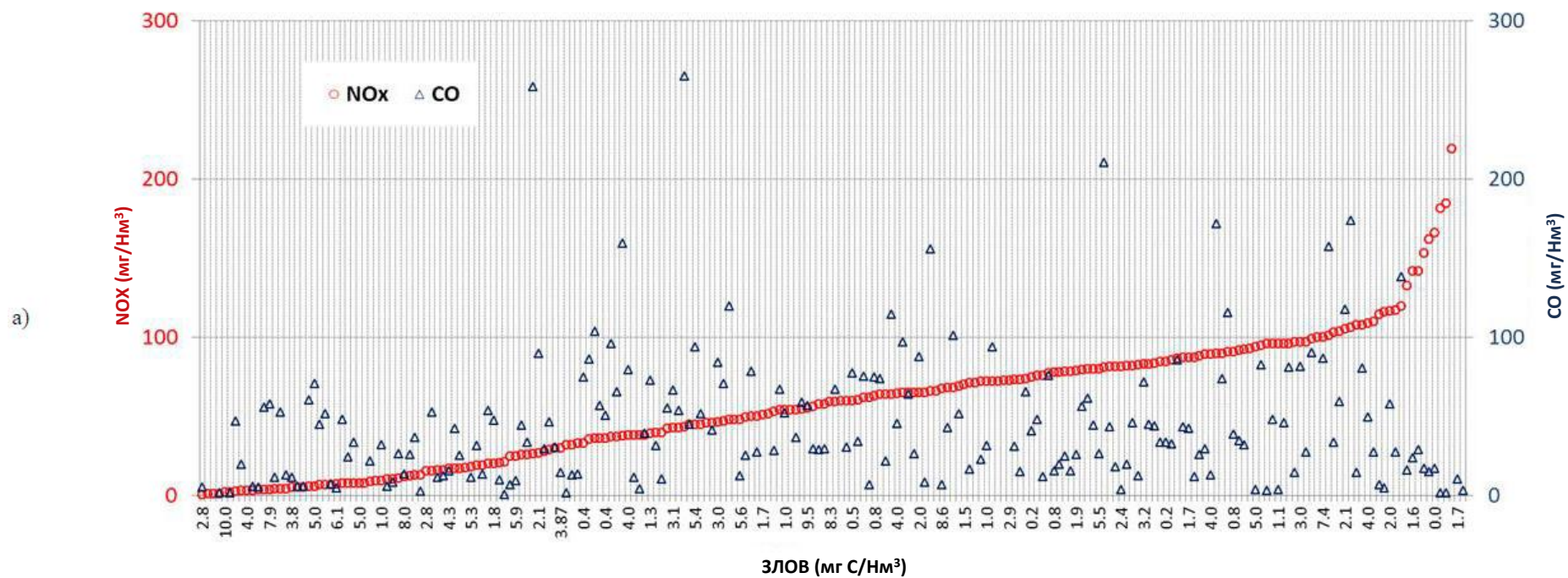
**Рисунок 17.17: Схема рівнів викидів ЗЛОВ, NO<sub>x</sub> та CO, що досягаються, для типового рекуперативного термічного окисника**

Проте, повідомлені дані про рівні викидів ЗЛОВ, NO<sub>x</sub> та CO, що досягаються, з усіх секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, де застосовується термічне очищення відхідних газів, показують, що низькі рівні ЗЛОВ поєднуються з низькими концентраціями NO<sub>x</sub> /CO у відпрацьованих газах (див. Рисунок 17.18(a), (b) та (c)).

Дані надані в трьох діапазонах відповідно до досягнутих рівнів ЗЛОВ: а) для рівнів ЗЛОВ нижче 10 мг С/Нм<sup>3</sup>, б) для рівнів ЗЛОВ у діапазоні від 10 мг С/Нм<sup>3</sup> до 20 мг С/Нм<sup>3</sup> та с) для рівнів ЗЛОВ вище 20 мг С/Нм<sup>3</sup>.

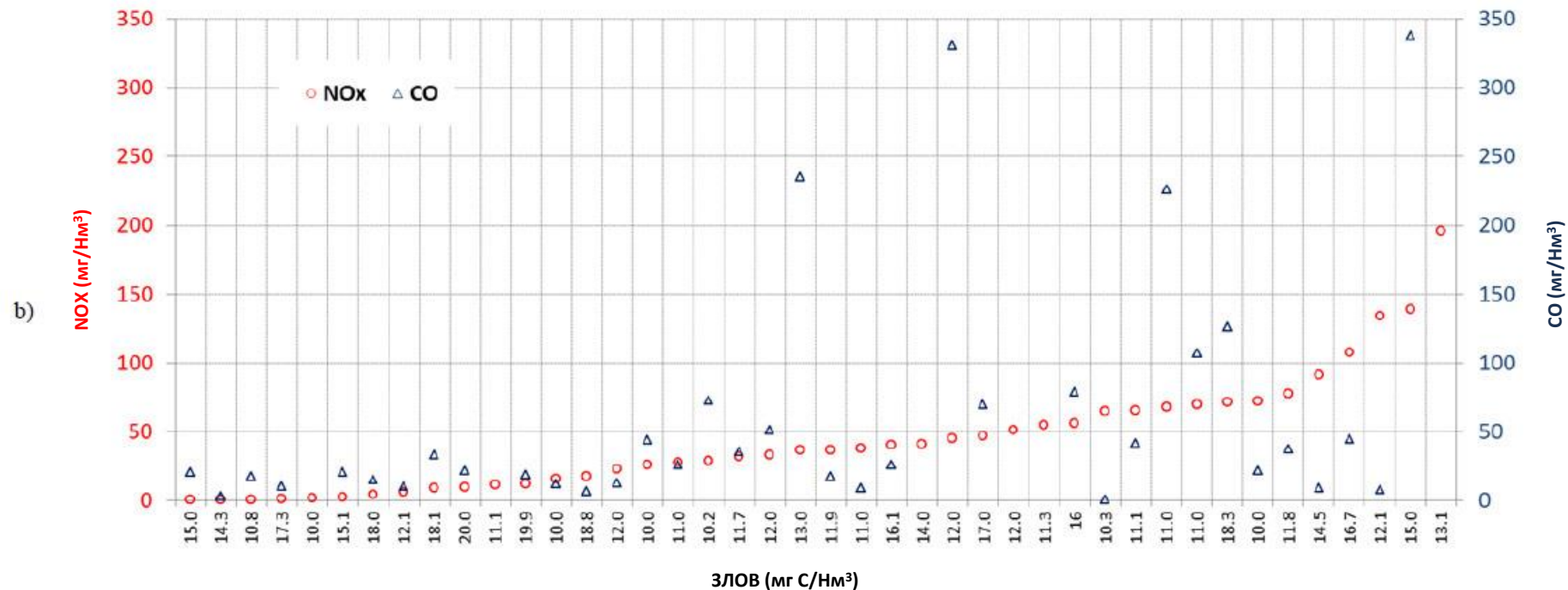


Всі сектори: ЗЛОВ (лише значення в діапазоні 0–10 мг С/Нм<sup>3</sup>) - NO<sub>x</sub> - CO, значення концентрацій (у мг/Нм<sup>3</sup>)  
Періодичний моніторинг – усі роки

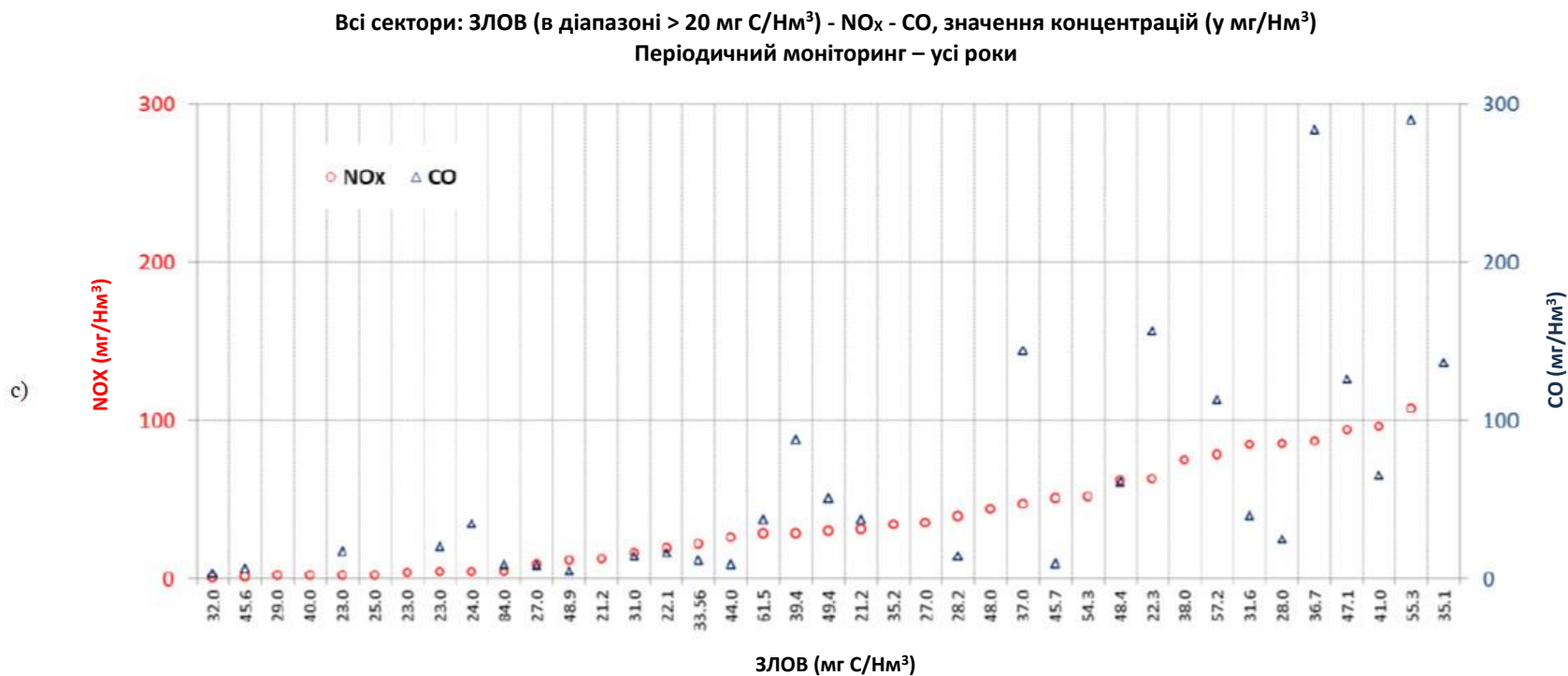


Примітка: Графік містить точки викидів, для яких доступні дані щодо ЗЛОВ, а також NO<sub>x</sub> та/або CO.

Всі сектори: ЗЛОВ (лише значення в діапазоні 10–20 мг С/Нм<sup>3</sup>) - NO<sub>x</sub> - CO, значення концентрацій (у мг/Нм<sup>3</sup>)  
Періодичний моніторинг – усі роки



Примітка: Графік містить точки викидів, для яких доступні дані щодо ЗЛОВ, а також NO<sub>x</sub> та/або CO.



Примітка: Графік містить точки викидів, для яких доступні дані щодо ЗЛОВ, а також NO<sub>x</sub> та/або CO.

Джерело: [155, TWG 2016]

**Рисунок 17.18: Повідомлені викиди ЗЛОВ, NO<sub>x</sub> та CO, з заводів у секторі поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, де застосовується термічна обробка**

- **Технічне обслуговування:** див. Розділ 17.2.6.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Скорочення викидів ЛОС і запаху може бути досягнуто шляхом відповідного вибору, проєктування та оптимізації системи очищення відхідних газів.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Дані щодо окремих технологій див. у відповідних розділах.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Споживання енергії у витяжних системах може бути значним. Обсяг енергії, що споживається для досягнення низьких концентрацій ЛОС, може бути значним. Шум може бути значним фактором.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

#### **Економічні аспекти**

Залежать від об'єкта та технології. Дані щодо окремих технологій див. у відповідних розділах.

#### **Стимул до впровадження**

- Витяжка: охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.
- Усі міркування: неприємний запах, національне/місцеве законодавство.

#### **Приклади заводів**

Широко застосовується в різних секторах поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, де використовується система очищення відхідних газів.

#### **Довідкова література**

[\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 50, COM 2006 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 113, ECN 2005 \]](#)  
[\[ 66, AEA et al. 2005 \]](#) [\[ 114, AEA et al. 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### **17.10.2 Утримування та вловлювання відхідних газів**

У цьому розділі описується утримування та вловлювання відхідних газів від нанесення покриттів/фарб та процесів сушіння. Крім того, у Розділах 17.10.3.2 та 17.10.3.3 також обговорюються технології, пов'язані з внутрішньою або зовнішньою концентрацією розчинника (збільшення концентрації розчинника в неочищеному газі). Поводження з розчинниками та їхнє зберігання описано в Розділі

17.2.2. Вибір систем збирання та очищення також описаний у ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [\[ 31, COM 2016 \]](#).

#### **17.10.2.1 Витяжка повітря якомога ближче до точки нанесення фарби/покриття**

##### **Опис**

Витяжка повітря якомога ближче до місця нанесення з повним або частковим закриттям зон нанесення розчинника (наприклад, пристроїв для нанесення покриттів, машини для нанесення, камери для фарбування розпиленням) і можливою завершальною обробкою витяжного повітря.

##### **Досягнуті екологічні переваги**

- Зменшення неорганізованих викидів та шуму.
- Зменшення обсягу витяжного повітря (і, отже, енергії, що використовується для витяжки).
- Зменшення розмірів та енергії, що використовується в системі очищення відпрацьованих газів.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Ця інформація (за наявності) детально описана в цьому документі для кожного виду діяльності у відповідних главах (Глави з 2 до 15).

Деталі обладнання або цілі лінії можуть бути ізольовані/закриті для уникнення неорганізованих викидів. Закриття також може бути необхідним із міркувань охорони праці та техніки безпеки на робочому місці, зниження ризику травм від обладнання або для зниження рівня шуму.

Повітря може відводитися з обладнання для нанесення, що використовується в основному процесі, як-от друкарські машини, лінії нанесення покриття на рулонний метал або лінії нанесення покриття на автомобілі. Обладнання для нанесення може бути відкритим (насправді відведення здійснюється з усього приміщення: це використовується в деяких галузях промисловості з міркувань охорони праці та техніки безпеки) або частково чи повністю закритим.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Споживання енергії на виділення та очищення.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Може не бути застосовною, якщо закриття ускладнює доступ до обладнання під час роботи. Застосовність може обмежуватися формою та розміром зони, що закривається.

### **Економічні аспекти**

Для наявних машин система утримування часто недоступна в постачальників, але її необхідно розробляти індивідуально, що передбачає вищі витрати. Додаткова система утримування може збільшити експлуатаційні витрати та витрати на технічне обслуговування, якщо доступ до обладнання ускладнений.

### **Стимул до впровадження**

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

### **Приклади заводів**

Широко застосовується в різних секторах.

### **Довідкова література**

[\[ 7, Germany 2003 \]](#) [\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)  
[\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## **17.10.2.2 Витяжка повітря якомога ближче до місця приготування фарб/покриттів/клейких речовин/друкарських фарб**

### **Опис**

Витяжка повітря якомога ближче до місця приготування фарб/покриттів/клейких речовин/друкарських фарб (наприклад, зони змішування). Витяжне повітря може оброблятися в системі очищення відхідних газів.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення неорганізованих викидів.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Ця інформація (за наявності) детально описана в цьому документі для кожного виду діяльності у відповідних главах (Глави з 2 до 15).

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Споживання енергії на виділення та очищення.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується тільки там, де здійснюється приготування фарб/покриттів/клейких речовин/друкарських фарб.

### Стимул до впровадження

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

### Приклади заводів

Широко застосовується в нанесенні покриття на рулонний метал. Приклади заводів для інших секторів: Заводи №015 (флексграфічний друк), №128 та №136 (нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір), а також №166 (нанесення покриття на пластмасові поверхні) у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### Довідкова література

[\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 179, COM 2017 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

## **17.10.2.3 Мінімізація неорганізованих викидів та втрат тепла з печей/сушарок або шляхом герметизації входу та виходу печей для затвердіння/сушарок, або шляхом застосування під час сушіння тиску нижче атмосферного.**

### Опис

Вхід та вихід печей для затвердіння/сушарок герметизуються для мінімізації неорганізованих викидів ЛОС та втрат тепла. Герметизація може бути забезпечена за допомогою повітряних струменів або повітряних ножів, дверей, пластмасових або металевих завіс, ракелів тощо. Як альтернатива, печі/сушарки підтримуються під тиском нижче атмосферного.

### Досягнуті екологічні переваги

Мінімізація неорганізованих викидів та втрат тепла (збереження енергії).

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Ця інформація (за наявності) детально описана в цьому документі для кожного виду діяльності у відповідних главах (Глави з 2 до 15).

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується лише в разі використання печей для затвердіння/сушарок.

### Приклади заводів

Широко застосовується, повідомляється більшістю заводів майже всіх секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників.

### Довідкова література

[\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## **17.10.2.4 Витяжка повітря з операцій сушіння/затвердіння**

### Опис

Печі для затвердіння/сушарки обладнані витяжною системою. Витяжне повітря може оброблятися в системі очищення відхідних газів.

### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів ЛОС.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Ця інформація (за наявності) детально описана в цьому документі для кожного виду діяльності у відповідних главах (Глави з 2 до 15).

### Вплив на різні компоненти довкілля

- Витяжка потребує енергії.
- Рівні шуму можуть зростати.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується тільки до процесів сушіння/затвердіння.

#### **Стимул до впровадження**

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

#### **Приклади заводів**

Широко застосовується, повідомляється більшістю заводів майже всіх секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників.

#### **Довідкова література**

[\[ 7, Germany 2003 \]](#) [\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### **17.10.2.5 Витяжка повітря із зони охолодження**

#### **Опис**

Коли охолодження основи відбувається після сушіння/затвердіння, повітря з зони охолодження витягується та може бути очищене в системі очищення відпрацьованих газів.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Хоча її вплив на викиди ЛОС може бути обмеженим, технологія вважається актуальною для професійної гігієни праці або в деяких випадках може використовуватися для регенерації енергії.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Ця інформація (за наявності) детально описана в цьому документі для кожного виду діяльності у відповідних главах (Глави з 2 до 15).

Для сектору металевої упаковки наявна інформація показує, що викиди ЗЛОВ із зони охолодження можуть перебувати в діапазоні 16–180 мг/Нм<sup>3</sup> (дані з одного заводу за 2017 р.) [\[ 226, MPE 2018 \]](#).

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Споживання енергії на виділення та очищення.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується тільки коли охолодження основи відбувається після сушіння/затвердіння.

Ця технологія зазвичай застосовується на установках для нанесення покриття на рулонний метал (див. Розділ 6.4.5.7). Про неї також повідомляють заводи з різних секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників: нанесення покриття та друк на металевій упаковці, нанесення покриття на транспортні засоби, рулонний офсетний друк із температурним закріпленням, флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк (див. також приклади заводів нижче).

#### **Стимул до впровадження**

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці та обмеження неорганізованих викидів.

#### **Приклади заводів**

Заводи: №001, №003, №021, №039, №042, №043, №108, №109, №113, №115, №116, №121 та №122 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)  
[\[ 212, TWG 2018 \]](#) [\[ 226, MPE 2018 \]](#)

### **17.10.2.6 Витяжка повітря із зон зберігання сировини, розчинників та відходів, що містять розчинники**

#### **Опис**

Повітря зі складів сировини та/або індивідуальних контейнерів для сировини, розчинників та відходів, що містять розчинники, витягується й може оброблятися системою очищення відхідних газів.

#### **Технічний опис**

З міркувань безпеки контейнери зі шкідливими матеріалами з високим тиском пари або високою токсичністю зберігаються в закритих та вентильованих складських приміщеннях. Великі контейнери для зберігання таких речовин можуть мати індивідуальні точки витяжки повітря. Витяжне повітря може спрямовуватися в систему очищення відхідних газів.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення неорганізованих викидів у разі очищення видаленого відхідного газу.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Ця інформація (за наявності) детально описана в цьому документі для кожного виду діяльності у відповідних главах (Глави з 2 до 15).

Як правило, викидам ЛОС запобігають за допомогою таких заходів, як застосування закритих систем, що означає, що контейнери завжди закриті під час зберігання. У випадку більших резервуарів, що перебувають під надлишковим тиском, для дихання застосовуються запобіжні клапани, які підключені до системи очищення відхідних газів, де це можливо. Для завантаження/вивантаження з резервуарів застосовується регулювання пари, або газу спрямовуються на установку з очищення відпрацьованих газів. Витяжка повітря зі складу сировини можна вважати останнім заходом щодо зниження викидів ЛОС.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

- Рівні шуму можуть зростати.
- Витяжка збільшує споживання енергії.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Технологія може бути незастосовною для невеликих закритих контейнерів або для зберігання сировини, розчинників і відходів із вмістом розчинника з низьким тиском пари й низькою токсичністю.

Вона застосовується на нових і наявних заводах і в усіх закритих зонах зберігання відходів, що містять розчинник, хоча чи буде відпрацьоване повітря подаватися на очищення відпрацьованих газів, залежить від обсягу й концентрації. Концентрації ЛОС зазвичай низькі.

Вона широко застосовується на заводах публікаційного ротогравюрного друку.

#### **Економічні аспекти**

Витрати низькі в порівнянні із загальною вартістю системи регенерації розчинника. Економія на кожен кг відновленого толуолу становить близько 0,50 євро (дані 2006 р.). Проте необхідна додаткова потужність вимагає витрат. Вартість за кг не вивінутих речовин висока.

#### **Стимул до впровадження**

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

#### **Приклади заводів**

Витяжка із зони зберігання широко використовується. Очищення витяжного повітря не є поширеним.

#### **Довідкова література**

[\[ 7, Germany 2003 \]](#) [\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)  
[\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)



### 17.10.2.7 Витяжка повітря із зон очищення

#### Опис

Повітря із зон, де деталі машин та обладнання очищаються органічними розчинниками вручну або автоматично, відводиться й може оброблятися системою очищення відхідних газів.

#### Технічний опис

Див. Розділ 17.8.6; для отримання інформації про очищення в машині див. Розділ 17.9.7.

Технічні характеристики залежить від ситуації. Наприклад:

- для регулярного очищення, наприклад, насосів, що використовуються для перекачування покриттів, очищуваних шляхом перекачування через них чистого розчинника, зона може бути закритою з витяжкою повітря;
- може бути можливим перемістити ручне очищення в закриту зону з витяжною системою, наприклад, змішування фарби.

#### Досягнуті екологічні переваги

Зменшення неорганізованих викидів розчинника.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Ця інформація (за наявності) детально описана в цьому документі для кожного виду діяльності у відповідних главах (Глави з 2 до 15).

Закриття та витяжка з очищенням залежать від кількості та типу очищення та кількості використовуваного розчинника. Обмежувальним фактором також можуть бути простір, необхідний для закритої зони, і потужність установки для видалення та очищення відхідних газів.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Системи витяжки вимагають енергії. Рівні шуму можуть зростати.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується тільки до зон, де деталі машин та обладнання очищаються органічними розчинниками.

Машини для очищення можуть використовуватися нечасто та через нерегулярні інтервали часу. Для підключення до обладнання для боротьби з викидами можуть знадобитися молекулярні сита або роторні адсорбери для уникнення додаткової потужності, яка рідко використовується.

Ручне очищення призводить до дуже низьких концентрацій розчинника, але може знадобитися витяжка, щоб залишатися значно нижче рівня OEL. Не завжди є практичним спрямовувати потік відхідних газів із низькою концентрацією в систему термічного очищення.

Технологія не застосовується в галузі виробництва обмоткового дроту через високу температуру кипіння розчинників, що використовуються в емалі.

Див. також Розділ 17.9.

#### Економічні аспекти

Витрати залежать від наявної витяжної системи та від потужності технології очищення відхідних газів. Тому модернізація може бути дуже дорогою. Проте молекулярні сита, роторні адсорбери або невеликі термічні окисники можуть бути встановлені на автоматичні мийні машини.

#### Стимул до впровадження

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

#### Приклади заводів

Широко застосовується. Заводи: №019, №016, №161, №166 та №137 у [\[155, TWG 2016\]](#).

#### Довідкова література

[ 7, Germany 2003 ] [ 22, ECCA 2004 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 179, COM 2017 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ] [ 265, TWG 2019 ]

### 17.10.3 Підтримання концентрації ЛОС перед обробкою

#### 17.10.3.1 Підтримання концентрації ЛОС, що спрямовуються в систему очищення відхідних газів, за допомогою частотно-регульованих приводів

##### Опис

Використання вентилятора з частотно-регульованим приводом у централізованих системах очищення відхідних газів для регулювання повітряного потоку відповідно до вихлопних газів від обладнання, що може працювати.

##### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення викидів розчинників із мінімізацією споживання енергії на витяжку та окиснення.

##### Вплив на різні компоненти довкілля

Немає.

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується тільки до централізованих систем термічного очищення відхідних газів у процесах періодичної дії, як-от друк.

Флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк – це періодичні процеси. Окремі друкарські машини можуть бути відключені від 30 до 50% часу для налаштування та переналадження. Це особливо важливо для регенеративних термічних окисників, тому спалюється тільки повітря, насичене розчинником, і часто автотермічний режим роботи може підтримуватись, де не потрібне додаткове паливо.

##### Приклади заводів

Повідомляється для різних секторів: рулонний офсетний друк із температурним закріпленням Завод № 001; флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк: Заводи №009, №014, №015, №017, №018, №022, №024 та №155; публікаційний ротогравюрний друк: Заводи №030 та №149; нанесення покриття на транспортні засоби: Заводи №045, №057, №065 та №070; нанесення покриття на рулонний метал: Заводи №081, №082, №083, №084, №086, №090, №100, №101 та №106; нанесення покриття та друк на металевій упаковці: Завод №121; нанесення покриття на пластмасові поверхні: Завод №131; нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір: Заводи №138, №139 та №171 у [ 155, TWG 2016 ]

#### Довідкова література

[ 38, TWG 2004 ] [ 155, TWG 2016 ]

### 17.10.3.2 Внутрішня концентрація розчинників у відхідних газах

##### Опис

Відхідні гази рециркулюють у процесі (всередині) у печах для затвердіння/сушарках та/або в камерах для фарбування розпиленням, тому концентрація ЛОС у відхідних газах збільшується, а ефективність системи очищення відхідних газів зростає.

##### Технічний опис

Є два основні випадки, що ґрунтуються на одному й тому ж загальному принципі:

1. внутрішнє накопичення гарячого повітря сушарки;
2. внутрішнє накопичення відхідних газів камери фарбування розпиленням.

Дозвіл циркуляції насиченого розчинниками повітря в сушарках або камерах фарбування розпиленням (після достатнього відділення частинок і осушення) підвищить концентрацію розчинника в повітрі й,

отже, підвищить ефективність зменшення викидів розчинника системою очищення відхідних газів. Це також можна назвати «внутрішньою концентрацією».

Зменшення повітряного потоку обмежується необхідністю уникнути ризику займання та вибуху: чим менший повітряний потік, тим вища концентрація розчинника й, отже, вища небезпека займання та вибуху. Отже, необхідною умовою для застосування цієї технології в сушарках є встановлення контролю нижньої концентраційної границі вибуховості для забезпечення того, щоб інтенсивність вентиляції в сушарках була розрахована так, щоб максимальні концентрації розчинника, які можуть виникнути, не перевищували певного відсотка НКГВ відповідних розчинників.

У Таблиці 17.7 показано НКГВ, які вважаються безпечними для флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку.

**Таблиця 17.7: Максимально допустимі рівні НКГВ у сушарках у флексографічному друку та непублікаційному ротогравюрному друку**

| Ситуація   | Максимальний% НКГВ |
|--|--------------------|
| Сушарки з нагрівом відкритим полум'ям або електроенергією                                | 25                 |
| Сушарки з нагрівом відкритим полум'ям або електроенергією з розширеними заходами безпеки | 50                 |
| Сушарки з нагрівом термічними оливами або парою  | 50                 |
| <i>Джерело: [1, Intergraf and EGF, 1999]</i>   |                    |

Крім внутрішньої концентрації, можлива також «зовнішня» концентрація шляхом застосування, наприклад, етапу адсорбції перед окисненням; див. Розділ 17.10.6.2.

#### Досягнуті екологічні переваги

- Підвищена концентрація ЛОС у неочищеному газі й, отже, зниження споживання енергії на подальше очищення.
- Знижене споживання енергії за нижчих температур, оскільки повітря вже нагріте і містить залишкове тепло, тому рециркуляційне повітря потребує менше енергії для досягнення оптимальної температури повітря (в камері).

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

На заводах флексографічного або непублікаційного ротогравюрного друку, де не вживалися заходи щодо зменшення повітряного потоку із сушарок, середня концентрація розчинника в неочищеному газі може бути не більше 1–2 г/м<sup>3</sup>.

Для таких розчинників, як етанол, етилацетат або МЕК, НКГВ за відповідних робочих температур становить близько 50 г/м<sup>3</sup>. Рівень 25% НКГВ становитиме приблизно 10 г/м<sup>3</sup> або 12 г/м<sup>3</sup>. Це буде максимальною концентрацією в кожній окремій сушарці, і ця концентрація не може досягатись у всіх сушарках одночасно. Там, де було вжито заходів щодо зменшення повітряного потоку, середня концентрація розчинника може зрости до 4–6 г/м<sup>3</sup>. Ці рівні забезпечують регенеративне окиснення без необхідності введення додаткового палива.

Там, де вартість обладнання для боротьби з викидами не становить проблеми, часто використовуються високі границі безпеки. Проте їх необхідно повторно оцінювати, коли будуть потрібні інвестиції в обладнання для боротьби з викидами. Границі безпеки визначають максимальний потік повітря і, отже, мінімальний розмір обладнання для боротьби з викидами.

Повідомляється, що рециркуляція може здійснюватися без активного контролю НКГВ. Максимально допустима рециркуляція залежить від правил техніки безпеки. Часто допускається рівень 25% НКГВ коли нагрівання здійснюється парою або термічною оливою. Якщо нагрівання електричне або за допомогою відкритого полум'я, правила можуть бути суворішими (див. також Таблицю 17.7).

У цехах фарбування транспортних засобів (легкові автомобілі, фургони, кабіни вантажних автомобілів) рециркуляція повітря в кабіні в поєднанні із сухим відділенням надлишку розпилення встановлюється на лініях фарбування, побудованих або повністю модернізованих за останні 10 років.

На більшості наявних установок встановлено мокре скрубєрне очищення від надлишку розпилення, і через споживання енергії на осушення повітря в кабіні (для відповідності експлуатаційним вимогам) рециркуляція в поєднанні з вологим скрубєрним очищенням можлива лише в кількох випадках.

У принципі, рециркуляція повітря в камері можлива для фарб на водній основі й на основі розчинників; проте більш строгі експлуатаційні параметри, необхідні в камері фарбування розпиленням на водній основі для вологості, можуть обмежувати її застосовність.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовність може бути обмежена факторами охорони праці та техніки безпеки, як-от НКГВ та вимогами до якості або специфікаціями продукту.

У ситуаціях, коли низька концентрація розчинника поєднується з високою швидкістю потоку відпрацьованого повітря, для економічного очищення необхідна певна концентрація розчинника. Збільшення концентрації розчинника в повітряному потоці застосовується до звичайних сушарок і камер фарбування розпиленням.

Для сушарок ця технологія зазвичай застосовується в процесах друку, як-от публікаційний ротогравюрний друк (для вдосконалення відновлення толуолу), флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк, а також в автомобільній промисловості. У процесі публікаційного ротогравюрного друку нові друкарські машини мають такі великі повітряні потоки, що розширення наявних установок для відновлення є економічно недоцільним.

Для відхідних газів із камер фарбування розпиленням внутрішнє накопичення застосовується на нових установках і на кількох наявних установках в автомобільній промисловості (див. Екологічна ефективність та інформація про функціонування вище).

Технологія широко застосовується у виробництві абразивів, де максимальна швидкість технологічної лінії регулюється так, щоб підтримувати рівень 50% НКГВ речовини з найнижчою точкою самозаймання: швидкість лінії контролюється за допомогою електроніки відповідно до цього рівня.

### **Економічні аспекти**

У поліграфічному секторі вартість збільшення концентрації розчинника та зменшення повітряного потоку залежить не лише від віку та формату друкарських машин, а й від розміру досягнутого зменшення. Там, де має бути встановлена система боротьби з викидами наприкінці виробничого циклу, зазвичай доцільно зменшувати повітряний потік доти, поки граничні витрати на подальше зменшення не дорівнюватимуть граничним витратам на додаткову потужність обладнання для боротьби з викидами. Для термічних окисників, що застосовуються на поліграфічних підприємствах, це приблизно 10–15 євро за м<sup>3</sup>/год (дані за 2006 р.).

Зменшення повітряного потоку також знижує споживання енергії. Оскільки використовується менше повітря, його потрібно менше нагрівати. У ситуаціях, коли температури сушіння низькі (40–60 °C), ця економія сама по собі зазвичай не виправдовує інвестицій.

### **Стимул до впровадження**

Нижчі капітальні інвестиції та нижчі експлуатаційні витрати на обладнання для боротьби з викидами, у тому числі нижчі потреби в енергії.

### **Приклади заводів**

Усі сучасні друкарські машини непублікаційного ротогравюрного друку, нові фарбувальні цехи для нанесення покриття на транспортні засоби, нанесення покриття на тканини, фольгу та папір: приклад заводу № 139 [155, TWG 2016].

### **Довідкова література**

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 4, Germany 2002 ] [ 5, DFIU et al. 2002 ]

[ 7, Germany 2003 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 212, TWG 2018 ]

### 17.10.3.3 Зовнішня концентрація розчинників у відхідних газах через адсорбцію

#### Опис

Концентрація розчинника у відхідних газах збільшується в результаті безперервного циркуляційного потоку технологічного повітря камери фарбування розпиленням, можливо, у поєднанні з відхідними газами печі затвердіння/сушарки, через адсорбційне обладнання. До цього обладнання може належати:

- адсорбер із нерухомим шаром з активованим вугіллям або цеолітом;
- адсорбер із псевдозрідженим шаром з активованим вугіллям;
- роторний адсорбер з активованим вугіллям або цеолітом;
- молекулярне сито (див. Розділ 17.10.3.3.1).

Див. також Розділ 17.10.6.2 для детального опису технології адсорбції на активованому вугіллі або цеолітах.

#### Досягнуті екологічні переваги

Досягається передавання вмісту розчинника в зовнішній потік гарячого повітря у співвідношенні від 1:6 до 1:30 (залежно від концентрації неочищеного газу). Порівняно невеликий потік відпрацьованих газів можна економічно утилізувати шляхом окиснення або конденсації для повторного використання, наприклад, як очисний розчинник.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Роторний адсорбер (роторний конденсатор) [ 261, TWG 2016 ]:

Відхідні гази з низькою концентрацією ЛОС проходять через роторний концентратор із цеолітом, унаслідок чого ЛОС поглинаються, а очищене повітря може викидатися в атмосферу. Ротор має 12 камер. Коли камера насичена, нова камера використовується для очищення повітря, а насичений цеоліт регенерується. Гаряче повітря за температури вище 82 °C використовується для десорбції ЛОС. Відхідні гази повинні мати відносну вологість нижче 90%, а концентрація ЛОС зазвичай становить менше ніж 500 мг/м<sup>3</sup>. Залежно від фактичних обставин, можливо використовувати дуже малу кількість повітря для десорбції, отже, концентрація ЛОС у повітрі десорбції може бути збільшена в 5–20 разів у порівнянні з обробленим повітрям.

Технологія може використовуватися як для малих, так і для великих повітряних (від 7 500 м<sup>3</sup>/год до 100 000 м<sup>3</sup>/год), але особливо доцільно використовувати цеолітовий ротор, коли повітряний потік перевищує 30 000 м<sup>3</sup>/год цілодобово.

В автомобільній промисловості повітряний потік необхідно обробити перед фазою адсорбції для видалення пилу; інакше функція адсорбції буде порушена. Необхідний рівень вмісту пилу нижче 1–3 мг/м<sup>3</sup>, що може бути досягнуто за допомогою низки технологій, у тому числі:

- мокре електростатичне осадження (див. Розділ 17.10.4.5);
- скруббер Вентурі високого тиску (див. Розділ 17.10.4.2.1);
- системи сухого скрубберного очищення (див. Розділ 17.10.4.4).

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Збільшення використання енергії.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовність може бути обмежена, якщо потреба в енергії є надмірною через низький рівень вмісту ЛОС. Не застосовується, коли концентрації досить високі для автотермічного окиснення. Ця технологія використовується тільки в тоді, коли вартість збільшення концентрації та зменшення повітряного потоку менша, ніж вартість додаткової потужності очищення.

Зазвичай застосовується там, де необхідно обробляти повітряні потоки з низькою концентрацією (наприклад:  $< 2 \text{ г/м}^3$ ) для досягнення умов автотермічного окиснення.

Технологія також обмежена деякими видами розчинників. Вони мають вивільнятися з цеоліту або вуглецю за досить низьких температур; інакше вони забивають цеоліт або вугілля та скорочують строк їхньої служби.

В автомобільній промисловості ця технологія зазвичай використовується для відпрацьованих газів із камер фарбування розпиленням на основі розчинників. Її можна використовувати в камерах фарбування розпиленням на водній основі, але це зазвичай неекономічно через низький вміст розчинника в повітряному потоці.

Ця технологія також широко застосовується у виробництві клейких речовин.

Роторні адсорбери з активованим вугіллям або цеолітними полімерами значно втрачають ефективність, коли температура газу розчинника перевищує  $38 \text{ }^\circ\text{C}$ . У сушарках на друкарських машинах для виробництва гнучкої упаковки відхідні гази зазвичай мають температуру вище  $38 \text{ }^\circ\text{C}$ . Це робить роторні концентратори поганим вибором для галузі флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку. Вони не використовуються для публікаційного ротогравюрного друку та рулонного офсетного друку з температурним закріпленням.

#### Економічні аспекти

Вартість концентрації розчинника для повторного використання в порівнянні з купівлею матеріалу означає, що застосування цієї технології залежить від місцевих умов вартості та ціни купівлі первинного матеріалу.

Дані щодо застосування роторного адсорбера з повітряним потоком близько  $75\,000 \text{ Нм}^3/\text{год}$  свідчать про дев'ятикратне збільшення концентрації ЛОС і, отже, зниження споживання газу для подальшого РТО на 76% [[261, TWG 2016](#)].

#### Стимул до впровадження

Скорочення викидів ЛОС та зниження споживання енергії для подальшої завершальної обробки концентрованого потоку відхідних газів.

#### Приклади заводів

Широко використовується як технологія попередньої обробки, про її використання повідомляють багато заводів у різних секторах.

#### Довідкова література

[[38, TWG 2004](#)] [[78, TWG 2005](#)] [[155, TWG 2016](#)] [[212, TWG 2018](#)] [[261, TWG 2016](#)]

### 17.10.3.3.1 Буфер молекулярного сита для усунення піків ЛОС

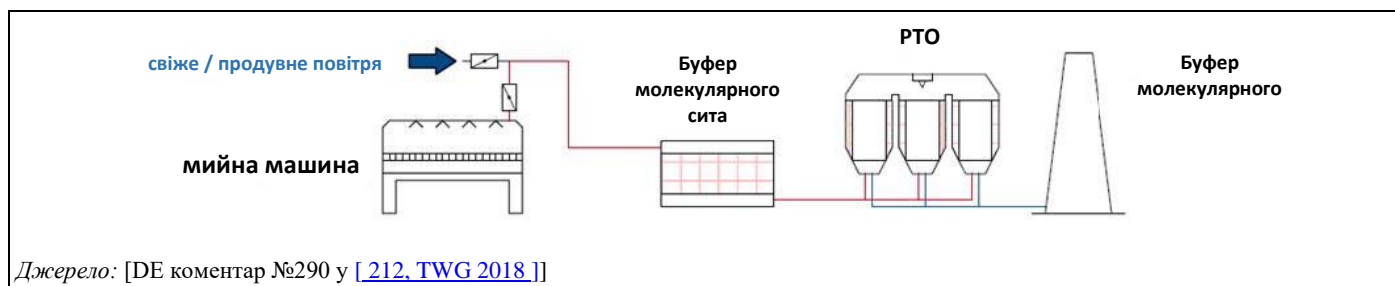
[DE коментар №290 у [[212, TWG 2018](#)]]

#### Технічний опис

Система буфера молекулярного сита складається з:

- контролю концентрації на вході та обхідної системи безпеки;
- плаского шару молекулярного сита для конкретного розчинника для гомогенізації ЛОС;
- регулювання перепаду тиску.

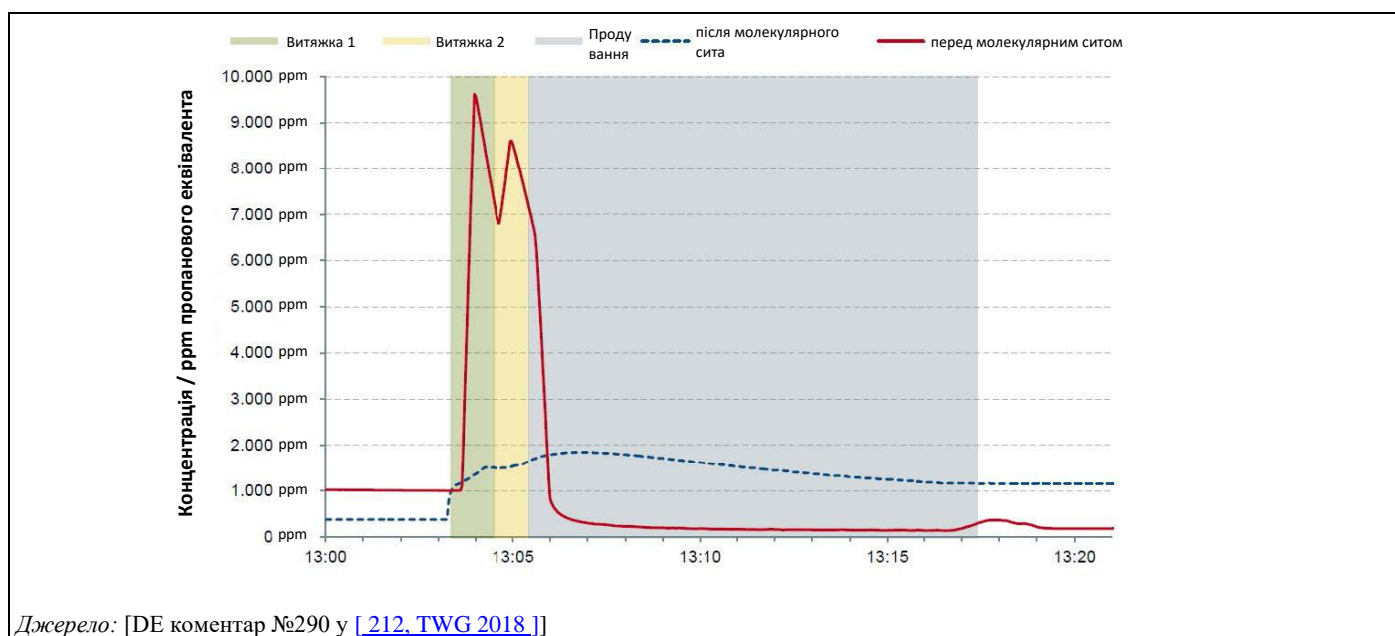
На Рисунку 17.19 показано схему буфера молекулярного сита, підключеного до вихідного потоку автоматичної мийної машини.



**Рисунок 17.19: Схема системи очищення вихлопних газів із буфером молекулярного сита**

Система буфера молекулярного сита складається з плоского шару матеріалу молекулярного сита для конкретного ЛОС. Молекулярні сита – це матеріали з порами постійного розміру (див. Рисунок 17.20). Газ проходить через матеріал, а молекули ЛОС притягуються та поглинаються внутрішньою поверхнею. За постійної температури та тиску адсорбційна здатність молекулярного сита визначається вхідною концентрацією. Буфер буде прагнути рівноваги залежно від вхідної концентрації.

Якщо вхідна концентрація падає, збалансований буфер вивільняє розчинник. Якщо вхідна концентрація збільшується, буфер поглинати більше розчинника. У результаті виходить полого крива концентрації. Піки, що виникають на вході, зменшуються, а низькі концентрації підвищуються попередньо адсорбованим розчинником.



**Рисунок 17.20: Крива вмісту ЛОС мийної машини до та після буфера молекулярного сита**

Мийна машина, що є джерелом витяжного повітря, має автоматизоване керування процесом. Після процесу ручного завантаження програма промивання запускається без витяжної вентиляції. Після промивання очищених деталей система керування запускає двоступеневу витяжку повітря, насиченого розчинником, всередині машини до того, як кришка розблокується та оператор зможе її відкрити. Об'ємний потік становить 2000 м<sup>3</sup>/год на фазі витяжки 1 і знижується до 1000 м<sup>3</sup>/год на фазі витяжки 2. Поки оператор розвантажує та знову завантажує мийну машину, буфер молекулярного сита продувається протягом 12 хвилин свіжим повітрям.

Крива зареєстрованих навантажень ЛОС на Рисунку 17:20 показує вхідну концентрацію червоним кольором. Протягом усього процесу витяжки рівень концентрації перебуває в межах діапазону займання. Після молекулярного сита концентрація залишається нижчою за 2 000 ppm і не потребує заходів АТЕХ<sup>92</sup>



Джерело: [DE коментар №290 у [212, TWG 2018.]]

### Рисунок 17.21: Гранульоване природне молекулярне сито (цеоліт)

Характеристики наведеного вище прикладу заводу (металеве покриття):

- мийна машина на основі розчинників;
- очищення інструментів та деталей машин, забруднених фарбою та лаками;
- об'єм очищуваних відпрацьованих газів: 2 000 м<sup>3</sup>/год;
- строк служби молекулярного сита: 10 років.

#### Досягнуті екологічні переваги

Молекулярне сито використовується замість додаткового повітря для розбавлення для запобігання перевищенню концентрації. У цьому випадку загальний обсяг відпрацьованого повітря з джерела викидів зменшується до однієї шостої. Замість цього протягом одного короткого (надто) висококонцентрованого періоду в наступний РТО подається постійна концентрація розчинника, достатня для автотермічної обробки відхідних газів протягом більш тривалого часу.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

- Система очищення відпрацьованих газів значно менша.
- Ризик вибуху усувається без повітря для розбавлення.
- Споживання природного газу РТО знижується, тому що викиди розчинника використовуються як допоміжна енергія під час циклу продування.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Споживання енергії: молекулярне сито діє як пасивний компонент, але створює невеликий перепад тиску у всій витяжній системі. З урахуванням відсутності повітря для розбавлення необхідна електрична енергія на вентиляцію менша в порівнянні з вихідною ситуацією.

Стічні води: Стічні води не утворюються.

Відходи: протягом усього строку служби не утворюється жодних відходів. Коли строк служби матеріалу молекулярного сита закінчується (> 10 років), його можна очистити від залишків розчинника шляхом підвищення температури.

<sup>92</sup> Відповідно до Директиви 94/9/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 березня 1994 про Наближення законів країн-членів щодо обладнання та захисних систем, призначених для використання у потенційно вибухонебезпечних середовищах.



### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Буфери молекулярних сит для згладжування кривої навантаження ЛОС можуть застосовуватись на нових заводах та для модернізації наявних установок із метою підвищення енергоефективності. Система може використовуватися для обробки всіх легких органічних сполук, які зазвичай виникають у результаті діяльності з нанесення покриттів або друку. Типовий об'ємний потік перебуває в діапазоні від 1 000 м<sup>3</sup>/год до 200 000 м<sup>3</sup>/год.

### Економічні аспекти

Інвестиційні та експлуатаційні витрати залежать від обсягу відпрацьованого газу та рівня концентрації органічних сполук, що підлягають обробці:

- обсяг відпрацьованих газів: 2 000 м<sup>3</sup>/год за STP (стандартна температура та тиск);
- Концентрація ЗОВ у відпрацьованих газах: > 100% НКГВ;
- інвестиційні витрати: близько 50 000 євро (дані за 2018 р.);
- економія енергії: близько 8 м<sup>3</sup> природного газу за годину роботи;
- частота технічного обслуговування: 1 година на місяць

Питомі експлуатаційні витрати: Природний газ: 0,45 євро/м<sup>3</sup> (дані за 2018 р.).

Експлуатаційні витрати на систему наприкінці виробничого циклу знижуються. Залежно від застосування окупність інвестицій через ~ 2 роки є прийнятною.

### Стимул до впровадження

Основною причиною впровадження буфера молекулярного сита для усунення піків ЛОС є зниження експлуатаційних витрат та розмірів будь-якої наступної системи очищення вихлопних газів. Подальші ризики вибуху стають контрольованими.

### Приклади заводів

Флексографічний друк та ламінування: Завод №159.

Нанесення покриття на металеві поверхні: Завод №176 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### Довідкова література

[\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#) [\[ 259, COM 2017 \]](#)

## 17.10.3.4 Технологія повітророзподільної камери для зменшення обсягу відпрацьованого газу

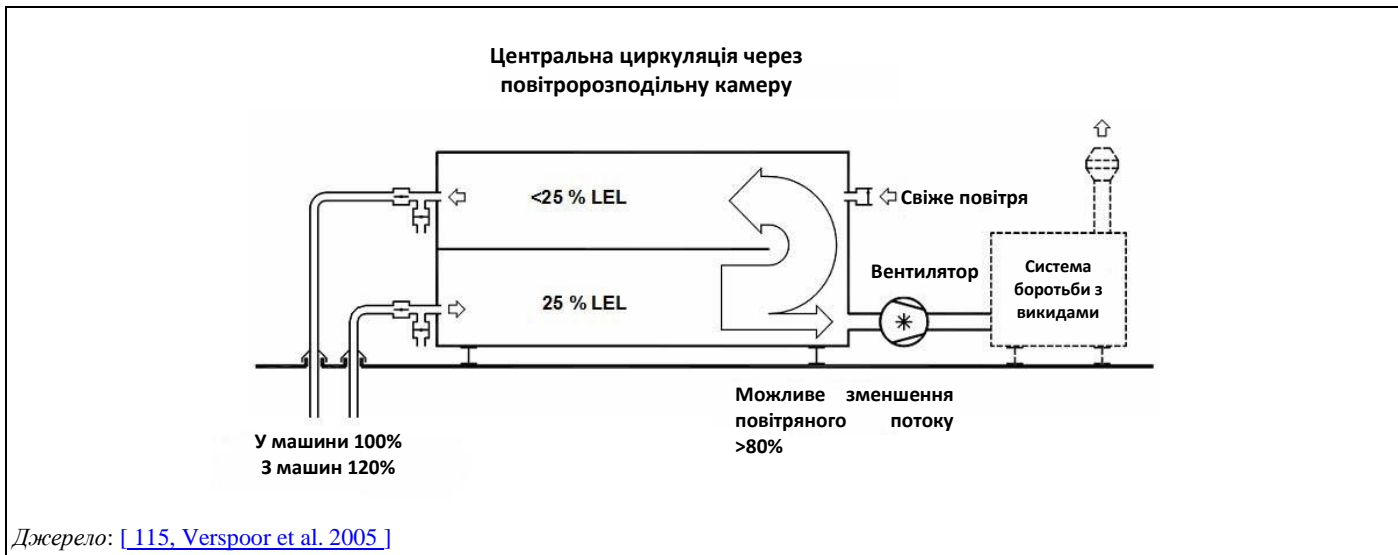
### Опис

Відхідні гази з печей затвердіння/сушарок спрямовуються у велику камеру (повітророзподільну) і частково рециркулюються як вхідне повітря в печі затвердіння /сушарки. Надлишкове повітря з повітророзподільної камери спрямовується в систему очищення відхідних газів. Цей цикл збільшує вміст ЛОС у повітрі печей затвердіння/сушарок та зменшує обсяг відпрацьованого газу.

### Технічний опис

Повітророзподільна камера визначається як заповнений повітрям простір у конструкції, яка отримує повітря від повітродувки, для розподілу (як у системі вентиляції). У цій технології це є основною частиною системи зовнішньої рециркуляції повітря із сушарок для збільшення концентрації розчинника й зменшення чистого обсягу повітря, що підлягає очищенню за допомогою методу усунення забруднення доквілля. Див. Рисунок 17.22.

Відпрацьоване повітря з кількох сушарок, часто з кількох різних машин для нанесення покриття, прямує до однієї великої камери – повітророзподільної камери. Сушарки беруть із цієї камери великий відсоток свого вхідного повітря. Сушарки доповнюють своє вхідне повітря з навколишнього простору машини для нанесення покриттів. Отже, у повітророзподільну камеру буде спрямовуватися більше повітря, ніж відбиратиметься сушарками. Надлишок повітря з повітророзподільної камери спрямовується в систему боротьби з викидами наприкінці виробничого циклу.



**Рисунок 17.22: Повітророзподільна камера**

Концентрація розчинника в повітророзподільній камері постійно вимірюється. Концентрація в повітрі, що вилучається з повітророзподільної камери сушарками, може досягати майже 25% НКГВ відповідно до EN 1539. Сушарки забирають достатню кількість свіжого повітря з навколишнього простору, щоб у їхніх вихлопних газах концентрація не перевищувала 25% НКГВ. Коли концентрація в повітророзподільній камері стає надто високою для досягнення її мети, з неї відводиться більше повітря, а повітря в камері доповнюється свіжим повітрям.

Повітророзподільна камера є альтернативою внутрішньої рециркуляції повітря в сушарках (див. Розділ 17.10.3.2).

#### Досягнуті екологічні переваги

Чистий об'єм повітря, що підлягає очищенню за допомогою методу усунення забруднення довкілля, дуже зменшується. Стає можливою автотермічна робота системи усунення забруднення довкілля. Регенерація енергії від окиснення стає можливою.

Енергія також економиться, тому що чиста кількість повітря, яке потребує нагрівання в сушарках, зменшується до кількості, що забирається з їхнього навколишнього простору.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Якщо сушарки застосовуються без будь-якої внутрішньої рециркуляції, і в іншому випадку концентрація розчинника на виході буде не більше одного або двох грамів на м<sup>3</sup>, чистий повітряний потік, що підлягає очищенню за допомогою методів усунення забруднення довкілля, може бути зменшений до 80%.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

Ця технологія застосовується в ситуаціях, коли в повітрі на виході із сушарки спостерігаються низькі концентрації розчинника, а внутрішня рециркуляція повітря із сушарки технічно неможлива або надмірно дорога через велику кількість осушувачів на установці. Такі ситуації можуть виникнути, наприклад, у разі використання кількох старих флексографічних або ротографічних друкарських машин із вісьмома або більше сушарками на кожну.

Температура на вході всіх сушарок буде однаковою. Це може спричинити труднощі, коли деякі сушарки потребують високих температур, інші – ні.

### Економічні аспекти

Повітророзподільна камера не є дешевою технологією. Там, де можлива внутрішня рециркуляція в сушарках і кількість сушарок обмежена, собівартість внутрішньої рециркуляції в поєднанні з більшим окисником може бути нижчою, ніж собівартість повітророзподільної камери.

### Стимул до впровадження

Де її можна застосувати (див. вище), стимулом є її економічна перевага в порівнянні з альтернативами.

### Приклади заводів

LPF, Леуварден, Нідерланди,

Рулонний офсетний друк із температурним закріпленням: Завод №002 у [155, TWG 2016].

### Довідкова література

[115, Verspoor et al. 2005] [155, TWG 2016]

## 17.10.4 Зниження викидів пилу

### 17.10.4.1 Камера для фарбування розпиленням із мокрим відділенням (омивана імпульсна панель)

#### Опис

Водяна завіса, що каскадом спадає вертикально вниз на задній панелі камери фарбування розпиленням, вловлює частинки фарби від надлишку розпилення. Суміш води та фарби збирається в резервуарі, а вода рециркулюється.

#### Технічний опис

Надлишок розпилення в камері фарбування розпиленням, де на поверхні розпилюються фарбові матеріали, можна затримувати шляхом застосування водяної завіси. Суміш води та фарби вловлюється й обробляється в резервуарі під камерою фарбування розпиленням.

Відпрацьовані води зазвичай піддаються очищенню.

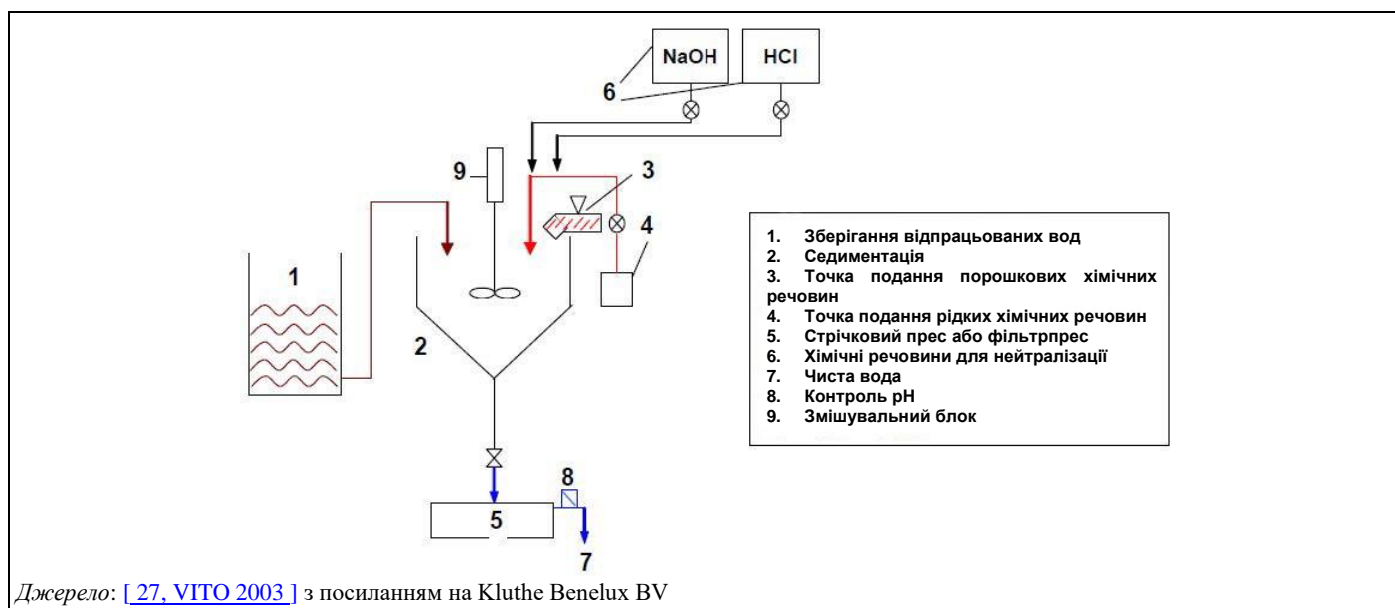


Рисунок 17.23: Схема очищення відпрацьованих вод, що застосовується в камері для фарбування розпиленням із мокрим відділенням

### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів пилу в повітря.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Видалення пилу. Можливо досягнути ефективності 98–99%. Іноді зібрану фарбу можна використовувати повторно.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Хоча вода багаторазово рециркулюється, утворюються залишкові стічні води (які вимагають очищення та утилізації під час періодичного очищення системи) та забруднений осад, який може бути перероблений, але може знадобитися утилізація [ACEA коментар №337 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)]

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

Камери для фарбування розпиленням із мокрим відділенням застосовні для фарб на водній основі та на основі розчинників. Їхнє використання є загальнозастосовною практикою в:

- фарбуванні деревини та меблів;
- автомобільній промисловості; у цій галузі промисловості для серійного нанесення покриття на транспортні засоби зазвичай застосовується особливий тип мокрого відділення (скруббер Вентурі, див. Розділ 17.10.4.2);
- нанесення покриття на компоненти повітряних суден;
- нанесення покриття на металеві та пластмасові поверхні;

### **Економічні аспекти**

Орієнтовні витрати на установку, яка здатна утримувати 2–5 м<sup>3</sup>/год стічних вод і займає площу підлоги близько 4 м<sup>2</sup>, становить близько 20 000 євро або 1–2 євро за Нм<sup>3</sup> (дані за 2006 р.). Такий розмір установки придатний для великих зон розпилення з кількома водяними завісами.

### **Довідкова література**

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## **17.10.4.2 Мокре скрубберне очищення**

### **Опис**

Частинки фарби та інший пил у відхідних газах відокремлюються в скрубберах через інтенсивне змішування відпрацьованого повітря з водою.

Інформацію про видалення ЛОС див. у Розділі 17.10.6.3.

### **Технічний опис**

Частинки фарби у відхідних газах відокремлюються в скрубберах шляхом інтенсивного змішування відхідних газів із відповідною рідиною (зазвичай водою). Водні скрубери також можуть використовуватися для видалення інших забруднювальних речовин, як-от NO<sub>x</sub>.

В автомобільній промисловості використовується спеціальний тип скрубера, який називається скруббером Вентурі (що ґрунтується на принципі Вентурі), див. Розділ 17.10.4.2.1 нижче.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів пилу в повітря. У скруббері повітряного потоку частинки фарби відокремлюються приблизно на 95%.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

У результаті розпилення фарби зазвичай виникає надлишок розпилення, який може вимагати вловлювання та обробки. Залишковий вміст частинок залежить від того, чи спрямовується очищений відпрацьований газ фарбувальної камери фарбування розпиленням безпосередньо в систему очищення. Для подальшого відокремлення частинок фарби після мокрого скрубера (скрубери Вентурі) можуть знадобитися додаткові сепаратори частинок фарби. Зокрема, якщо існує циркуляційний повітряний потік, спрямований на відновлення розчинника, або потрібен захист наступних частин установки (ротор, теплообмінник), застосовуються методи вторинного відділення.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Фільтрування вимагає енергії й може створювати шум, відходи та стічні води.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Технологія є загальнозастосовною як для фарб на водній основі, так і для фарб на основі розчинників.

### Економічні аспекти

Капітальні витрати: від 2 000 євро до 30 000 євро на 1 000 Нм<sup>3</sup>/год (скрубер із рециркуляційним насосом) (дані за 2006 р.); вартість сильно залежить від застосування, наприклад, типу домішок у газах.

### Приклади заводів

Широко застосовується в різних секторах нанесення покриття.

### Довідкова література

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 94, VITO 2004 ] [ 155, TWG 2016 ]

## 7.10.4.2.1 Відділення частинок у скрубери Вентурі

### Опис

Відділення частинок фарби (надлишку розпилення) від витяжного повітря з камери фарбування розпиленням за допомогою системи Вентурі з циркулюючою водою.

### Технічний опис

Відпрацьований газ із зони нанесення містить частинки фарби. Це повітря передається в скрубер Вентурі під камерою для фарбування розпиленням. Скрубер Вентурі складається з трьох секцій: секції, що звужується, горловини й секції, що розширюється. Вхідний газовий потік надходить у секцію, що звужується, і в міру зменшення площі швидкість газу збільшується. Рідина вводиться або в горловину, або на вході в секцію, що звужується. У скрубери Вентурі краплі води відокремлюються від водяної завіси. Краплі води з'єднуються з частинками фарби, тому ці важчі частинки осідають у воді.

Вода та дрібний осад безперервно видаляються з циркуляції та піддаються коагуляції.

### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення викидів твердих частинок у повітря. У скрубери Вентурі частинки фарби відокремлюються приблизно на 99%, і зазвичай досягається концентрація частинок, що залишилися, < 3 мг/м<sup>3</sup>. У деяких старіших конструкціях можна досягати концентрації викидів 5 мг/Нм<sup>3</sup>.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

У результаті розпилення фарби зазвичай виникає надлишок розпилення, який може вимагати вловлювання та обробки. Це відділення необхідне для забезпечення безпечної роботи всього заводу, забезпечення циркуляції повітря та виконання законодавчих вимог щодо роботи та в галузі охорони довкілля.

Через енерговитрати на кондиціонування повітря рециркуляція повітря на 80%, наприклад, є неекономічною й не була встановлена з міркувань охорони здоров'я.

Крім того, мокрі системи вимагають менше місця, ніж сухі системи, які передбачають великі фільтрувальні канали, а кількість відходів зменшується в порівнянні з використанням сухих систем, які вимагають утилізації твердого фільтрувального матеріалу.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Фільтрування вимагає енергії й може створювати шум, відходи (осад фарби) та стічні води. Хоча вода багаторазово рециркулюється, утворюються залишкові стічні води (які вимагають очищення та утилізації під час періодичного очищення системи) та забруднений осад, який може бути перероблений, але може знадобитися утилізація [ACEA коментар №337 у [ 212, TWG 2018 ]]

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

Технологія зазвичай застосовується у великосерійних фарбувальних цехах, наприклад, для нанесення покриття на транспортні засоби.

#### **Приклади заводів**

У всіх фарбувальних цехах VW у Європі, побудованих до 2008 року.

#### **Довідкова література**

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 32, ACEA 2004 ], [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ]  
[ 94, VITO 2004 ] [ 169, VDI 2013 ] [ 190, ESVOC 2017 ] [ 212, TWG 2018 ]  
[ 265, TWG 2019 ]

### **17.10.4.3 Сухе відділення надлишку розпилення за допомогою фільтру (матеріалу) з попередньо нанесеним покриттям**

[ 183, ACEA 2017 ]

#### **Опис**

Процес сухого відділення надлишку розпилення фарби із використанням мембранних фільтрів у поєднанні з вапняком як матеріалом для попереднього покриття для запобігання забруднення мембран.

#### **Технічний опис**

Безводне видалення надлишку розпилення в промислових камерах фарбування розпиленням із використанням мембранних фільтрів, покритих вапняком. Це запобігає прямому контакту липких вологих частинок надлишкового розпилення з поверхнею фільтра і внутрішньою частиною фільтрувального модуля.

На початку циклу фільтрування в бункер вводиться свіжий вапняк (матеріал для попереднього покриття). Повітряні сопла дують сухий матеріал у повітряний потік, що виходить із kabіни фарбування розпиленням. Вапняк проходить через фільтрувальні модулі кільцевими каналами та забезпечує циркуляцію у всіх фільтрувальних елементах. Частинки попереднього покриття (вапняку) у повітрі прилипають до поверхні фільтра та модуля у вигляді замкнутого тонкого захисного шару. Це запобігає прямому контакту липких вологих частинок надлишкового розпилення з поверхнею фільтра і внутрішньою частиною фільтрувального модуля.

Процес очищення фільтра повністю автоматизований:

Під час нанесення фарби відділення частинок фарби відбувається у фільтрі за допомогою циркуляції повітря. Частинки фарби накопичуються на матеріалі попереднього покриття та утворюють фільтраційний осад. Це призводить до збільшення аеродинамічного опору над фільтром. Через встановлені інтервали часу запускається автоматичне здування фільтраційного осаду. Струмінь стисненого повітря з боку очищеного газу фільтрувального елемента випускається протягом приблизно 0,25 секунди, що призводить до очищення. Очищення фільтрувального модуля відбувається приблизно кожні 25 хвилини. Суміш матеріалу попереднього покриття та фарбового матеріалу падає на дно бункера та залишається там до досягнення певної точки насичення. Після досягнення цієї точки насичення використаний матеріал попереднього покриття видаляється та замінюється новим матеріалом.

Природний вапняк використовується як матеріал для попереднього покриття.

## Досягнуті екологічні переваги

Зменшення викидів пилу в повітря.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Оптимізований для технологічного процесу фільтр з автоматичною регенерацією, покритий мембранним шаром, забезпечує фільтрування частинок менше ніж  $0,1 \text{ мг/м}^3$ . Цей процес фільтрування, близький до 100%, дозволяє пряму рециркуляцію в камерах для фарбування розпиленням без необхідності у додаткових рвнях фільтрування. Цей процес фільтрування відбувається на поверхні фільтрувального елемента, що забезпечує пряму рециркуляцію очищеного повітря в процесі циркуляції, оскільки через мембрану фільтра не проходять матеріал попередньої обробки або частинки фарби.

Можна назвати такі переваги:

- зниження споживання води та відсутність утворення стічних вод;
- значне зниження споживання енергії та викидів  $\text{CO}_2$  (відсутність необхідності кондиціонування повітря, що використовується);
- значне зниження викидів твердих частинок;
- відсутність залежності від погодних умов.

Вони спричинені:

- прямою рециркуляцією технологічного повітря;
- зменшенням блоку подання повітря через скорочення очищення повітря;
- регенерацією тепла.

Інші міркування щодо ресурсів:

- Чистий процес (див. нижче, відсутність стічних вод, зниження викидів пилу):
  - зниження споживання води та стічних вод: не потрібна вода для відділення надлишку розпилення;
  - зниження споживання води на кондиціонування.
- Скорочення використання шкідливих хімічних речовин:
  - не використовуються хімічні речовини для зниження клейкості або біоциди для стабілізації водних систем мокрих скрубєрів.
- Управління відходами:
  - утворення відходів прямо пропорційно виробництву;
  - утворені відходи, затверджені як нешкідливі відходи.
  - відсутність утилізації осаду фарби із залишками розчинника.
  - зібрані відходи повторно використовуються на заводах із виробництва цементного клінкеру або вапна.

### Вплив на різні компоненти довкілля

- Споживання природної сировини (вапняку).
- Утворення нового типу відходів у промислових кількостях.
- Збільшення руху вантажних автомобілів у зв'язку з доставкою великого обсягу нового вапняку та видалення використаного.
- Збільшення відходів пластикової плівки (для захисту внутрішніх поверхонь камери фарбування розпиленням та перегорюнок).

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

Ця технологія може бути впроваджена на наявних установках із використанням фарб або на основі розчинника, або водній основі залежно від схеми установки. Значна модифікація процесу не потрібна, але для системи сухого відділення потрібен вищий дах [ 256, СОМ 2018 ]. Встановлення на

наявних заводах неможливе, якщо камера для фарбування розпиленням не має достатньої висоти під зоною розпилення. Потрібна повна заміна камери.

Деякі параметри, які потрібно враховувати:

- Дуже надійний процес, але потребує кваліфікованих операторів.
- Поряд із камерою для фарбування має бути передбачено зону зовнішнього зберігання  $\text{CaCO}_3$
- Можна використовувати лише вапняк затвердженої якості; будь-яке відхилення може негативно вплинути на ефективність фільтрування та строк служби фільтрувального матеріалу.
- Якість та вартість використовуваного фільтра.

Також застосовується в деяких цехах фарбування пластмасових деталей (наприклад, автомобільних бамперів).

### Економічні аспекти

Різниця в інвестиціях із водним скруббером компенсується менш ніж через 1 рік залежно від установки (аналогічні інвестиційні витрати та витрати на технічне обслуговування для обох рішень, але експлуатаційні витрати є нижчими).

### Стимул до впровадження

- Менше робіт із технічного обслуговування.
- Проста, повністю автоматизована система.
- Тривалий цикл заміни фільтра (доведений строк служби понад 3 років).

### Приклади заводів

Ця система широко використовується більш ніж у 30 нових цехах для фарбування транспортних засобів у всьому світі. Європа: з 2008 р. принаймні 10 заводів для легкових автомобілів та 4 заводи для комерційних транспортних засобів. Приклад заводу №047 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

США: з 2011 р. принаймні 6 заводів для легкових автомобілів. Китай: з 2011 року принаймні 18 заводів для легкових автомобілів.

Також застосовується в деяких цехах фарбування пластмасових деталей (наприклад, автомобільних бамперів).

### Довідкова література

[\[ 183, ACEA 2017 \]](#) [\[ 256, COM 2018 \]](#) [\[ 265, TWG 2019 \]](#)

## 17.10.4.4 Сухе відділення надлишку розпилення за допомогою фільтрів (картону, тканини або спеченого матеріалу)

### Опис

Система механічного відділення, наприклад, за допомогою картону, тканини або спеченого матеріалу.

### Технічний опис

Сухе відділення з використанням картону, тканини або спеченого матеріалу є системою механічного відділення, розташованою нижче рівня решітки камери фарбування розпиленням. Відпрацьоване повітря (забруднене частинками фарби) буде всмоктуватися через картонний фільтр. У міру проходження через фільтри частинки фарби видаляються з повітря. Другий фільтр після картонного фільтра збільшує ступінь відділення. Коли фільтри повністю насичені фарбою, їх вручну замінюють на нові незаповнені фільтрувальні коробки. Зміна може бути здійснена під час виробництва. Умови насичення фільтрувальної коробки фарбою визначаються за вагою або перепадом тиску й можуть бути використані для визначення правильного часу заміни фільтра.

Можлива рециркуляція повітря або використання припливно-витяжної системи.





Джерело: [ACEA коментар №234 у [ 212, TWG 2018 ]]

**Рисунок 17.24: а) Візок для фільтра із 6 картонними фільтрувальними коробками (постачальник Dürr) та б) концепція фільтра E-Cube (постачальник Eisenmann)**

#### Досягнуті екологічні переваги

- Концентрація частинок після другого етапу рукавного фільтра та у витяжному повітрі < 0,1 мг/м<sup>3</sup>.
- Компактний формат та зменшений до 35% поперечний переріз.
- Придатна для всіх систем усіх розмірів.
- Немає потреби в хімічних речовинах, воді або інших добавках.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Менше споживання енергії:

- Пряма рециркуляція технологічного повітря.
- Зменшення корпусу блоку подання повітря через скорочення очищення повітря.
- Немає потреби в регенерації тепла.
- Менші розміри камери фарбування розпиленням та зменшений повітряний потік.
- Скорочення витрат на енергію на 60%.

Менше використання сировини:

- Не потрібна вода для відділення надлишку розпилення.
- Немає потреби у використанні розчинників для зниження клейкості або інших хімічних речовин для коагуляції.
- Відсутність утилізації осаду.
- Зниження споживання води на кондиціонування на 80%.

Менше робіт із технічного обслуговування:

- Проста, напівавтоматизована система.
- Немає решітки кабіни, яку необхідно очищати.

Переваги процесу:

- Надійна та гігієнічна система рециркуляції повітря, що не потребує догляду.
- Низький вплив на клімат камери від умов зовнішнього повітря (поповнення свіжим повітрям лише на 5–20%).
- Добре збалансовані умови в камері (постійний тиск), які забезпечують автоматичну регенерацію фільтра.
- Запобігання викидам частинок фарби, спричиненим накопиченням фарби.

Фільтри можуть бути виготовлені переважно з перероблених матеріалів і складатися під час зберігання та доставки. Жодних хімічних речовин, води або добавок не потрібно.

Відпрацьовані модулі можна використовувати як джерело палива шляхом спалювання.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

- Утворення відходів (відпрацьовані фільтрувальні матеріали).
- Збільшення обсягу транспортування у зв'язку з переміщенням великого обсягу нових патронів та видалення забруднених.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

Технологія застосовується для нанесення покриттів у таких галузях: легкові автомобілі, фургони, вантажні автомобілі та автобуси;

- потяги;
- двоколісні транспортні засоби;
- пластмасові деталі; та
- деталі загальної промисловості.

Фільтри легко збираються та замінюються – це може зробити некваліфікований персонал.

#### **Економічні аспекти**

Існують інвестиційні витрати на модернізацію, але відбувається зниження витрат через економію матеріалів та енергії.

#### **Стимул до впровадження**

Фільтри забезпечують низький рівень викидів твердих частинок у відпрацьоване повітря. Це означає, що відпрацьоване повітря можна використовувати як циркуляційне повітря. Очищення циркуляційного повітря потребує менше енергії та економить ресурси.

#### **Приклади заводів**

Широко застосовується. Декілька фарбувальних цехів у Європі, США та Китаї.

#### **Довідкова література**

[\[ 183, ACEA 2017 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#) [\[ 265, TWG 2019 \]](#)

### **17.10.4.5 Електростатичний фільтр**

#### **Опис**

В електростатичних фільтрах частинки заряджаються та відокремлюються під дією електричного поля. У сухому електростатичному фільтрі (ЕСФ) зібраний матеріал видаляється механічно (наприклад, струшуванням, вібрацією, стисненням повітрям). У мокрому ЕСФ він промивається відповідною рідиною, зазвичай розділювальним засобом на водній основі, див. Розділ 2.4.7.3.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Системи електростатичних фільтрів мають високу ефективність зниження викидів надлишкового розпилення (понад 99%) і, отже, дуже низьку залишкову концентрацію частинок (менше ніж 1 мг/м<sup>3</sup>), див. також Розділ 2.4.7.3.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Електростатичні фільтри також можуть застосовуватися як етап вторинного відділення після системи скрубєрного очищення (описано в Розділі 17.10.4.2). Електростатичний фільтр може служити як етап попередньої обробки для технологій адсорбції/десорбції розчинника або технологій зниження викидів розчинника (див. Розділ 17.10.3.3).

**Вплив на різні компоненти довкілля**

У випадку використання мокрих електростатичних фільтрів утворюються вологі відходи та стічні води, які можуть вимагати очищення.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна. Застосовується в автомобільній промисловості (див. Розділ 2.4.7.3).

**Економічні аспекти**

Загалом вартість встановлення електростатичних фільтрів вища, ніж для сухих фільтрів, але експлуатаційні витрати нижчі.

**Приклади заводів**

Див. Розділ 2.4.7.3.

**Довідкова література**

[ 5, DFU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 95, CEI-BOIS 2006 ] [ 94, VITO 2004 ] [ 212, TWG 2018 ]

**17.10.5 Технології окиснення**

У цьому розділі обговорюються технології термічного очищення відхідних газів. Методи окиснення можна розділити на дві основні категорії: у поєднанні з регенерацією енергії та без неї.

Якщо суміш розчинників містить елементи, крім Н, С або О, можуть утворюватися шкідливі, токсичні та/або корозійні побічні продукти. Розчинники, що містять галогеновмісні сполуки, утворюють агресивні димові гази. Коли ці димові гази містять азот, вони утворюють NO<sub>x</sub>, а коли вони містять сірку, вони утворюють SO<sub>x</sub>. Може відбуватися окиснення повітроводів та вентиляційних отворів.

**17.10.5.1 Спрямування відпрацьованих газів на спалювальну установку****Опис**

Відхідні гази спрямовуються (всі або їхня частина) у вигляді повітря для згорання й додаткового палива на спалювальну установку (у тому числі ТЕЦ), що використовується для виробництва пари та/або електроенергії.

**Технічний опис**

Технологічні відхідні гази можуть мати високу теплотворну здатність через присутність органічних розчинників, органічної сировини, що брала участь у реакції, побічних продуктів або займистих розчинників. Технологічні відхідні гази спрямовуються в газовий двигун або котел, де вони спалюються для виробництва електроенергії та/або пари. Котел також може використовувати звичайне паливо, і в цьому випадку для відхідних газів можуть знадобитися окремі пальники для забезпечення ефективного спалювання. Може знадобитися потужність вентиляції відхідних газів або їхнє спалювання пальниками для покриття пусків, зупинок та інших умов експлуатації, відмінних від нормальних (УЕВН) процесу та спалювальної установки.

**Досягнуті екологічні переваги**

- Викиди розчинників обробляються, а викиди котла не зміняться, оскільки замість палива використовуються розчинники.
- Покращена енергоефективність – зниження споживання енергії для виробництва пари або генерації електроенергії на місці.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Необхідною умовою використання наявного котла є те, що він має бути в робочому стані та здатним приймати пари в будь-який час, коли вони утворюються. Котли зазвичай працюють безперервно, але завантаження розчинника може бути періодичним. Нижчі рівні ЛОС можуть вимагати додаткового палива.

Діапазон концентрацій вхідного газу обмежений тільки через максимальні значення НКГВ, а діапазон повітряного потоку, що може оброблятися, залежить від потужності наявного котла.

Ця технологія може обробляти всі типи розчинників та сумішей розчинників (потрібна особлива обережність, якщо залучені речовини CMR), і не потрібно ніякої спеціальної попередньої або подальшої обробки; проте застосування належного контролю за СО є загальнозживаною практикою.

Викиди формальдегіду з заводу з двома ТЕЦ були в діапазоні 4,5–5,5 мг/Нм<sup>3</sup> [Завод №176 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 259, COM 2017 \]](#)].

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ця технологія проста в застосуванні й найбільше підходить для наявних котлів достатньої потужності та для виробничих процесів із великою потребою в енергії.

Для наявних заводів впровадження технології буде обмежено капітальними модернізаціями заводу. Застосовується лише в тому випадку, якщо на об'єкті є потреба в парі або електроенергії.

Речовини в технологічному відхідному газі мають бути легкозаймистими. Технологія може бути незастосовною для відхідних газів, що містять речовини, зазначені в Статті 59(5) ДПВ, або її застосування може бути обмежене з міркувань безпеки. Ця технологія не застосовується для галогеновмісних розчинників, що містять сірку або азот, або інших шкідливих розчинників, які збільшують викиди кислих газів та ПХДД/Ф та можуть спричинити корозію газового двигуна або котла.

Спрямування потоків технологічних відхідних газів на спалювальну установку може бути обмежений із міркувань безпеки залежно від вмісту водню у відхідних газах.

### **Економічні аспекти**

Генерація пари та/або електроенергії дає значні переваги. Один завод повідомив, що, спрямувавши потік концентрованих вихлопних газів із ЛОС на дві ТЕЦ, він досягнув незалежності від електроенергії в поєднанні з відсутністю додаткового споживання газу [Завод №176 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 259, COM 2017 \]](#)].

Вартість зростає разом із відстанню процесу від котла; проте загалом це недорога технологія.

### **Стимул до впровадження**

Зниження витрат на генерацію пари та електроенергії.

### **Приклади заводів**

Використовується на деяких заводах, що брали участь у зборі даних (див. також [\[ 259, COM 2017 \]](#)).

### **Довідкова література**

[\[ 24, ESIG 2000 \]](#) [\[ 37, Jansen 2005 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#) [\[ 214, COM 2017 \]](#) [\[ 259, COM 2017 \]](#)

## **17.10.5.2 Термічне окиснення**

### **Опис**

Окиснення ЛОС шляхом нагрівання відхідних газів повітрям або киснем до температури, що перевищує точку їхнього самозаймання, у камері згорання та підтримання високої температури протягом достатнього часу для завершення згорання ЛОС до вуглекислого газу та води.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Як правило, може бути досягнута ефективність видалення > 99% (середнє значення за 24 години); проте це залежить від концентрації на вході. Рівні концентрації, що зазвичай досягаються після обробки, як правило не перевищують 20–30 мг С/м<sup>3</sup>, і можна досягти навіть нижчих рівнів (див. також Таблицю

17.8 нижче). За потреби можна досягти нижчих рівнів викидів; проте, для забезпечення нижчих викидів ЛОС може знадобитися додаткове паливо (див. відповідні розділи щодо викидів у відпрацьованих газах у главах за відповідними секторами). Дані за 50 системами термічного окиснення показують середню ефективність боротьби з викидами 96,94% з діапазоном від максимального до мінімального значення 99,99–93,93% та 50% середнім діапазоном (75-й - 25-й процентиль) 99,94–96,98% (див. Таблицю 21.29).

Термічне окиснення також використовується для боротьби із запахом.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Розчинники у відпрацьованих газах зазвичай знищуються за температур 680–750 °С, що забезпечує майже повне згорання вмісту розчинника. Окисники зазвичай працюють із параметрами, відрегульованими для збалансованих мінімальних загальних викидів.

Діапазон концентрацій вхідного газу обмежений лише максимальними значеннями НКГВ. Час запуску системи становить лише 5 хвилин. Обмежень за температурою на вході немає.

Окисник має працювати безперервно, коли він оснащений системою футерування, тому що систему футерування необхідно підтримувати теплою. Кількість палива, необхідного для підтримання тепла під час роботи в холостому режимі, є важливим фактором для систем, які працюють у періодичному режимі.

Концентрація пилу зазвичай має бути < 3 мг/Нм<sup>3</sup>, але може бути вищою у випадку спалювання частинок органічного пилу.

Установки можуть бути інтегровані в сушарку (наприклад, для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням, див. Розділ 11.4.3.2) або застосовуватися як центральна система для кількох сушарок.

У наступній таблиці наведено деякі основні статистичні дані про рівні викидів, повідомлені для систем термічного окиснення для всіх секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників [155, TWG 2016].

**Таблиця 17.8: Статистичні параметри викидів ЛОС у відпрацьованих газах від систем термічного окиснення**

| Параметр   | Значення                   |
|--|----------------------------|
| Кількість даних  | 111                        |
| Середнє значення концентрації ЛОС                                  | 9,3 мг С/Нм <sup>3</sup>   |
| Максимальне значення концентрації ЛОС                              | 180,0 мг С/Нм <sup>3</sup> |
| Мінімальне значення концентрації ЛОС                               | 0,2 мг С/Нм <sup>3</sup>   |
| 95-й процентиль значень концентрації ЛОС                           | 33,5 мг С/Нм <sup>3</sup>  |
| 75-й процентиль значень концентрації ЛОС                           | 7,4 мг С/Нм <sup>3</sup>   |
| 25-й процентиль значень концентрації ЛОС                           | 1,7 мг С/Нм <sup>3</sup>   |
| Примітка: Дані за період 2013–2015 рр.<br>Джерело: [155, TWG 2016] |                            |

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Для досягнення необхідних температур горіння потрібна значна кількість додаткового палива: споживання енергії вище, ніж для рекуперативного та регенеративного окиснення. Відбуваються викиди NO<sub>x</sub>, СО та СО<sub>2</sub>; максимальний рівень кожної речовини зазвичай нижче 100–150 мг/м<sup>3</sup>. Рівні викидів NO<sub>x</sub>/СО, що досягаються, наведено у відповідних розділах щодо викидів у відпрацьованих газах у главах за відповідними секторами. Див. також Розділ 17.10.1 та Рисунок 17.18.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

Термічне окиснення особливо підходить для високих концентрацій ЛОС ( $5\text{--}16 \text{ г/Нм}^3$ ) та для періодичних процесів з усіма типами негалогенованих розчинників (та їхніх сумішей). У випадку галогенованих сполук, як правило, потрібна подальша обробка відпрацьованих газів.

Можлива обробка від малих до середніх швидкостей потоку  $< 25\ 000 \text{ Нм}^3/\text{год}$ . Ця технологія найбільш економічно застосовується до потоків у діапазоні  $5\text{--}1\ 000 \text{ Нм}^3/\text{год}$  і є найбільш придатною для періодичних процесів, наприклад, кілька годин на добу або тиждень або кілька тижнів на рік. Вона може працювати з усіма типами розчинників та сумішами розчинників, і не потрібно жодної спеціальної попередньої або подальшої обробки, за винятком, можливо, галогенованих сполук.

Вона широко застосовується у виробництві абразивів, особливо у ситуаціях, коли регенероване тепло не може бути використане. Технологія не застосовується в автомобільній промисловості через низьку енергоефективність.

Вона також широко застосовується в процесах рулонного офсетного друку з температурним закріпленням; проте сьогодні перевага надається регенеративному окисненню.

#### Економічні аспекти

З погляду інвестицій ця технологія є найбільш економічним типом окисника. Проте експлуатаційні витрати є високими, оскільки потрібно багато додаткового палива, а також підвищуються експлуатаційні витрати заводу.

#### Стимул до впровадження

Контроль неприємного запаху.

#### Приклади заводів

Широко використовується (див. також Таблицю 17.8 вище).

#### Довідкова література

[\[ 4, Germany 2002 \]](#) [\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 14, Aminimal et al. 2002 \]](#) [\[ 19, Austria 2003 \]](#) [\[ 24, ESIG 2000 \]](#) [\[ 37, Jansen 2005 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 94, VITO 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### 17.10.5.3 Рекуперативне термічне окиснення

#### Опис

Термічне окиснення з використанням тепла відпрацьованих газів, наприклад, для підігріву відхідних газів, що надходять.

#### Технічний опис

Принцип знищення розчинників шляхом спалювання такої самий, як описано в розділі про термічне окиснення (див. Розділ 17.10.5.2). Проте відбувається економія енергії, оскільки відпрацьоване гаряче повітря використовується для нагрівання холодного насиченого розчинниками повітря, що надходить, або спрямовується назад у процес сушіння. Хоча використовуються теплообмінники, може знадобитися додаткове паливо.

#### Досягнуті екологічні переваги

Можна досягти більше ніж 99% знищення ЛОС, а рівні викидів, що зазвичай досягаються, як правило, нижче  $10 \text{ мг С/м}^3$  (середньодобове значення або середнє значення за період відбору проб) (див. відповідні розділи щодо викидів у відпрацьованих газах у главах за відповідними секторами). Дані за 43 системами рекуперативного термічного окиснення показують середню ефективність боротьби з викидами 98,31% з діапазоном від максимального до мінімального значення 99,9–89,4% та 50% середнім діапазоном ( $75^{\text{-й}}$  -  $25^{\text{-й}}$  перцентиль) 99,55–97,85% (див. Таблицю 21.29).

У порівнянні з термічним окисненням 50–70% енергії може бути рекуперовано як загальне тепло в теплообміннику.

Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Зазвичай концентрація розчинника на вході становить від 2 г/Нм<sup>3</sup> до 12 г/Нм<sup>3</sup>. Діапазон концентрацій вхідного газу обмежений тільки через максимальні значення НКГВ, а за низьких рівнів ЛОС необхідно додавати більше палива. Максимальна температура на вході становить 400 °С. Необхідний контроль температури. Концентрація ЛОС після обробки також може постійно контролюватись. Проте в більшості звичайних галузей промисловості, як-от виробництво автомобілів, контролюється лише температура згорання.

Повідомлені показники ефективності боротьби з викидами варіюються від 92% до 99,5%, значення ґрунтуються на недавніх одночасних вимірюваннях концентрації ЗЛОВ на вході та після очищення для сектору нанесення покриття на транспортні засоби [155, TWG 2016], див. також «Досягнуті екологічні переваги» вище та Таблицю 21.29.

У наступній таблиці наведено деякі основні статистичні дані про рівні викидів, повідомлені для систем рекуперативного термічного окиснення для всіх секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників [155, TWG 2016].

**Таблиця 17.9: Статистичні параметри викидів ЛОС у відпрацьованих газах від систем рекуперативного термічного окиснення**

| Параметр                                 | Значення                  |
|--|---------------------------|
| Кількість даних                          | 47                        |
| Середнє значення концентрації ЛОС        | 9,7 мг С/Нм <sup>3</sup>  |
| Максимальне значення концентрації ЛОС    | 54,3 мг С/Нм <sup>3</sup> |
| Мінімальне значення концентрації ЛОС     | 0,6 мг С/Нм <sup>3</sup>  |
| 95-й перцентиль значень концентрації ЛОС | 43,8 мг С/Нм <sup>3</sup> |
| 75-й перцентиль значень концентрації ЛОС | 10,2 мг С/Нм <sup>3</sup> |
| 25-й перцентиль значень концентрації ЛОС | 2,1 мг С/Нм <sup>3</sup>  |
| Примітка: Дані за період 2013–2015 рр.   |                           |
| Джерело: [155, TWG 2016]                 |                           |

Енергія, що вивільняється окисником, походить як від спалювання газу, так і від спалювання розчинника. Через високу температуру окиснених парів велика частина енергії може бути регенована в теплообмінниках для використання в:

- підігрівання парів перед окисненням близько до 600 °С (для зниження споживання газу в окиснику);
- підігрівання повітря, що подається в піч, до максимум 400 °С, особливо у випадку печей із «конвекцією гарячого повітря» (для зменшення або усунення споживання газу в печах);
- підігрівання води (для технологічних та/або санітарних потреб).

У випадку таких технологій, як «інфрачервоне» або «індукційне» сушіння, даних недостатньо, щоб визначити вплив на потреби в первинній енергії. Проте відомо, що таких самих можливостей для регенерації енергії не існує.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Відбуваються викиди NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> та СО. Повідомлені дані про викиди із систем рекуперативного термічного окиснення показують середнє значення (із 70 наборів даних) 66,6 мг/Нм<sup>3</sup> для NO<sub>x</sub> та 108,9 мг/Нм<sup>3</sup> для СО [155, TWG 2016] (див. також Розділ 17.10.1 та Рисунок 17.18). Рівні шуму можуть зростати.

Хоча ця технологія споживає менше енергії, ніж термічний окисник (див. Розділ 17.10.5.2), вона все одно споживає значну кількість енергії, якщо концентрація ЛОС на вході нижче автотермічної межі, яка становить близько 2–3 г/м<sup>3</sup>. Для пальника завжди потрібне чергове полум'я (що споживає енергію).

## Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

Можлива обробка від малих до середніх швидкостей потоку < 40 000 Нм<sup>3</sup>/год. Ця технологія найбільш економічно застосовується в цьому діапазоні потоків і є найбільш придатною для безперервних процесів та відпрацьованих газів із концентрацією розчинника 2–12 г/м<sup>3</sup>. Для низьких концентрацій розчинника (наприклад, < 6 г/Нм<sup>3</sup>) її можна використовувати, якщо здійснюється подальша регенерація тепла очищеного газу (наприклад, сушарки в автомобільній промисловості). На додаток до сильного внутрішнього підігріву додатковий етап регенерації тепла є дуже поширеним та економічно вигідним. Він може працювати з усіма типами розчинників та сумішами розчинників і не вимагає жодної спеціальної попередньої або подальшої обробки. Ця технологія може працювати як безперервно, так і періодично, оскільки має відносно короткий час запуску – менше 1 години.

Оскільки рекуперативні термічні окисники легше і швидше зменшують викиди ЛОС у порівнянні з регенеративними термічними окисниками, вони забезпечують особливі переваги з погляду засмічення через відкладення SiO<sub>2</sub>, що утворюються силосанамі або іншими сполуками кремнію у відпрацьованому повітрі.

Ця технологія широко застосовується в:

- поліграфічній промисловості, завжди з додатковим паливом;
- галузі нанесення покриття на рулонний метал;
- автомобільній промисловості, завжди з додатковим паливом;
- галузі виробництва металеві упаковки; проте високі концентрації ЛОС можуть спричинити проблеми з якістю для кольорових покриттів, наприклад, білі можуть змінювати колір.

Економічні аспекти

За робочих температур вище 750 °С строк експлуатації установок зазвичай становить 15–20 років, хоча температурна втома матеріалу може скоротити строк експлуатації деяких теплообмінників до 8–12 років. У цьому випадку інвестиційні витрати становлять від 150 000 до 250 000 євро для установок продуктивністю 10 000 м<sup>3</sup>/год (дані за 2006 р.).

Для нової установки витрати на ізольовані димові труби можуть бути дуже значними залежно від планування через високу температуру повітря.

### Стимул до впровадження

Рекуперативне термічне окиснення застосовується з метою енергозбереження.

### Приклади заводів

Широко використовується для нанесення покриття на транспортні засоби, нанесення покриття та друку на металевій упаковці, нанесення покриття на рулонний метал, флексографічного друку та непублікаційного ротографічного друку, а також рулонного офсетного друку з температурним закріпленням.

### Довідкова література

[\[ 4, Germany 2002 \]](#) [\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 14, Aminal et al. 2002 \]](#) [\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 24, ESIG 2000 \]](#) [\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 37, Jansen 2005 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 39, SEFEL 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 190, ESVOC 2017 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## 17.10.5.4 Регенеративне термічне окиснення (кілька шарів)

### Опис

Окисник із кількома шарами (трьома або п'ятьма), заповненими керамічним наповнювачем. Шари є теплообмінниками, які по черзі нагріваються димовими відпрацьованими газами від окиснення, потім потік повертається, щоб нагріти повітря, що надходить до окисника. Потік змінюється на регулярній основі. У безклапанному обертовому розподільнику повітря (див. Розділ 17.10.5.5) керамічне середовище утримується в одній обертовій ємності, розділеній на кілька клинів.



### Технічний опис

Перше покоління регенеративних термічних окисників є системою з подвійним шаром, у якій кожен шар заповнений керамічним наповнювачем. Один шар використовується для підігрівання газового потоку, що обробляється; інший нагрівається димовими газами, що утворюються внаслідок окиснення. Потік змінюється на регулярній основі для перемикавання шарів підігрівання та регенерації тепла. Деякі неспалені ЛОС викидаються під час перемикавання. Існують також окисники з подвійним шаром і буферною системою для зменшення кількості неспалених ЛОС під час перемикавання шарів.

Через підвищений рівень викидів під час перемикавання шарів замість двошарових окисників тепер встановлюються тришарові. Третій шар називається «продувним шаром». Також доступні окисники з більш ніж трьома шарами (п'ятьма або сімома). У цьому випадку одночасно використовується кілька шарів для підігрівання газового потоку, що обробляється, і кілька шарів нагріваються вихідним потоком повітря. Один шар використовується як продувний, так само як і в тришаровій системі.

Регенеративні окисники, які отримують вхідний газ із концентрацією ЛОС вище автотермічного рівня, називаються «безполум'яними окисниками». Безполум'яний режим роботи також може бути досягнутий шляхом прямого введення палива (тільки з газоподібним паливом) та достатньої концентрації кисню в неочищеному газі.

### Досягнуті екологічні переваги

Ця система може забезпечити рівні викидів  $< 5\text{--}20$  мг С/Нм<sup>3</sup> як середньодобове значення або середнє значення за період відбору проб (див. відповідні розділи щодо викидів у відпрацьованих газах у главах за відповідними секторами), а ефективність боротьби з викидами в діапазоні 95–99,5% як середнє значення за 24 години. Дані за 25 (трьох- або п'ятишаровими) системами регенеративного термічного окиснення показують середню ефективність боротьби з викидами 98,27% з діапазоном від максимального до мінімального значення 99,8–87,8% та 50% середнім діапазоном (75-й - 25-й процентиль) 99,4–98,5% (див. Таблицю 21.29). Проте у випадку низьких концентрацій ЛОС у вхідному газі ( $< 100$  мг/Нм<sup>3</sup>) ефективність може бути нижче за 95%. Як уже зазначалося, загальна ефективність вища у випадку використання систем із трьома й більше шарами, тому що в порівнянні із системою з двома шарами не відбувається викидів необроблених ЛОС унаслідок перемикавання напрямку потоку газу. Надлишкова енергія, що генерується, може бути повторно використана й може призвести до значної загальної економії енергії.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Коли концентрація розчинника в повітрі, що підлягає обробці, перебуває в діапазоні 1,5–3 г/м<sup>3</sup>, система є автотермічною й не вимагає введення додаткового палива. Теплова енергія вихідного повітря із системи очищення відхідних газів використовується для підігрівання неочищеного газу шляхом чергування шарів теплопередачі. Надлишкове тепло можна рекуперувати та, наприклад, використовувати у виробничих процесах.

Усі, крім одного, повідомленого значення ефективності боротьби з викидами, ґрунтуються на недавніх одночасних вимірюваннях концентрацій ЗЛОВ на вході та після очищення, варіюються від 95,8% до 99,5% для певної кількості секторів: флексографічний друк та непублікаційний ротографічний друк, нанесення покриття на транспортні засоби, нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні, нанесення покриття на рулонний метал, нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір [155, TWG 2016].

Ефективність видалення в очищенні відхідних газів для регенеративного термічного окисника з трьома шарами можна розрахувати за різницею між температурою газу на вході й на наступному етапі [РТ коментар №5 у [212, TWG 2018]]. Для цього розрахунку необхідні безперервні вимірювання температури відхідних газів до (на вході) і після (на виході) обробки, а також знання типу використовуваних розчинників.

Концентрація ЛОС на вході (г ЛОС/м<sup>3</sup>) є співвідношенням між різницею температур на вході та виході РТО й підвищенням температури кожного грама розчинників, присутніх в одному кубічному метрі відхідних газів ( $\frac{^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^3}{\text{gVOC}}$ )

$$\text{gVOC}/\text{m}^3 = \frac{T_{\text{out}} - T_{\text{in}}}{\Delta T (^{\circ}\text{C}) \cdot \text{m}^3 / \text{gVOC}}$$

Концентрація розчинника на вході:

«Підвищення температури на кожен грам розчинників» можна отримати зі співвідношення між теплотворною здатністю суміші розчинників (кКал/г) та питомою теплоємністю повітря (кКал/(м<sup>3</sup>\*°C):

$$\Delta T^{\circ C * m^3} / g_{voc} = \frac{\text{Solvent mixture heating value (kCal/g)}}{\text{specific heat of air (kCal/m}^3 * ^\circ C)}$$

У наступній таблиці наведено деякі основні статистичні дані про рівні викидів, повідомлені для (трьох- або п'ятишарових) систем регенеративного термічного окиснення для всіх секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників [ 155, TWG 2016 ].

**Таблиця 17.10: Статистичні параметри викидів ЛОС у відпрацьованих газах від (трьох- або п'ятишарових) систем регенеративного термічного окиснення**

| Параметр   | Значення                   |
|--|----------------------------|
| Кількість даних  | 47                         |
| Середнє значення концентрації ЛОС                                    | 14,4 мг С/Нм <sup>3</sup>  |
| Максимальне значення концентрації ЛОС                                | 157,7 мг С/Нм <sup>3</sup> |
| Мінімальне значення концентрації ЛОС                                 | 0,4 мг С/Нм <sup>3</sup>   |
| 95-й перцентиль значень концентрації ЛОС                             | 42,7 мг С/Нм <sup>3</sup>  |
| 75-й перцентиль значень концентрації ЛОС                             | 14,1 мг С/Нм <sup>3</sup>  |
| 25-й перцентиль значень концентрації ЛОС                             | 4,0 мг С/Нм <sup>3</sup>   |
| Примітка: Дані за період 2013–2015 рр.<br>Джерело: [ 155, TWG 2016 ] |                            |

Система чутлива до присутності пилу у відхідному газі, тому що вона забиває керамічний наповнювач; проте може допускатися певний рівень горючого пилу. Температура контролюється до та після очищення, також можна безперервно контролювати концентрацію ЛОС. Проте безперервно контролюється лише температура.

На середньому заводі флексографічного друку та непублікаційного ротографічного друку кількість надлишкового тепла більша, ніж може бути використана. Основними споживачами тепла є сушарки на друкарських машинах. Окиснення одного грама розчинника може нагріти один м<sup>3</sup> повітря приблизно на 25 °С. Доступно приблизно 3–4 г/м<sup>3</sup>: достатньо енергії, щоб нагріти кожен м<sup>3</sup> на 75–100 °С. Проте необхідне підвищення температури повітря для сушіння становить у середньому лише близько 30 °С. Це означає, що для більш ніж половини регенованого тепла потрібно знайти інші можливості. Іноді надлишкову енергію продають на сусідні заводи. Регеноване тепло тоді потрібно транспортувати. Для цієї мети підійде пара або термічна олива. Проте більшість сушарок працюють за допомогою відкритого газового полум'я або електроенергії. Використання надлишкового тепла з окисника для сушарок передбачало б заміну всіх сушарок: інвестиції, які неможливо було б покрити лише шляхом зниження витрат на енергію.

У галузі нанесення покриття та друку на банках DWI надлишкове тепло може бути використане для певних операцій, наприклад, у процесі очищення та для нагрівання повітря, що надходить у сушарки.

У галузі нанесення покриття на рулонний метал пари окиснюються в спарених камерах, які підігріваються по черзі. Камери підігріваються паром з іншої робочої камери. Газовий пальник використовується для запуску установки, але зазвичай не в стаціонарних режимах. Вони можуть обробляти пари з дуже низькою концентрацією ЛОС. Енергія, що вивільняється в результаті окиснення, походить тільки від згорання розчинника. Завдяки енергоефективності регенеративного окисника температури вихлопних газів низькі, що знижує можливість регенерації енергії. Завдяки цьому процесу основна частина енергії регенерується для самого окиснення; решта енергії може бути регенована в

теплообмінниках для підігрівання повітря, що вводиться в піч (за низької температури) і для нагрівання води (для технологічного та/або санітарного використання).

### Вплив на різні компоненти довкілля

У порівнянні зі звичайним окисником потрібна енергія для живлення більших вентиляторів, які використовуються для передавання відпрацьованого повітря через теплообмінники. Відбуваються викиди  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_2$  та  $\text{CO}$ . Повідомлені дані про викиди із (трьох- або п'ятишарових систем) регенеративного термічного окиснення показують середнє значення (із 62 наборів даних)  $59,2 \text{ мг/Нм}^3$  для  $\text{NO}_x$  та  $18,5 \text{ мг/Нм}^3$  для  $\text{CO}$  [155, TWG 2016] (див. також Розділ 17.10.1 та Рисунок 17.18).

Окиснення потребує енергії (газу), переважно під час операцій запуску. Рівні шуму можуть зростати.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

Ця технологія зазвичай застосовується до повітряного потоку в діапазоні  $> 1\ 500\text{--}120\ 000 \text{ Нм}^3/\text{год}$  для однієї установки з двома шарами. Для потоків  $> 100\ 000 \text{ Нм}^3/\text{год}$  системи з кількома шарами є більш економічно вигідними. Максимальна температура на вході становить  $400 \text{ }^\circ\text{C}$ . Температура згорання має бути  $> 750 \text{ }^\circ\text{C}$  з часом перебування в камері згорання  $> 1 \text{ с}$ . З міркувань безпеки максимальна вхідна концентрація обмежена 25% НКГВ для переважно аліфатичних та 20% НКГВ для ароматичних вуглеводнів (згідно з EN 12753). Зазвичай  $8 \text{ г/м}^3$  для ароматичних розчинників, таких як толуол, ксилен, з типовими значеннями НКГВ приблизно  $40 \text{ г/м}^3$  та  $15 \text{ г/м}^3$  для аліфатичних розчинників, як-от етилацетат або етанол, з типовими значеннями НКГВ приблизно понад  $60 \text{ г/м}^3$ . Границі безпеки необхідні для запобігання вибухам у керамічних шарах.

Ця технологія дає змогу обробляти всі типи негалогенованих розчинників та сумішей розчинників. Проте з липкими речовинами потрібне регулярне «випалювання». З кремнієво-вуглеводневими сполуками потрібне регулярне очищення, тому варто уникати цього типу речовин.

Ця технологія найчастіше використовується для безперервних процесів. Коли вона застосовується до періодичних процесів, вона зазвичай перебуває в режимі очікування та за певної температури. Час запуску становить від 1 до 4 годин.

Регенеративні окисники також забезпечують більшу гнучкість, ніж рекуперативні окисники, тому що їхня робота безпосередньо не пов'язана з виробництвом.

Регенеративні термічні окисники цього типу зазвичай застосовуються в таких галузях:

- заводи для флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку;
- заводи для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням
- виробництво абразивів;
- нанесення покриття та друк на металевій упаковці (окрім виробництва бочок);
- нанесення покриття на рулонний метал;
- автомобільна промисловість.

### Економічні аспекти

Інвестиційні витрати на регенеративний окисник вищі, ніж на рекуперативний окисник. Інвестиційні та експлуатаційні витрати на обладнання боротьби з викидами наприкінці виробничого циклу значною мірою визначаються максимальним потоком повітря, яке необхідно очистити.

Інвестиції можна оцінити як мінімум  $200\ 000 \text{ євро}$  для потужності до  $10\ 000 \text{ м}^3/\text{год}$  плюс  $10\text{--}15 \text{ євро}$  за кожний додатковий  $\text{м}^3/\text{год}$  (дані за 2006 р.). Сюди належить простий централізований збірний повітровід, але не витрати на оптимізацію повітряного потоку. Потреба в паливі низька, тому

електричний вентилятор переважно визначає експлуатаційні витрати. Експлуатаційні витрати становлять близько 15 000 євро на рік для обробки 10 000 м<sup>3</sup>/год (дані за 2006 р.).

Регенерація та транспортування надлишкового тепла потребує додаткових інвестицій. Ці інвестиції є такими, що вони можуть бути покриті лише меншими витратами на енергію, якщо все надлишкове тепло може бути фактично використане, і якщо для можливості використання цього тепла не потрібні додаткові інвестиції.

#### Стимул до впровадження

Енергоефективність.

#### Приклади заводів

Широко застосовується в більшості секторів; див. також Досягнуті екологічні переваги вище.

#### Довідкова література

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 4, Germany 2002 ] [ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 14, Aminor et al. 2002 ] [ 22, ECCA 2004 ] [ 24, ESIG 2000 ] [ 27, VITO 2003 ] [ 37, Jansen 2005 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 39, SEFEL 2004 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 190, ESVOC 2017 ] [ 212, TWG 2018 ] [ 260, VDI 2014 ]

### 17.10.5.5 Регенеративне термічне окиснення — безклапанний обертовий повітророзподільник

#### Технічний опис

Замість використання РТО із системами кількох шарів (див. Розділ 17.10.5.4) ця технологія полягає у використанні системи з єдиною ємністю та обертовим повітророзподільником. Керамічне середовище міститься в одній обертовій ємності, розділеній на кілька клинів. Потік відходів збирається та спрямовується через безклапанний РТО (безклапанний РТО) за допомогою вентилятора з регульованою швидкістю. Обертовий розподільник є єдиною рухомою частиною системи й регулює потік через вхідний, продувний і вихідний клини безклапанного РТО в секції теплообмінника. Неочищений потік спочатку спрямовується вгору через вхідний клин обертового розподільника та відповідні секції теплообмінника. Це підігріває потік до температури камери згорання, коли він проходить вгору через керамічне середовище. Потім потік окиснюється в камері згорання за допомогою модульовального пальника, що забезпечує додаткове тепло тільки тоді, коли це необхідно для підтримання температури згорання. Випускний або вихідний клин обертового розподільника дає очищеному окисненому повітрю змогу текти вниз через теплообмінник. Вихлопний газ нагріває керамічне середовище. Очищене повітря виходить із ємності безклапанного РТО і спрямовується у витяжну трубу. Продувний клин обертового розподільника встановлено за вхідним клином, він постійно продуває теплообмінник чистим окисненим повітрям.

#### Досягнуті екологічні переваги

Ця система може досягати ефективності видалення в діапазоні 95–99,5% в середньому за 24 години. Дані за 16 системами регенеративного термічного окиснення (з безклапанним обертовим повітророзподільником) показують середню ефективність боротьби з викидами 93,34% з діапазоном від максимального до мінімального значення 99,3–90% та 50% середнім діапазоном (75<sup>-й</sup> - 25<sup>-й</sup> перцентиль) 97,25–90% (див. Таблицю 21.29).

У порівнянні зі звичайним термічним окисником досягається значна економія енергії. Утворена надлишкова енергія може бути використана повторно.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Ця технологія зазвичай застосовується для повітряних потоків у діапазоні 10 000–120 000 Нм<sup>3</sup>/год. Максимальна температура на вході становить 400 °С. Максимальна концентрація ЛОС на вході буде обмежена максимальним значенням НКГВ, теоретично 12 г/м<sup>3</sup>.

Система працює в автотермічному режимі з концентраціями ЛОС у діапазоні 1,5–3 г/м<sup>3</sup>, але система застосовується також із концентраціями > 3 г/м<sup>3</sup>. Надлишкове тепло може бути регенероване та використане повторно.

Повідомлена ефективність боротьби з викидами варіюється від 90% до 99,8%, значення ґрунтуються на недавніх одночасних вимірюваннях концентрацій ЛОС на вході та після очищення в секторах нанесення покриття на транспортні засоби та нанесення покриття на пластмасові поверхні [155, TWG 2016].

У наступній таблиці наведено деякі основні статистичні дані про рівні викидів, повідомлені для систем регенеративного термічного окиснення (з безклапанним обертовим повітророзподільником) для всіх секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників [155, TWG 2016].

**Таблиця 17.11: Статистичні параметри викидів ЛОС у відпрацьованих газах від систем регенеративного термічного окиснення**

| Параметр   | Значення                  |
|--|---------------------------|
| Кількість даних  | 31                        |
| Середнє значення концентрації ЛОС                                  | 10,5 мг С/Нм <sup>3</sup> |
| Максимальне значення концентрації ЛОС                              | 31,1 мг С/Нм <sup>3</sup> |
| Мінімальне значення концентрації ЛОС                               | 0,4 мг С/Нм <sup>3</sup>  |
| 95-й перцентиль значень концентрації ЛОС                           | 26,5 мг С/Нм <sup>3</sup> |
| 75-й перцентиль значень концентрації ЛОС                           | 16,5 мг С/Нм <sup>3</sup> |
| 25-й перцентиль значень концентрації ЛОС                           | 2,0 мг С/Нм <sup>3</sup>  |
| Примітка: Дані за період 2013–2015 рр.<br>Джерело: [155, TWG 2016] |                           |

Ця технологія найчастіше використовується для безперервних процесів. Коли вона застосовується до періодичних процесів, вона зазвичай перебуває в режимі очікування та за певної температури. Час запуску становить від 1 до 4 годин.

Може обробляти всі типи негалогенованих розчинників та сумішей розчинників; проте з липкими речовинами потрібне регулярне «випалювання». З кремнієво-вуглеводневими сполуками потрібне регулярне очищення, тому варто уникати цих типів речовин.

Система чутлива до присутності пилу у відхідному газі; проте може допускатися певний рівень горючого пилу.

Цей тип системи також чутливий до механічних несправностей обертової частини й має нижчу загальну надійність, ніж системи з кількома шарами.

Завдяки конструкції «одного реактора» цій системі потрібно менше місця для впровадження, ніж системам із кількома шарами.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

У порівнянні зі звичайним окисником потрібна енергія для живлення більших вентиляторів, необхідних для передавання відпрацьованого повітря через теплообмінники.

Відбуваються викиди CO, CO<sub>2</sub> та NO<sub>x</sub>. Повідомлені дані про викиди із систем регенеративного термічного окиснення (безклапанний обертовий повітророзподільник) показують середнє значення (з 25 наборів даних) 33,4 мг/Нм<sup>3</sup> для NO<sub>x</sub> (34 набори даних) та 69,9 мг/Нм<sup>3</sup> для CO [155, TWG 2016] (див. також Розділ 17.10.1 та Рисунок 17.18). Низькі рівні утворення NO<sub>x</sub> можуть досягатися шляхом застосування низьких температур спалювання в діапазоні 750–820 °C.

Рівні шуму можуть зростати.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

Регенеративні термічні окисники цього типу зазвичай застосовуються в таких галузях:

- заводи для флексографічного друку та непублікаційного ротографічного друку;
- заводи для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням
- виробництво клейких стрічок;
- нанесення покриття та друк на металевій упаковці;
- нанесення покриття на рулонний метал;
- нанесення покриття на пластмасові поверхні;
- автомобільна промисловість.

#### Економічні аспекти

Через рух обертової системи витрати на технічне обслуговування вищі в порівнянні із системами з кількома шарами.

#### Стимул до впровадження

Енергоефективність.

#### Приклади заводів

Широко використовується в різних секторах (див. Технічні особливості, пов'язані із застосуванням, вище).

#### Довідкова література

[\[ 24, ESIG 2000 \]](#) [\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 37, Jansen 2005 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 190, ESVOC 2017 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### 17.10.5.6 Каталітичне окиснення

#### Опис

Окиснення ЛОС за допомогою каталізатора для зниження температури окиснення та зменшення споживання палива. Відпрацьоване тепло можна регенерувати за допомогою рекуперативних або регенеративних типів теплообмінників. Вищі температури окиснення (500–750 °C) використовуються для очищення відпрацьованих газів від виробництва обмоткового дроту.

#### Досягнуті екологічні переваги

Ефективність видалення залежить від кількох параметрів, але за оптимального вибору каталітичної системи досягається ефективність 95–99%.

Повідомлені показники ефективності боротьби з викидами варіюються від 97% до 99%, значення ґрунтуються на недавніх одночасних вимірюваннях концентрації ЗЛОВ на вході та після очищення для систем, що працюють на заводах для флексографічного друку та непублікаційного ротографічного друку, а також для нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір [\[ 155, TWG 2016 \]](#) (див. також Таблицю 21.29).

Зазвичай досягається діапазон концентрацій < 10–20 мг С/Нм<sup>3</sup>. У порівнянні з термічним окисненням (див. Розділ 17.10.5.2) потрібно менше додаткового палива, зазвичай необхідний діапазон температур становить 250–400 °C. Застосування каталізатора в поєднанні з рекуперацією тепла вихлопу вимагає менше енергії, ніж рекуперативне окиснення без каталізатора (див. Розділ 17.10.5.3).

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Можлива обробка з концентрацією ЛОС до 5 г/Нм<sup>3</sup>. Ця технологія може застосовуватися для повітряних потоків у діапазоні 10–30 000 Нм<sup>3</sup>/год. Проте вона найбільше придатна для переривчастих повітряних до 10 000 Нм<sup>3</sup>/год.

За температури на вході вище 400 °C підігрівання не потрібне для досягнення початкової температури для каталізатора. Зазвичай оливи не використовуються як паливо через вміст сірки та пов'язану з цим токсичність для каталізатора.

У наступній таблиці наведено деякі основні статистичні дані про рівні викидів, повідомлені для систем каталітичного окиснення для всіх секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників [155, TWG 2016].

**Таблиця 17.12: Статистичні параметри викидів ЛОС у відпрацьованих газах від систем каталітичного окиснення**

| Параметр   | Значення                   |
|--|----------------------------|
| Кількість даних  | 16                         |
| Середнє значення концентрації ЛОС                                  | 26,5 мг С/Нм <sup>3</sup>  |
| Максимальне значення концентрації ЛОС                              | 134,2 мг С/Нм <sup>3</sup> |
| Мінімальне значення концентрації ЛОС                               | 2,7 мг С/Нм <sup>3</sup>   |
| 95-й перцентиль значень концентрації ЛОС                           | 64,0 мг С/Нм <sup>3</sup>  |
| 75-й перцентиль значень концентрації ЛОС                           | 37,1 мг С/Нм <sup>3</sup>  |
| 25-й перцентиль значень концентрації ЛОС                           | 8,3 мг С/Нм <sup>3</sup>   |
| Примітка: Дані за період 2013–2015 рр.<br>Джерело: [155, TWG 2016] |                            |

Ця технологія може працювати безперервно або періодично; проте в разі безперервної роботи строк служби каталізатора обмежений приблизно 15 000–25 000 годинами.

Можна обробляти більшість типів негалогенованих розчинників та сумішей розчинників. Проте необхідно перевірити присутність забруднювальних речовин, які можуть отруїти каталізатор. Якщо концентрація на вході надто висока, це може призвести до перегрівання та пошкодження каталізатора. Ця технологія також дуже чутлива до присутності пилу або крапель у вхідних потоках, тому необхідна попередня обробка повітряного потоку. Вона також чутлива до змін концентрації на вході. Кремнієво-вуглеводневі сполуки та сполуки кремнію також можуть спричинити проблеми.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

- Каталізатори необхідно періодично замінювати/перезавантажувати.
- Потрібне додаткове паливо, хоча й менше, ніж у термічному окисненні.
- Рівні шуму можуть зростати.

Зазвичай досягаються рівні викидів CO та NO<sub>x</sub> < 50 мг/м<sup>3</sup>.

Повідомлені дані про викиди із систем каталітичного окиснення показують середнє значення 147,4 мг/Нм<sup>3</sup> для NO<sub>x</sub> (п'ять наборів даних) та 8,5 мг/Нм<sup>3</sup> для CO (чотири набори даних) [155, TWG 2016] (див. також Розділ 17.10.1 та Рисунок 17.18).

У галузі виробництва обмоткового дроту повідомлені рівні викидів NO<sub>x</sub> перебувають у діапазоні 115–470 мг/Нм<sup>3</sup>. Проте це залежить від кількості використовуваного розчинника з вмістом N.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосування може бути обмежене наявністю каталітичних отрут.

Ця технологія, у тому числі рекуперація тепла вихлопних газів, зазвичай застосовується у виробництві обмоткового дроту. Її рідко використовують у галузі нанесення покриття на рулонний метал. Автомобільна промисловість випробувала цю технологію, але вона не набула поширення. Про цю технологію також було повідомлено одним заводом із флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку.

#### Економічні аспекти

Звичайна проблема витрат у цій технології пов'язана з каталізатором, який необхідно замінити наприкінці строку служби, і цю необхідність можна перевірити лише за допомогою регулярних вимірювань. Проте загалом витрати можна порівняти з витратами на регенеративний окисник.

Наведені нижче ціни є репрезентативними для фламандської деревообробної промисловості та ґрунтуються на реальних теоретичних робочих параметрах. Постачальники обладнання, які надали інформацію, наголосили, що неможливо екстраполювати витрати прикладів на основі потоків та навантаження ЛОС, тому цифри є суто орієнтовними та дійсними на момент виконання оцінювання (листопад 2004 р.)

Ціна, вказана постачальником А:

- 1) Потік: 15 000 Нм<sup>3</sup>/год.
  - Концентрація ЛОС на вході: 1500 мг/Нм<sup>3</sup>, викиди ЛОС: <20 мг/Нм<sup>3</sup>.
  - Ціна: 325 000 євро.
- 2) Потік: 59 000 Нм<sup>3</sup>/год.
  - Концентрація ЛОС на вході: 300 мг/Нм<sup>3</sup>, викиди ЛОС: <50 мг/Нм<sup>3</sup>.
  - Ціна: 628 000–770 000 євро.

Ціна, вказана постачальником В:

- 1) Максимальний потік: 15 000 Нм<sup>3</sup>/год.
  - Концентрація ЛОС на вході: 1500 мг/Нм<sup>3</sup>, викиди ЛОС: <90 мг/Нм<sup>3</sup>.
  - Ціна: 300 000 євро.

#### Стимул до впровадження

Енергоефективність.

#### Приклади заводів

Заводи №010 (флексграфічний друк), №098 (нанесення покриття на рулонний метал), №049 (нанесення покриття на транспортні засоби) та №138 (нанесення покриття на текстиль) у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### Довідкова література

[\[ 4, Germany 2002 \] \[ 14, Aminimal et al. 2002 \] \[ 22, ECCA 2004 \] \[ 24, ESIG 2000 \] \[ 27, VITO 2003 \] \[ 28, EWWG 2004 \] \[ 37, Jansen 2005 \] \[ 38, TWG 2004 \] \[ 78, TWG 2005 \] \[ 95, CEI-BOIS 2006 \] \[ 155, TWG 2016 \]](#)

### 17.10.5.7 Окисник, інтегрований у сушарку

Див. Розділ 11.4.3.2.

## 17.10.6 Технології вловлювання розчинника у відхідних газах

### 17.10.6.1 Конденсація

#### Опис

Технологія видалення органічних сполук шляхом зниження температури нижче точки роси, щоб пари зріджувалися. Залежно від необхідного діапазону робочих температур використовуються різні охолоджувачі, наприклад, охолоджувальна вода, охолоджена вода (температура зазвичай близько 5 °С), аміак або пропан.

#### Технічний опис

[31, COM 2016]

Як правило, існують різні методи конденсації залежно від діапазону робочих температур, у тому числі:

- конденсація охолоджувальним засобом, для температури конденсації приблизно до 25 °С;
- конденсація холодагентом, для температури конденсації приблизно до 2 °С;
- конденсація розсоллом, для температури конденсації приблизно до -10 °С;
- конденсація аміачним розсоллом, для температури конденсації приблизно до -40 °С (одноетапна) або -60 °С (двоетапна);



- низькотемпературна конденсація, для температури конденсації приблизно до  $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ , на практиці часто працює за температури від  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  у конденсаційному пристрої;
- замкнений цикл конденсації інертним газом.

Конденсація здійснюється за допомогою прямого охолодження (тобто контакту газу з охолоджувальною рідиною) або непрямого охолодження (тобто охолодження через теплообмінник). Перевага віддається непрямій конденсації, оскільки пряма конденсація вимагає додаткового етапу розділення. Системи регенерації варіюються від простих одиничних конденсаторів до складніших систем із кількома конденсаторами, призначених для максимальної регенерації енергії та пари.

Конденсація вважається дуже економічним методом та ідеально підходить для обробки технологічних газів із високою або середньою концентрацією розчинника (зазвичай від  $50\text{ г/м}^3$  до  $1000\text{ г/м}^3$ ) та низькою швидкістю потоку (від  $10\text{ Нм}^3/\text{год}$  до  $2000\text{ Нм}^3/\text{год}$ ). Проте про її використання повідомив завод зі значно більшою швидкістю потоку (див. Приклади заводів нижче). Необхідний для процесу рідкий азот не витрачається в системі, використовується тільки його охолоджувальний ефект, а після випаровування в конденсаторі газ часто повторно використовується споживачем (наприклад, для інертування).

#### Досягнуті екологічні переваги

- Зменшення викидів ЛОС.
- Зібрані розчинники можуть бути повторно використані або перероблені.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Відхідний газ, насичений ЛОС, охолоджується до точки, за якої значна частина парів конденсується. Важкі низьколеткі розчинники можна відновити за кімнатної температури; високолеткі розчинники необхідно охолодити значно нижче  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , щоб відновити близько 95% або більше. Охолодження до такої низької температури має серйозні недоліки, пов'язані з великими витратами на енергію та замерзанням води в охолоджувальних елементах. Охолодження трохи вище  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  дає змогу уникнути утворення льоду, але конденсує воду, і вона може потрапити у відновлений розчинник, що вимагатиме дорогої операції зневоднення.

Як правило, у процесах конденсації розчинники можна використовувати повторно. Він також зазвичай застосовується як етап попередньої обробки.

Повідомлена ефективність боротьби з викидами 95%, що ґрунтується на одночасних вимірюваннях концентрації ЗЛОВ на вході, була зареєстрована для установки для нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір (див. також Таблицю 21.29). Дані про викиди для двох заводів показують досягнуті рівні викидів ЗЛОВ нижче  $10\text{ мг/Нм}^3$  [155, TWG 2016].

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Споживання енергії.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Ця технологія переважно застосовується до відносно невеликих потоків газу (до  $5000\text{ м}^3/\text{год}$ ) та періодичних викидів. Рідше застосовується до систем безперервної дії зі швидкістю потоку  $250\text{ м}^3/\text{год}$  і більше.

Ця технологія застосовується для очищення відхідних газів від нанесення фарби та сушіння. Гази з високим вмістом водяної пари менше придатні, оскільки це може призвести до утворення льоду.

Технологія може бути незастосовна до потоків відхідних газів із низькою концентрацією ЛОС. Деякі стандартні вхідні концентрації забруднювальних речовин становлять до  $1000\text{ г/Нм}^3$  для ацетону, метилетилкетону (МЕК), метанолу, толуолу, ЛОС.

#### Економічні аспекти

Див. відповідну інформацію в [31, COM 2016].

#### Стимули для впровадження

Охорона праці та техніка безпеки на робочому місці.

### Приклади заводів

Завод №024 (установка флексографічного друку зі швидкістю потоку 45 000 м<sup>3</sup>/год) та Завод №138 у [ 155, TWG 2016 ]. Повідомлялося також, що технологія застосовується на двох заводах рулонного офсетного друку з температурним закріпленням у Німеччині [ 262, ESVOC et al. 2019 ].

### Довідкова література

[ 31, COM 2016 ] [ 155, TWG 2016 ] [ 262, ESVOC et al. 2019 ]

## 17.10.6.2 Адсорбція з використанням активованого вугілля або цеолітів

### Опис

ЛОС адсорбується на поверхні активованого вугілля, цеолітів або паперу з вуглецевого волокна. Адсорбат згодом десорбується, наприклад, з парою (часто на об'єкті) для повторного використання або утилізації, а адсорбент використовується повторно. Для безперервної роботи зазвичай більш як два адсорбери працюють паралельно, один із них – у режимі десорбції. Ця технологія також широко застосовується як етап концентрації для підвищення ефективності подальшого окиснення.

### Технічний опис

Ця технологія використовується для адсорбції ЛОС на поверхні активованого вугілля або цеоліту. Вона також широко застосовується як попередня обробка для «концентрації» для отримання більш концентрованого потоку відходів, який потім можна більш економно окиснювати (див. Розділ 17.10.3.3).

Під час роботи шару активованого вугілля (або цеоліту) в адсорбційній колоні або роторному адсорбері в шарі буде накопичуватися все більше й більше розчинника. У певний час ефективність адсорбційного шару знизиться, а концентрація на виході почне зростати. На цьому етапі адсорбція має бути реактивована, а розчинники можуть бути відновлені або знищені. Десорбція часто виконується шляхом очищення потоком гарячого газу (азоту, повітря або пари), але може виконуватися за допомогою вакууму (адсорбція з перепадом тиску). У випадках, коли потік відпрацьованого газу невеликий (наприклад, мийні машини, що використовують розчинники), адсорбент можна відновити за межами об'єкта (див. Розділ 17.10.6.2.2).

Після більш тривалого періоду адсорбент не може бути повністю реактивований шляхом видалення розчинника і вимагає іншого типу реактивації (зазвичай шляхом термічної обробки). Це можна зробити на об'єкті або за його межами (див. Розділ 17.10.6.2.2). Якщо використовується активоване вугілля або інші адсорбенти, які не підлягають регенерації, активоване вугілля утилізують.

Безперервний моніторинг концентрації на виході допомагає перевірити, чи є достатньою ефективність адсорбції активованого вугілля (див. Розділ 17.10.6.2.1).

Шари можна використовувати паралельно та/або послідовно. У випадку використання системи з двома шарами, один перебуває в режимі адсорбції, а інший – у режимі десорбції, або у випадку використання системи з трьома шарами, два використовуються в режимі адсорбції, один – у режимі десорбції.

Альтернативною системою безперервної дії є роторний адсорбер, у якому відхідні гази, що містять ЛОС, подаються на адсорбційне колесо для очищення.

Адсорбційне колесо (роторний адсорбер або роторний концентратор) складається з трьох зон:

- 1) область адсорбції, де відбувається виділення розчинників;
- 2) область десорбції, що характеризується включенням розчинників (гарячий сегмент);
- 3) сегмент охолодження.

Керамічний матеріал-носії із просоченими цеолітами використовується в адсорбційному колесі, де відбувається концентрування. Відпрацьоване повітря kabіни поділяється на адсорбційний та десорбційний об'ємний потік. Більша частина відпрацьованого повітря проходить через зону адсорбції й доставляє розчинники до матеріалу-носія. Завдяки безперервному обертальному руху колеса адсорбовані розчинники транспортуються із сегментів цеоліту в зону десорбції

та випускаються там із меншого за об'ємом, але гарячого потоку десорбції. Проте десорбційне повітря насамперед служить для охолодження колеса. Концентроване десорбційне повітря обробляється в термічному окиснику. Див. також Розділ 17.10.3.3, де обговорюються технології зовнішньої концентрації розчинника.

#### Досягнуті екологічні переваги

Адсорбери можуть досягати ефективності видалення  $> 99\%$  за концентрації на вході  $> 7 \text{ г/м}^3$ ; проте це пов'язано з різними параметрами, як-от тип адсорбента, об'єм повітряного потоку, вологість на вході та тип регенерації (десорбція гарячим повітрям, пара тощо). Наприклад, за концентрації на вході  $> 7 \text{ г/м}^3$  може бути досягнута ефективність видалення  $> 99\%$ . Можуть бути досягнуті концентрації ЛОС  $< 50 \text{ мг С/м}^3$  (в середньому за 24 години), водночас можливі рівні  $< 20 \text{ мг С/м}^3$ .

Дані за 35 системами адсорбції показують середню ефективність боротьби з викидами  $96,89\%$  з діапазоном від максимального до мінімального значення  $99,9\text{--}80\%$  та  $50\%$  середнім діапазоном ( $75^{\text{-й}}$  -  $25^{\text{-й}}$  процентиль)  $98,92\text{--}98\%$  (див. Таблицю 21.24).

В автомобільній промисловості використовуються такі адсорбційні матеріали, як папір із вуглецевого волокна, цеоліти та активоване вугілля. Досягається передавання вмісту розчинника в зовнішній потік гарячого повітря в співвідношенні від 1:6 до 1:40 (залежно від концентрації неочищеного газу).

У виробництві клейкої стрічки повідомлялося про концентрації викидів менше ніж  $50 \text{ мг С/м}^3$  в очищеному газі (див. Розділ 7.3.2.2). Можуть бути досягнуті низькі концентрації; проте вони можуть вимагати скорочення періодів адсорбції і, отже, взаємопов'язані зі збільшенням утворення пари. У процесі відновлення зазвичай використовують 2–3 кг пари на кг відновленого розчинника.

Під час публікаційного ротогравюрного друку рівні, що досягаються, нижчі за  $20 \text{ мг С/м}^3$  (див. Розділ 13.3.3.3).

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Адсорбція не застосовується до реакційноздатних сполук, як-от альдегіди та кетони, оскільки вони можуть полімеризуватися на активованому вугіллі, що призводить до перегрівання. Полімери не десорбуються, тому МЕК та подібні сполуки не є придатними. Проте цю проблему можна подолати, якщо вжити належних заходів безпеки, наприклад, завжди здійснювати десорбцію системи перед вихідними та святковими днями та встановлювати автоматичні спринклерні системи.

Технологія також не застосовується до газів із відносною вологістю  $> 60\%$ , оскільки водні пари також адсорбуватимуться на активованому вугіллі, знижуючи доступну адсорбційну здатність для ЛОС. Доступні гідрофобні цеоліти, які не мають цієї проблеми. Система чутлива до присутності пилу у відхідних газах, оскільки він забиває шар адсорбента.

Адсорбційні системи можуть застосовуватися як попередня обробка (етап концентрації) для термічного або каталітичного окиснення (див. Розділ 17.10.3.3). Це призводить до зниження потреб в енергії для термічного окиснення (див. Розділ 17.10.5.2). Це також зменшує фізичний розмір термічного окисника, коли вони використовуються разом.

Десорбція та регенерація знижують споживання активованого вугілля. Конденсовану пару можна повторно використовувати для очищення адсорбера і як котлову воду. Повітря сушіння також можна рециркулювати після процесу десорбції.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

- У процесах відновлення розчинників використовується пара, отже, використовується вода та енергія. Конденсована пара містить сліди розчинників.
- Рівні шуму можуть зростати.
- Стічні води утворюються під час відновлення активованого вугілля.

Визначення оптимального циклу адсорбції/десорбції означає визначення балансу між прийнятною концентрацією викидів та необхідними ресурсами (тобто енергією, адсорбентом, який необхідно періодично замінювати, водою) та стічною водою, що утворюється від очищення вугільного шару, коли використовується пара.

Це вимагає ретельного балансу газових потоків, оскільки можливі непередбачувані екзотермічні реакції (див. Екологічну ефективність та інформацію про функціонування вище).

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовність може бути обмежена, якщо потреба в енергії для відновлення є надмірною через низький рівень вмісту ЛОС.

Ця технологія може застосовуватися до відхідних газів із концентраціями розчинника  $> 0,8 \text{ г/м}^3$ . НКГВ не мають значення. Система може застосовуватися до окремих розчинників та сумішей. Коли здійснюється адсорбція окремих розчинників, які не змішуються з водою, регенерацію можна виконувати паром. Коли здійснюється адсорбція сумішей розчинників, регенерацію необхідно виконувати нагрітим азотом та за температур у діапазоні  $150\text{--}300 \text{ }^\circ\text{C}$ .

В автомобільній промисловості є деякі галузі, де технологія використовується для очищення повітря з камер для фарбування розпиленням; типові концентрації на вході становлять від  $300 \text{ мг/м}^3$  до  $1200 \text{ мг/м}^3$ .

Можуть оброблятися повітряні потоки в діапазоні від  $1000 \text{ м}^3/\text{год}$  до 1 мільйона  $\text{м}^3/\text{год}$ . Для верхньої границі діапазону потрібна установка з 14 шарами. Продуктивність одного шару залежить лише від транспортування системи. Система може працювати безперервно та періодично й технічно має строк експлуатації понад 30 років. Проте протягом цього часу, ймовірно, буде потрібна її адаптація або оновлення відповідно до екологічних вимог, зміна технологічного обладнання та/або типів розчинників тощо, що скоротить економічний строк експлуатації.

Ця технологія застосовується на всіх заводах публікаційного ротографічного друку для відновлення толуолу (див. нижче), а також в автомобільній промисловості, нанесенні покриття на вантажні автомобілі та комерційні транспортні засоби та у виробництві клейкої стрічки (також як етап концентрації перед окиснення розчинника). Вона широко застосовується на заводах флексографічного друку та непублікаційного ротографічного друку (див. Розділ 12.3.2.3).

Адсорбція особливо підходить, коли з відхідного газу необхідно видалити концентрації до  $4 \text{ г/м}^3$ . Проте її застосовують і для концентрацій  $10 \text{ г/м}^3$  або  $12 \text{ г/м}^3$ . Як правило, технологія застосовується для газів, що містять середні та низькі концентрації ЛОС. Тільки малі молекули можуть адсорбуватися та десорбуватися.

Деякі низьколеткі розчинники можуть перманентно прилипати до активованого вугілля та швидко знижувати адсорбційну здатність, що призводить до передчасної заміни активованого вугілля.

Адсорбція та відновлення толуолу, що використовується в процесах публікаційного ротографічного друку, є звичайною практикою. Толуол добре адсорбується активованим вугіллям та легко вилучається шляхом нагрівання вугілля паром. Пари та випари розчинника конденсують для видалення толуолу. Конденсована пара може мати концентрацію толуолу від  $380 \text{ мг/л}$  до  $540 \text{ мг/л}$ , і потік бульбашок повітря використовується для видалення толуолу з води. Після видалення цей потік може мати концентрацію толуолу в діапазоні  $1\text{--}10 \text{ мг/л}$ . Після очищення стічні води скидаються або повторно використовуються, наприклад, як охолоджувальна вода або пара. Відновлений толуол частково використовується повторно, а частково продається назад виробникам друкарської фарби. У цьому процесі відновлення зазвичай використовується близько  $3\text{--}6 \text{ кг}$  пари на  $\text{кг}$  відновленого толуолу. На стандартному заводі із чотирма друкарськими машинами відновлюється близько  $7\,000$  тонн толуолу на рік за допомогою  $20\,000\text{--}30\,000$  тонн води.

У процесах, у яких застосовуються суміші розчинників, наприклад, у флексографічному друку та непублікаційному ротографічному друку, адсорбція та відновлення можуть бути складнішими. Етанол та етилацетат не адсорбуються на вугіллі так само добре, як толуол, і тому потрібні більші вугільні шари. Пара не можна використовувати для регенерації, тому що ці розчинники розчиняються у воді.

Тому зазвичай використовують гарячий інертний газ, такий як  $N_2$ . Для відділення відновленої суміші розчинників необхідний процес дистилювання.

У галузі виробництва клейкої стрічки в процесі відновлення зазвичай використовують 2–3 кг пари на кг відновленого розчинника. Було повідомлено про отримані концентрації викидів нижче 50 мг С/Нм<sup>3</sup> (див. Розділ 7.3.2.2).

### Економічні аспекти

Загалом ця технологія вдвічі дорожчий за окиснення. Інвестиційні витрати на відновлення розчинника становитимуть на 0,5–1 млн євро більше, ніж інвестиційні витрати на окисник (дані за 2006 р.). Проте є окупність від відновленого розчинника. Цеоліт як адсорбційне середовище приблизно в 10 разів дорожче за активоване вугілля й зазвичай застосовується з метою концентрації.

Варто зазначити, що адсорбційні установки можуть бути спроектовані для досягнення дуже низьких значень викидів шляхом збільшення загальної поверхні активованого вугілля або застосування коротших циклів адсорбції. Проте варто враховувати, що обидва варіанти призводять до вищих інвестиційних та експлуатаційних витрат, а також до більшого споживання енергії.

Капітальні витрати на адсорбційне обладнання на прикладі заводу з виробництва клейкої стрічки потужністю 800 кг/год склали близько 2,7 млн євро в 1992 р. Експлуатаційні витрати на адсорбцію й конденсацію разом склали близько 0,51 млн євро/рік. Змінні витрати становили близько 1,12 млн євро/рік, а фіксовані витрати – близько 1,38 млн євро/рік.

У випадку флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку інвестиційні та експлуатаційні витрати на адсорбцію та подальше відновлення розчинника вищі, ніж для будь-якої термічної обробки. Експлуатаційні витрати становлять від 0,15 до 0,25 євро за кг відновленого розчинника. Витрати на відновлення становлять 0,10 євро/кг розчинника, а економія становить 0,60–0,70 євро/кг відновленого розчинника, якщо розчинник повторно використовується на об'єкті. Якщо споживання розчинника становить менше ніж 500 тонн на рік, малоймовірно, що відновлення розчинника буде економічно доцільною альтернативою окисненню.

У процесях ротогравюрного друку на упаковці, якщо етилацетат зазвичай становить понад 90% від загальної кількості використовуваного розчинника, повторно використовувана кількість може бути такою, що завод стає майже незалежним і йому більше не потрібно купувати етилацетат для розведення.

Наведені нижче ціни на адсорбцію активованим вугіллям є репрезентативними для фламандської деревообробної промисловості та ґрунтуються на реальних теоретичних робочих параметрах. Постачальники обладнання, які надали інформацію, наголосили, що неможливо екстраполювати витрати прикладів на основі потоків та навантаження ЛОС, тому цифри є чисто орієнтовними та дійсними на момент виконання оцінювання (листопад 2004 р.)

- оренда установки: 6 052–8 544 євро/рік;
- купівля установки: 22 355–23 740 євро/штука;
- ціна, вказана за 10 000 Нм<sup>3</sup>/год та 500 мг ЛОС/Нм<sup>3</sup> (220 робочих днів/рік, 8 годин/день, стандартні викиди ЛОС 90 мг/м<sup>3</sup> та часове навантаження 50%):
  - активоване вугілля: 8 316 євро за 5 400 кг (тривкість 82 робочі дні) = 22 311 євро на рік;
- ціна, вказана за 1000 Нм/год та 500 мг ЛОС/Нм<sup>3</sup> (за інших рівних робочих умов):
  - активоване вугілля: 8 316 євро за 5 400 кг (тривкість 823 робочі дні) = 2230 євро на рік.

Стимул до впровадження

Технологія може бути більш економічною, ніж технології окиснення.

### Приклади заводів

Широко використовується, про що повідомляють багато заводів у різних секторах (див. Екологічну ефективність і інформацію про функціонування, а також Технічні особливості, пов'язані із застосуванням вище).

### Довідкова література

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 5, DFIU et al. 2002 \]](#) [\[ 14, Aminimal et al. 2002 \]](#) [\[ 24, ESIG 2000 \]](#) [\[ 26, CITEPA 2003 \]](#) [\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 37, Jansen 2005 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 95, CEI-BOIS 2006 \]](#) [\[ 96, Presti 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

## 17.10.6.2.1 Безперервний моніторинг роботи адсорбера

### Опис

Обладнання для моніторингу доступне для безперервного контролю роботи адсорбера, наприклад, безперервного порівняння рівня ЛОС у неочищеному газі та в очищеному відпрацьованому газі.

### Досягнуті екологічні переваги

Скорочення кількості необроблених викидів, оскільки неналежне функціонування адсорбера можна швидко виявити та вжити коригувальні заходи.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

У випадку, якщо система складається з двох або більше паралельних адсорбційних установок, моніторинг можна використовувати для перемикавання з однієї на іншу. Повідомляється, що в автомобільній промисловості, де коливання концентрації невеликі, вимірювання зазвичай здійснюються раз на тиждень або навіть рідше за допомогою переносного обладнання.

Це звичайна практика на заводах публікаційного ротогравюрного друку, де контроль за циклом відновлення вугільного шару здійснюється шляхом вимірювання концентрації та через фіксовані інтервали часу. Це допомагає вирішити, коли необхідно очищати вугільний шар у системах адсорбції толуолу. Оскільки вміст розчинника в повітрі сушіння варіюється, ці два методи контролю за циклом відновлення вугільного шару можуть перемикати адсорбери або занадто рано, або занадто пізно. Передчасне перемикавання призводить до надмірного споживання енергії, надто пізніше – до надмірного збільшення викидів.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Ця технологія застосовується до нових та наявних адсорберів, незалежно від типу промисловості. Безперервний моніторинг потрібен лише в разі високих концентрацій або в разі використання паралельного адсорбційного обладнання. У ньому немає потреби, якщо адсорбер є невіддільною частиною системи боротьби з викидами, і викиди в повітря відсутні.

### Економічні аспекти

Повідомляється, що вартість встановлення чотирьох пристроїв безперервного вимірювання ЛОС, включно з програмним забезпеченням та сервісною платформою, у 2004 році склала 2 мільйони євро.

### Приклади заводів

Завод №046 (очищення повітря кабіни від нанесення заповнювача на основі розчинника) у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### Довідкова література

[\[ 7, Germany 2003 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

## 17.10.6.2.2 Регенерація використаного активованого вугілля

Коли поверхня адсорбента адсорбує майже стільки, скільки може, ефективність адсорбції знижується. Потім адсорбент зазвичай регенерують шляхом десорбції утриманих розчинників (та інших матеріалів). Це може бути виконано на об'єкті або за його межами. Адсорбент також збирає матеріали, які не десорбуються, і вони займають дедалі більшу частину площі поверхні,

що призводить до зниження ефективності видалення цільових забруднювальних речовин. Адсорбент може бути регенований шляхом термічної обробки. Якщо активоване вугілля або інші адсорбенти неможливо регенерувати, їх зазвичай утилізують (наприклад, шляхом спалювання).

### 17.10.6.3 Абсорбція за допомогою відповідної рідини (мокре скрубєрне очищення)

#### Опис

Використання відповідної рідини для видалення забруднювальних речовин із відхідного газу шляхом абсорбції, зокрема розчинних сполук та твердих речовин (пилу). Відновлення розчинника можливе за допомогою, наприклад, дистилювання або термічної десорбції (див. також Розділ 17.10.6.3.1). Інформацію про видалення пилу див. у Розділі 17.10.4.2.

#### Технічний опис

Мокре очищення – це перенесення речовини між розчинним газом або пилом і розчинником – часто водою – у контакті один з одним. Для хімічного відновлення перевага віддається фізичному очищенню, тоді як хімічне очищення обмежується видаленням і зменшенням викидів газоподібних сполук. Фізико-хімічне очищення займає проміжне положення. Компонент розчиняється в адсорбційній рідині й бере участь в оборотній хімічній реакції, яка забезпечує відновлення газоподібного компонента.

Повний опис процесу мокрого скрубєрного очищення та типів доступного обладнання для мокрого очищення наданий у ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [31, COM 2016]. Ефективність мокрих скрубєрів у боротьбі з викидами залежить від часу перебування газу в абсорбційній секції, типу скрубєра, що використовується, наприклад, внутрішня конструкція колони (непорядкована насадка, структурована насадка тощо), використовуваної змочувальної рідини та співвідношення рідини та газу. Якщо змочувальна рідина рециркулюється, швидкість оновлення рідини та швидкість додавання будь-яких хімічних речовин також можуть мати значення.

Абсорбовані розчинники можуть бути відновлені для повторного використання (наприклад, DMF у PU покриттях текстилю).

#### Досягнуті екологічні переваги

- Відновлення ЛОС для повторного використання.
- Зменшення викидів у повітря.
- Видалення газоподібних забруднювальних речовин, як-от NO<sub>x</sub>, галогеноводні, SO<sub>2</sub>, аміак, сірководень або ЛОС (якщо водорозчинні, як-от ІПС, етанол, DMF).

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Дані за п'ятьма системами мокрого скрубєрного очищення показують середню ефективність боротьби з викидами 79,2% з діапазоном від максимального до мінімального значення 96–75% (див. Таблицю 21.29).

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Утворення стічних вод. Див. також ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [31, COM 2016].

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

Скрубєрне очищення на водній основі застосовується до полярних ЛОС. Проте десорбція може бути складною та енергоємною.

Технологія використовується в галузі нанесення покриття на текстиль для відновлення водорозчинних розчинників, таких як DMF.

Вона не застосовується в поліграфічній промисловості. У галузі нанесення покриття на транспортні засоби вона застосовується як технологія уловлювання надлишку розпилення (див. Розділ 17.10.4.2), переважно для відхідних газів із камери фарбування розпиленням.

#### Економічні аспекти

Див. ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [31, COM 2016].

**Приклади заводів**

Широко використовується в галузі нанесення покриття на транспортні засоби (як технологія контролю надлишку розпилення). Нанесення покриття на текстиль: Заводи №134 та №166 у [155, TWG 2016].

**Довідкова література**

[31, COM 2016] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [178, COM 2017] [179, COM 2017]

### 17.10.6.3.1 Абсорбція в рідині з подальшим відновленням розчинника (конденсацією) або термічним окисненням

**Опис**

Системи абсорбційного очищення відхідних газів використовуються для концентрування ЛОС для відновлення або спалювання. Система складається з таких елементів:

- фільтрувальний блок (система адсорбції);
- десорбер (система десорбції); а також
  - a. конденсація (відновлення розчинника); або
  - b. термічне окиснення (енергетичне використання).

Рішення щодо того, який із двох варіантів вибрати, залежить від місцевих умов та визначається економічністю та вимогами до якості. Це залежить від потреби в теплі проти можливості повторного використання відновлених розчинників.

Леткі органічні сполуки, що утворюються в процесі нанесення покриття на транспортний засіб, збираються в абсорбційній системі, що знижує викиди ЛОС у повітря. Далі сорбційна рідина, насичена органічними розчинниками, спрямовується в блок десорбції, де відбувається видалення розчинників із сорбційної рідини. Це досягається за допомогою гарячого повітря, яке проходить через нагрітий абсорбент у зустрічному напрямку.

Гаряче повітря, насичене розчинниками, спрямовується на конденсаційну установку або на термічне окиснення.

На Рисунок 17.25 показано адсорбцію летких органічних сполук сорбційною рідиною, десорбція гарячим повітрям у десорбційному блоці та наступні варіанти використання концентрованих розчинників.

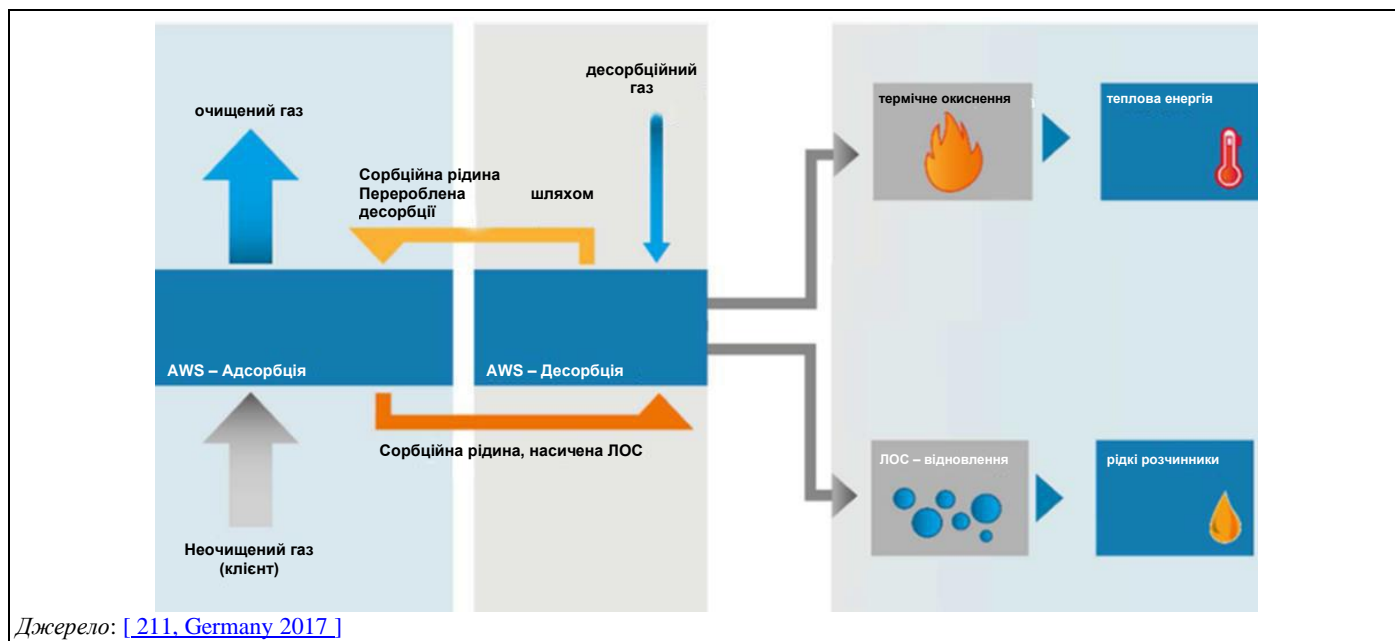
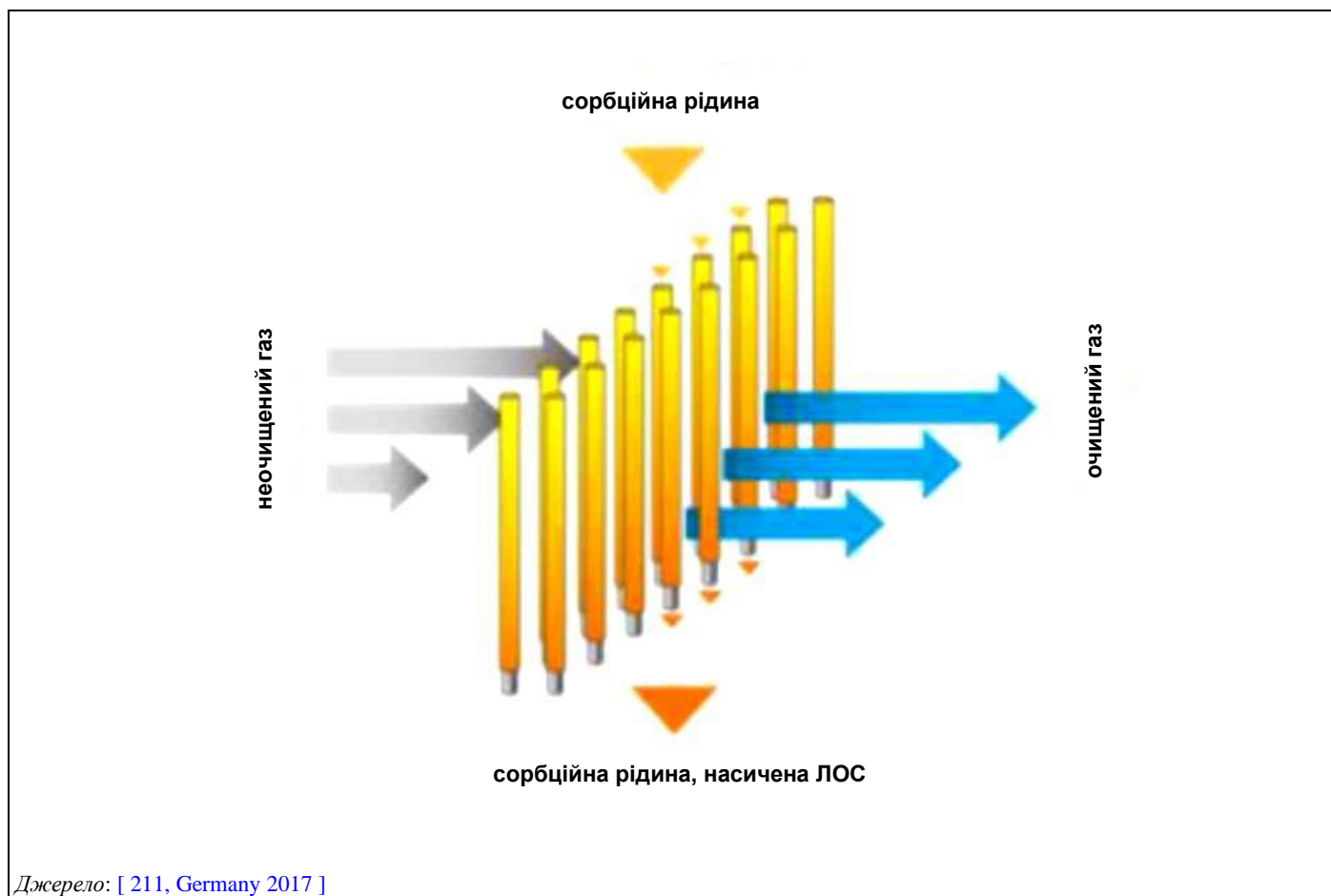


Рисунок 17.25: Схема системи абсорбційного очищення відхідних газів



Процес адсорбції відбувається в модулі, що створює завісу плівки за допомогою пористих так званих кедерних трубок. Завіса забезпечує велику поверхню для перехресного потоку відхідних газів. Як альтернатива, замість кедерних трубок можлива неупорядкована насадка.

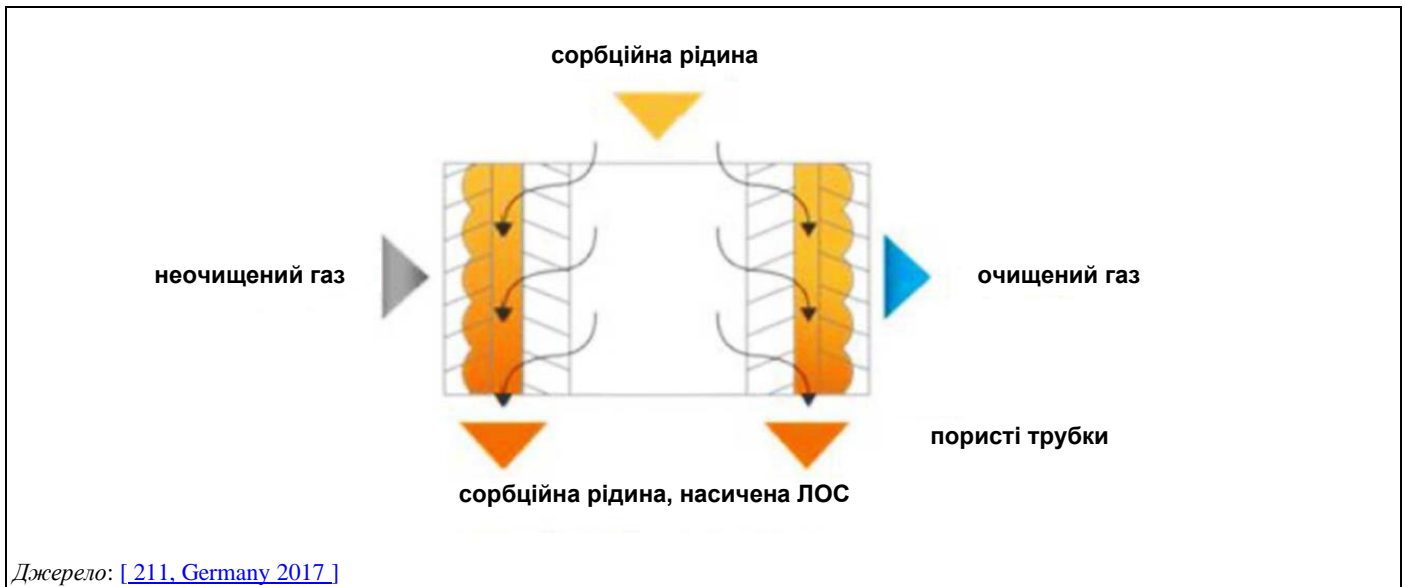
Модулі характеризуються низькими втратами тиску на стороні випуску. Декілька модулів можуть бути об'єднати в ряд залежно від концентрації відхідних газів та складу речовин, що підлягають адсорбції. Абсорбент і відхідні газі спрямовуються в перехресних потоках.



Джерело: [ 211, Germany 2017 ]

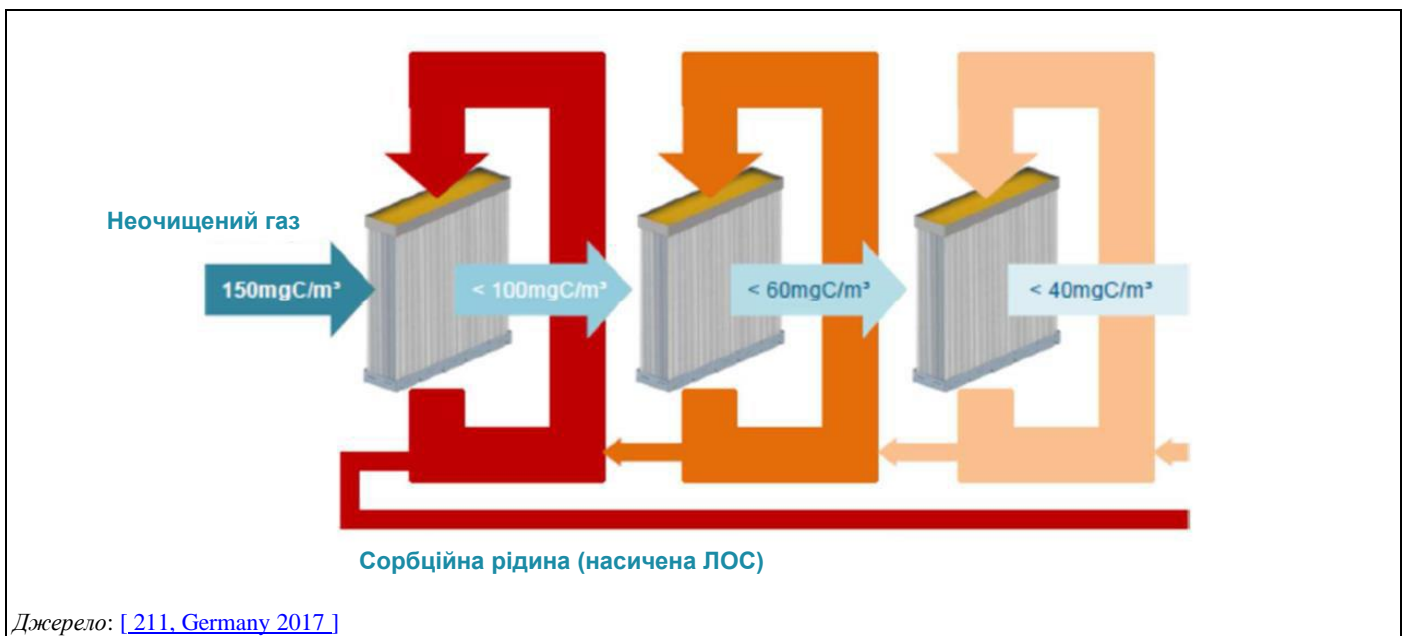
**Рисунок 17.26: Перехресний потік в абсорбційній установці**

На Рисунку 17.27 показаний потік в кедерній трубці абсорбційної установки.



**Рисунок 17.27: Кедерна трубка в адсорбційній установці**

На Рисунок 17.28 показаний фільтрувальний каскад адсорбційних установок.

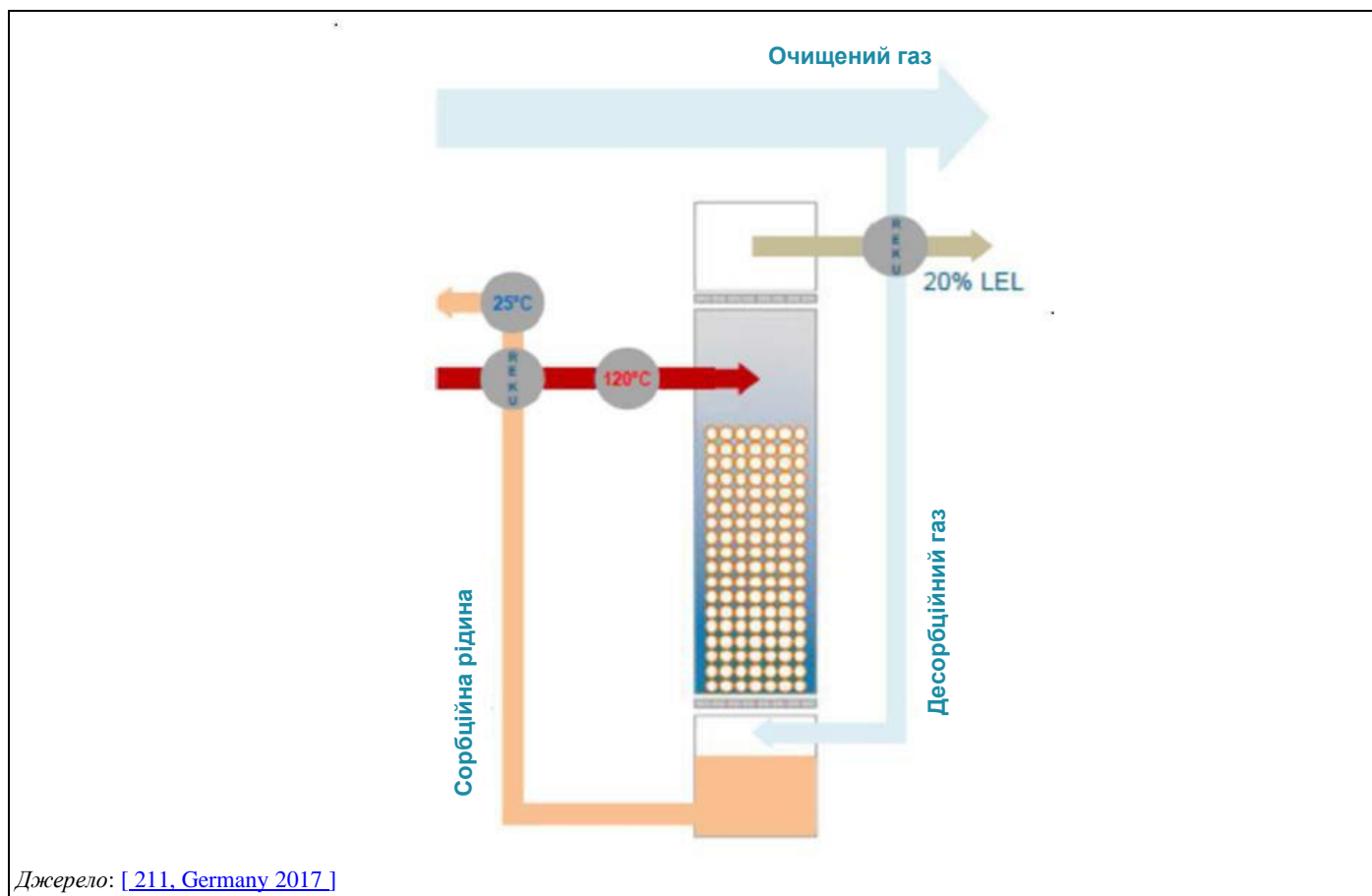


**Рисунок 17.28: Фільтрувальний каскад в адсорбційній установці**

На Рисунок 17.29 показані деталі десорбційної установки. Темно-червона стрілка вказує на вхідний потік насиченої рідини, що виникає внаслідок абсорбції; світло-червона лінія показує повернення рідини на адсорбційну установку.

Перед поверненням в абсорбер вихідний потік гарячої рідини проходить через теплообмінник для нагрівання рідини, що надходить. Для десорбції рідина, що надходить, нагрівається до 130 °С.

Невеликий об'ємний потік очищеного газу/свіжого повітря проходить у протилежному напрямку через колону. Очищений газ видаляє ЛОС із рідини та насичується ними. Висококонцентрований десорбційний газ можна використовувати для відновлення ЛОС (конденсація) або спалювати в термічному окиснику.



**Рисунок 17.29: Характеристики десорбційної установки**

Абсорбційна установка використовується виробником автомобілів у Німеччині для очищення відхідних газів, забруднених розчинником, з камер фарбування розчинником. У цих камерах фарбування розпиленням фарбуються деталі автомобілів (переважно пластмасові деталі в серії з верхнім покриттям). Також у камерах для фарбування розпиленням виконується ручне фарбування деталей.

Абсорбція та десорбція на цьому заводі пов'язані з конденсацією (відновленням) розчинників.

- Розміри всієї системи фільтрування: 20,2 м x 9,7 м x 4,7 (Д x Ш x В).
- Потік витяжного повітря: 220 000 м<sup>3</sup>/год (дві лінії по 110 000 м<sup>3</sup>/год кожна).
- Абсорбер: 128 абсорбційних модулів.
- Кількість абсорбентів: ~12 700 літрів.
- Автоматичний контроль рівня заповнення та температури.
- Постійне поповнення абсорбентів.

- Температури: абсорбція 25 °С, десорбція 130 °С, конденсація – 52 °С.
- Концентрація неочищеного газу: макс. 130 мг С/Нм<sup>3</sup>.
- Ефективність розділення: (залежно від насиченості неочищеного газу) ~17,8 кг ЛОС/год.
- Розміри десорбера: 7,3 м x 7,8 м x 6,5 м (Д x Ш x В).
- Об'єм насадки: ~7,9 м<sup>3</sup>.
- Розміри блоку конденсації: 11 м x 1,5 м x 3,8 м (Д x Ш x В).

#### Досягнуті екологічні переваги

Система очищення відхідних газів знижує викиди летких органічних сполук. Розчинники, сконцентровані в абсорбенті, можуть бути відновлені в рідкій формі через систему десорбції на заводі. Як альтернатива, десорбовані розчинники можуть бути спрямовані на термічне окиснення.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

- Концентрація ЗЛОВ у відхідних газах: зазвичай < 50 мг С/Нм<sup>3</sup>.
- Максимальна концентрація на вході до системи не перевищує нижньої концентраційної границі вибуховості (НКГВ).
- Співвідношення концентрацій перебуває в діапазоні від ~ 30:1 до ~ 150:1 залежно від концентрації неочищеного газу.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Споживання енергії: Система призводить до додаткового споживання енергії природного газу та електроенергії. Збільшення споживання електроенергії витяжним вентилятором розраховується окремо від споживання електроенергії витяжним вентилятором, що працює без системи очищення відхідних газів. Цифри нижче стосуються наведеного вище прикладу заводу.

Природний газ:

Термічний окисник: ~ 130 кВт теплової енергії.

Електроенергія:

- Очищення витяжного повітря ~ 46 кВтел.
- Охолодження сорбційної рідини: ~ 24 кВтел.
- Витяжний вентилятор (додатково): ~ 120 кВтел.

Крім того, за годину роботи необхідно поповнити втрату 0,5–0,75 кг сорбційної рідини.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Система очищення відхідних газів може застосовуватись як на нових заводах, так і для модернізації наявних заводів. Абсорбційна установка може бути впроваджена в наявних вентиляційних каналах. Якщо застосування неможливе через обмежений простір, можливе окреме розміщення установок абсорбції та десорбції.

У випадку різних концентрацій ЛОС у неочищеному газі місткість абсорбента може бути використана для тимчасового розділення абсорбції та десорбції.

#### Стимул до впровадження

Основною причиною впровадження системи абсорбційного очищення відхідних газів є вимоги законодавства. Система може застосовуватися для концентрації ЛОС, коли речовини покриття перешкоджають застосуванню абсорбційного ротора з цеолітом (наприклад, УФ-лаки, засоби з високою температурою кипіння).

Система може застосовуватися там, де метою є відновлення розчинника.

Система застосовується там, де системи комбінованого утворення тепла та електроенергії є економічно вигідними.

#### Приклади заводів

Porsche, Цуффенхаузен.

**Porsche, Лейпциг.**  
BMW Group Werk, Ландсгут.

#### Довідкова література

[ 211, Germany 2017 ] [АСЕА коментар №236 у [ 212, TWG 2018 ]]

### 17.10.7 Біологічне очищення відхідних газів

#### Опис

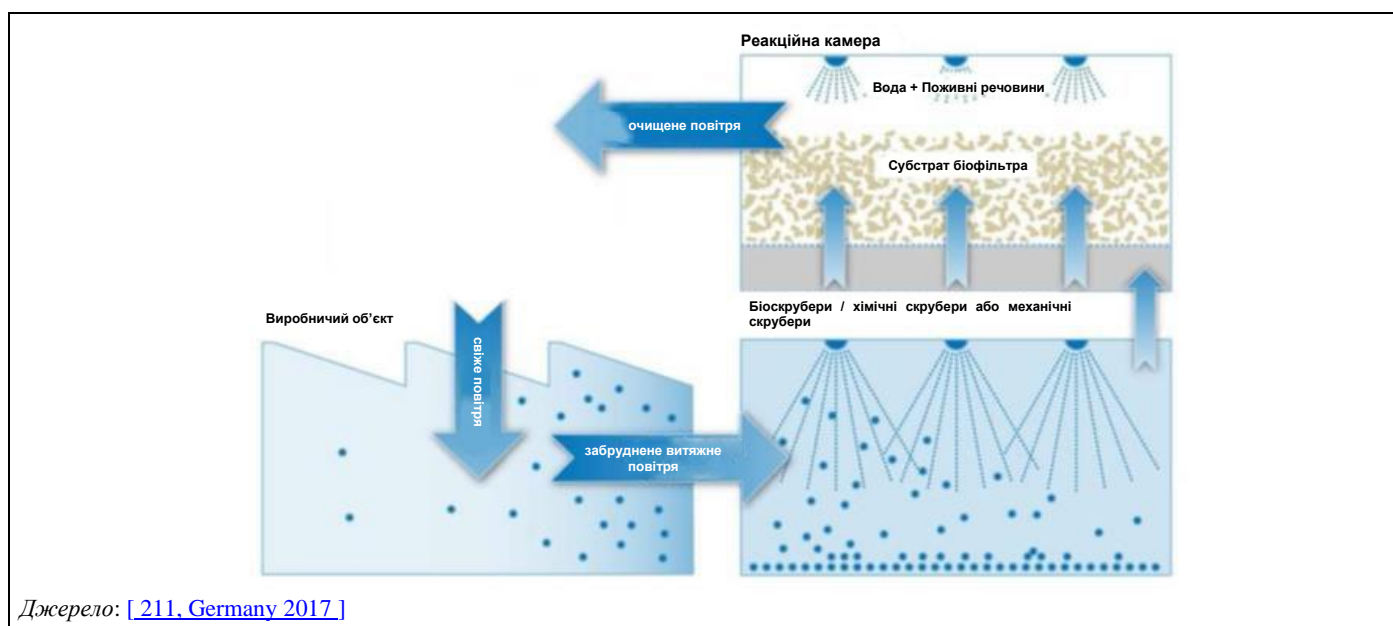
Відхідні гази очищують від пилу і спрямовують у реактор із субстратом біофільтра. Біофільтр складається із шару органічного матеріалу (як-от торф, верес, компост, коріння, кора дерева, хвойна деревина та різні комбінації) або будь-якого інертного матеріалу (наприклад, глини, активованого вугілля та поліуретану), де потік відхідних газів піддається біологічному окисненню природними мікроорганізмами до вуглекислого газу, води, неорганічних солей та біомаси. Біофільтр чутливий до пилу, високих температур або значних змін у відхідних газах, наприклад, температури на вході та концентрації ЛОС. Може знадобитися додаткове підживлення поживними речовинами.

#### Технічний опис

Система біологічного очищення відхідних газів складається з таких елементів:

- скруббер для знепилення та зволоження відпрацьованих газів;
- реактор із субстратом біофільтра для знищення забруднювальних речовин;
- автоматичне зволоження, що забезпечує мікроорганізми в реакторі водою та поживними речовинами;
- теплообмінник для нагрівання свіжого повітря для виробничого цеху.

На Рисунку 17.30 показаний виробничий цех, скруббер, реактор та теплообмінник.



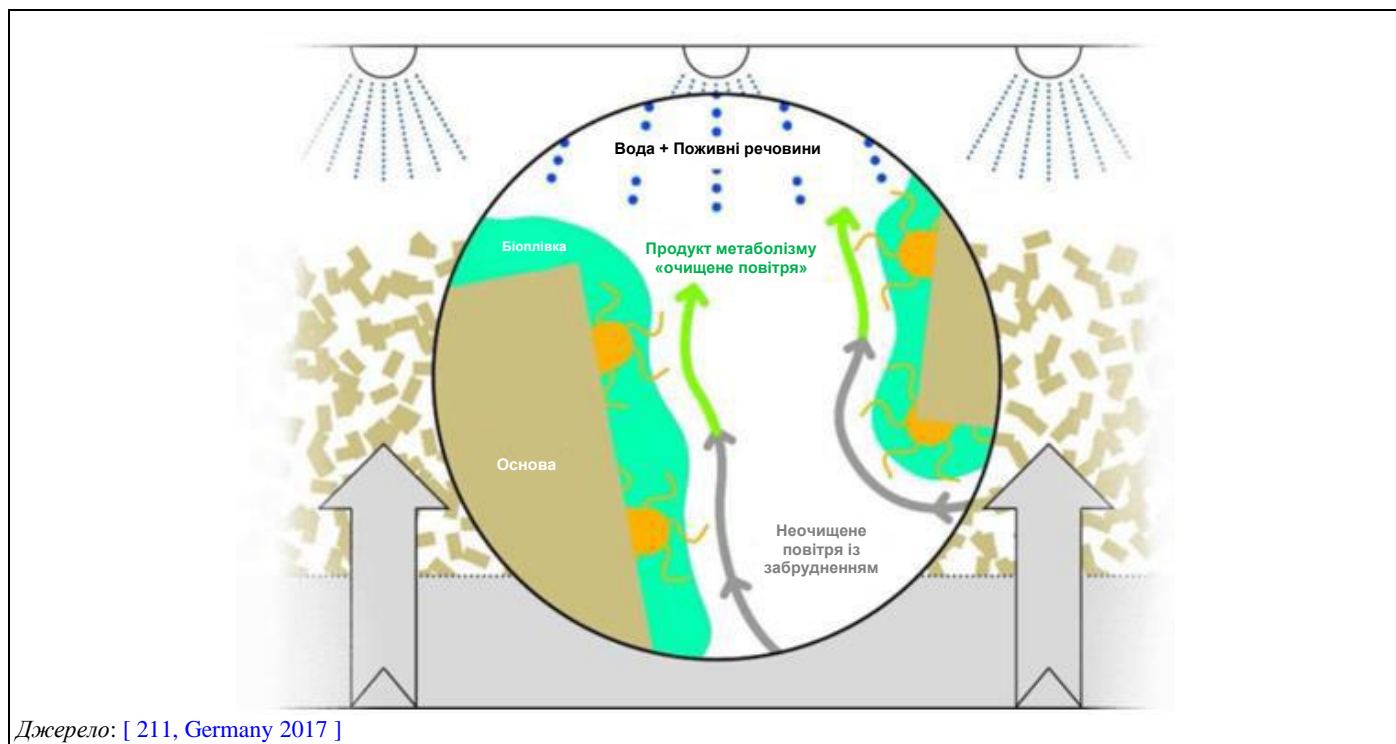
**Рисунок 17.30: Схема біологічного очищення відхідних газів**

Скруббер працює із зустрічним потоком газу. Більша частина води скруббера рециркулюється. За потреби встановлюється система очищення відпрацьованих вод. Це мінімізує споживання води та забезпечує дотримання місцевих обмежень щодо скидання каналізаційної системи. Система біологічного очищення відхідних газів ґрунтується на дії мікроорганізмів. Організми

біохімічно окиснюють органічні забруднювальні речовини, а також частину неорганічних газоподібних сполук відпрацьованих газів. Вони перетворюються на нетоксичні речовини та речовини, запах яких не відчувається.

У реакторі мікроорганізми розміщені на твердому матеріалі для жорсткості. Забруднювальні речовини, що містяться у відхідних газах, адсорбуються поверхнею цього матеріалу (перетворення на рідку фазу). Завдяки цьому вони доступні для мікроорганізмів. Для нарощування власної біомаси мікроорганізми використовують забруднювальні речовини як джерело живлення та енергії.

Реактор містить кілька шарів набивального матеріалу. Нижні шари складаються з крупнозернистого матеріалу, що утворює структуру реактора. Функція цих шарів – дренаж та розподіл повітря.



Джерело: [ 211, Germany 2017 ]

**Рисунок 17.31: Реактор для біологічного очищення відхідних газів**

Допоміжний матеріал для жорсткості є важливою частиною системи очищення відхідних газів. Він адаптується до кожного конкретного випадку і складається з органічних речовин (Рисунок 17.32). Матеріал розробляється та визначається постачальником; він виробляється в умовах процесу з контролем якості.



Джерело: [ 211, Germany 2017 ]

### Рисунок 17.32: Матеріал біофільтра

Для верхнього шару використовується спеціальна активна суміш, яка показала хороші результати щодо розкладання вуглеводнів та запаху. Матеріал має високу стійкість до біологічного руйнування. Це призводить до тривалого строку служби. Великі пори забезпечують високу ефективність біологічного очищення. Активність мікроорганізмів і, отже, функціонування системи біофільтра забезпечується тільки в тому випадку, якщо допоміжний матеріал та біомаса адаптовані до процесу. Адаптація передбачає адаптацію об'єму пор та адсорбційної здатності (буферної місткості). Це забезпечує велику загальну поверхню біофільтра та достатній час утримання.

Коли система починає працювати, допоміжний матеріал буде засіяний певною культурою бактерій, адаптованою до відповідного складу відхідних газів. Отже, повна продуктивність досягається за короткий час.

Після адаптації до органічного складу відхідних газів у фільтрувальному матеріалі встановлюється й підтримується в балансі певний біоценоз, специфічний для концентрації й типу складу відхідних газів.

Метаболізм бактерій утворює воду, CO<sub>2</sub> та біомасу. У міру розкладання органічних сполук у матеріалі біофільтра не накопичуються забруднювальні речовини. Мікроорганізми швидко ростуть, якщо постачання поживних речовин оптимізоване. Вони швидко адаптуються до мінливих умов життя. Залежно від типу поживних речовин згодом розвивається певна популяція, тоді як інші мікроорганізми не виживають.

Піки навантаження у відхідних газах можуть зберігатися в біофільтрі завдяки високій буферній місткості матеріалу. Органічні сполуки, що акумулюються, пізніше будуть розкладені мікроорганізмами.

Якщо навантаження ЗОВ (з відпрацьованих газів) недостатнє, може знадобитися підживлення мікроорганізмів сумішшю поживних речовин, щоб забезпечити безперервний процес розкладання та стабільну продуктивність очищення відхідних газів.

### Досягнуті екологічні переваги

Система біологічного очищення відхідних газів знижує викиди ЛОС та мінімізує викиди запаху та пилу.

Лише два набори даних щодо ефективності технології біологічного очищення відхідних газів були подані, ефективність складала від 83% до 94,3% [155, TWG 2016].

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Приклад заводу для нанесення покриття на металеві поверхні [211, Germany 2017]:

- Метод вимірювання ЗОВ: ПІД (EN 12619:2013-04).
- Періодичні вимірювання: 30 хвилин.
- Концентрація ЗОВ у неочищених газах варіюється від 50 мг С/Нм<sup>3</sup> та 300 мг С/Нм<sup>3</sup>.
- Границі концентрації у відпрацьованих газах: ЗОВ 50 мг/Нм<sup>3</sup>, пил 3 мг/Нм<sup>3</sup>,
- Вимірювання (07.08.2013 р.): ЗОВ 18,3/27,3/34,9 мг/Нм<sup>3</sup>, пил макс. < 0,32 мг/Нм<sup>3</sup>.
- Вимірювання (15.07.2015 р.): ЗОВ макс. 41,1 мг/Нм<sup>3</sup>, пил макс. 0,77 мг/Нм<sup>3</sup>.
- Невизначеність вимірювань (15.07.2015 р.) ЗОВ 6,5 мг/Нм<sup>3</sup>, пил 0.22 мг/Нм<sup>3</sup>.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Споживання енергії: Біофільтр спричиняє низький перепад тиску в потоці відпрацьованого газу й тому потребує лише невеликого збільшення потужності вентилятора для відпрацьованого газу. Додаткове споживання становить близько 30 кВт-год (без урахування звичайного споживання електроенергії на вентиляцію, оскільки вона все одно потрібна для забезпечення безпеки на робочому місці).

Через біологічну активність у біофільтрі температура відпрацьованих газів на виході на 2 °С вище, ніж температура на вході. Ця енергія може бути регенерована в теплообміннику для підігрівання свіжого повітря, необхідного у виробничих цехах. Взимку, залежно від рівня зовнішньої температури, можна замінити близько 50–75% теплової енергії.

Стічні води: Стічні води утворюються в результаті роботи скрубера та біофільтра. Характеристики стічних вод залежать від складу відхідних газів і концентрації в них органічних сполук. Зазвичай допускається скидання до громадської каналізаційної системи.

Типові характеристики стічних вод [211, Germany 2017]:

- Температура стічних вод: 10–30 °С.
- рН близько 6–8.
- Провідність: близько 500–2 000 мкСм/см.
- ХСК: близько 400–2 000 мг/л.

Відходи: коли строк служби допоміжного матеріалу закінчується, його можна утилізувати в установці спалювання біомаси або на заводі з компостування відходів, оскільки забруднювальні речовини не містяться, тому що вони розклалися.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Система біологічного очищення відхідних газів може застосовуватись як на нових заводах, так і для модернізації наявних заводів. Система може використовуватись для обробки всіх летких органічних сполук, що піддаються біологічному розкладанню (окрім метану), які зазвичай виникають у результаті діяльності з нанесення покриттів або друку. Проте технологія не використовується в галузі нанесення покриття на транспортні засоби.

Кожна система біофільтра має бути адаптована до конкретної (поєднання) органічних речовин у неочищеному газі. Зміна складу неочищеного газу може призвести до непередбачуваних результатів щодо



ефективності системи фільтрування в боротьбі з викидами. Тому оператори, яким часто доводиться перемикатися між різними орієнтованими на замовника системами нанесення покриття, можливо, не зможуть дотримуватися граничних значень викидів за будь-яких обставин.

Крім того, системи біофільтра не здатні очищати відхідні гази у випадку швидкої та частої зміни концентрації розчинника та складу на вході.

### Економічні аспекти

Інвестиційні та експлуатаційні витрати залежать від обсягу відхідного газу та рівня концентрації органічних сполук, що підлягають обробці.

Експлуатаційні витрати (електроенергія, вода, поживні речовини, хімічні речовини, матеріал біофільтрування, утилізація стічних вод) варіюються через неоднорідний склад відхідних газів, різні об'єми відхідних газів та зміни складу неочищеного газу. Наступні значення є приблизно оцінками. Витрати на утилізацію матеріалу біофільтра наприкінці строку його служби не враховуються, оскільки передбачається, що регенерація енергії на установці для спалювання біомаси може здійснюватися без додаткових витрат [211, Germany, 2017].

- Об'єм відпрацьованого газу:
  - 60 000 Нм<sup>3</sup> під час повного навантаження (близько 2 000 год/рік);
  - 30 000 Нм<sup>3</sup> під час часткового навантаження (близько 2 000 год/рік);
- Концентрація ЗЛОВ у неочищеному газі: близько 250 мг С/Нм<sup>3</sup>.
- Інвестиційні витрати: близько 400 000 євро/рік.
- Експлуатаційні витрати: близько 29 000 євро/рік.
- Частота обслуговування: 1–3 рази на тиждень.
- Питомі витрати на очищення відхідних газів: 0,000016 євро/м<sup>3</sup>.

### Приклади заводів

Нанесення покриття на метал: Vallo & Vogler Oberflächenveredlung, GmbH. Нанесення покриття на деревину: Möbelwerkstätten Hunke GmbH.

Заводи №117 (металева упаковка) та №027 (флексграфічний друк) в [\[155, TWG 2016\]](#).

### Довідкова література

[\[155, TWG 2016\]](#) [\[211, Germany 2017\]](#)

## 17.10.8 Технології зниження викидів NO<sub>x</sub>

### 17.10.8.1 Оптимізація умов термічної обробки

#### Опис

Вдала конструкція камер згорання, пальників та супутнього обладнання/пристроїв поєднується з оптимізацією умов спалювання (наприклад, через контроль параметрів спалювання, як-от температура та час перебування) з використанням або без використання автоматичних систем та з регулярним плановим технічним обслуговуванням системи спалювання відповідно до рекомендацій постачальників.

#### Досягнуті екологічні переваги

Збалансоване скорочення викидів ЗЛОВ, NO<sub>x</sub> та CO у повітря.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Повідомлені дані щодо викидів NO<sub>x</sub> із систем термічного окиснення надані в Розділі 17.10.1 та на Рисунку 17.18 [\[155, TWG 2016\]](#).

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовність конструкції може бути обмежена для наявних установок через техніко-економічні обмеження в можливостях вдосконалення конструкції камери згорання.

#### **17.10.8.2 Пальники з низьким рівнем виходу NO<sub>x</sub>**

##### **Опис**

Пікова температура полум'я в камері згорання знижується, затримуючи, але завершуючи згорання та збільшуючи теплопередачу (збільшення випромінювальної здатності полум'я). Це поєднується зі збільшеним часом перебування для досягнення необхідного знищення ЛОС.

##### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів NO<sub>x</sub> в повітря.

##### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовність може бути обмежена через обмеження щодо конструкції та експлуатації на наявних заводах.

Не застосовується у виробництві обмоткового дроту, а також у галузі нанесення покриття на тканини, фольгу та папір. В обох секторах викиди NO<sub>x</sub> переважно пов'язані із вмістом азоту у використовуваних [EWWG/ORGALIM коментар №94 та BE коментар №105 у [212, TWG 2018]]. Крім того, технологія не вважається передовою для сектору нанесення покриття на деревні поверхні [262, ESVOC et al. 2019].

##### **Довідкова література**

[212, TWG 2018] [262, ESVOC et al. 2019]

## 17.11 Технології очищення відпрацьованих вод

Очищення відпрацьованих вод може бути виконано на об'єкті або за його межами. Очищення за межами об'єкта вимагає скидання стічних вод із низькою концентрацією забруднювальних речовин. Для сектору поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників вихідний потік розчинника у відпрацьовані води є параметром балансу маси розчинника (див. Розділ 17.3.1), і його розрахунок важливий для точності розрахунку БМР. Очищення відпрацьованих вод може стати проблемою, коли продукти на основі розчинників замінюються альтернативами на водній основі, наприклад, коли у відпрацьованих водах є розчинні розчинники, полімери та пластифікатори. Очищення відпрацьованих вод детально описане в інших документах, наприклад, ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [31, COM 2016] і для цього сектору в [46, France 2002]. Більше інформації щодо технологій очищення відпрацьованих вод для видів діяльності на основі води можна знайти в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [23, COM 2006].

Для отримання інформації про приклади заводів, що використовують технології очищення відпрацьованих вод, перелічені нижче, див. відповідні розділи за галузями, присвячені викидам у воду в Главах із 2 до 15.

### 17.11.1 Попередні, первинні та загальні технології

#### 17.11.1.1 Нейтралізація

##### Опис

Регулювання рН стічних вод до нейтрального значення (приблизно 7). Цільовими забруднювальними речовинами є кислоти та луги. Більше інформації надано в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [23, COM 2006] та Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [31, COM, 2016].

#### 17.11.1.2 Зрівнювання

##### Опис

Балансування потоків та навантажень забруднювальних речовин за допомогою резервуарів або інших технологій управління. Більше інформації надано в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [23, COM 2006] та Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [31, COM, 2016].

#### 17.11.1.3 Фізичне розділення

##### Опис

Використання, наприклад, решіток, сит, сепараторів піску, первинних відстійних резервуарів та магнітних сепараторів для видалення великих твердих частинок, завислих твердих частинок та/або металевих частинок із відпрацьованих вод. Більше інформації надано в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [23, COM 2006].

### 17.11.2 Технології фізико-хімічної обробки

#### 17.11.2.1 Хімічне відновлення

##### Опис

Хімічним відновленням є перетворення забруднювальних речовин за допомогою хімічних відновників у подібні, але менш небезпечні або шкідливі сполуки. Цільовими забруднювальними речовинами переважно є розчинені забруднювачі, що не піддаються біологічному розкладанню, або інгібіторні забруднювачі, які забезпечують перетворення, наприклад, шестивалентний хром (Cr(VI)).

Cr(VI) перетворюється хімічним відновником на Cr(III), що дає змогу здійснити осадження і видалення. Більше інформації надано в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [23, COM 2006] та Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [31, COM 2016].

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна технологія, особливо коли використовуються конверсійні покриття з Cr(VI) (див. також Розділ 6.4.6.2).

### 17.11.2.2 Вакуумне дистилювання

#### Опис

Видалення забруднювальних речовин шляхом термічного очищення відпрацьованих вод під зниженим тиском. Вакуумне дистилювання – це технологія, у якій використовується вакуум для вилучення ЛОС із відпрацьованих вод. Це система відновлення шляхом випаровування, у якій застосовується вакуум для зниження тиску, тому дистилювання можна виконувати за нижчої температури. Це економить витрати на нагрівання, а також запобігає розкладанню менш стабільних речовин за високих температур, які потрібні за атмосферного тиску.

Цільовими забруднювальними речовинами є розчинені забруднювачі, що не піддаються біологічному розкладанню, або інгібіторні забруднювачі, які можна дистилювати, наприклад, деякі розчинники.

Більше інформації надано в ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [\[ 31, COM 2016 \]](#).

### 17.11.2.3 Адсорбція

#### Опис

Видалення розчинних речовин із відпрацьованих вод шляхом перенесення їх на поверхню твердих високопористих частинок (зазвичай активованого вугілля). Цільовими забруднювальними речовинами є розчинені забруднювачі, що не піддаються біологічному розкладанню, або інгібіторні забруднювачі, що піддаються адсорбції, наприклад, АОХ. Цю технологію описано в ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [\[ 31, COM 2016 \]](#).

### 17.11.2.4 Осадження

#### Опис

Перетворення розчинених забруднювальних речовин на нерозчинні сполуки шляхом додавання осаджувальних речовин. Тверді осадки, що утворилися, потім відокремлюють шляхом седиментації, флотації або фільтрування. Цільовими забруднювальними речовинами є розчинені забруднювачі, що не піддаються біологічному розкладанню, або інгібіторні забруднювачі, що піддаються осадженню (наприклад, метали). Більше інформації надано в ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [\[ 31, COM 2016 \]](#).

### 17.11.2.5 Іонний обмін

#### Опис

Утримування іонних забруднювальних речовин із відпрацьованих вод та заміна їх більш прийнятними іонами за допомогою іонообмінної смоли. Забруднювальні речовини тимчасово утримуються, а потім викидаються в рідину для регенерації або зворотного промивання. Цільовими забруднювальними речовинами є розчинені іонні забруднювачі, що не піддаються біологічному розкладанню, або інгібіторні забруднювачі, наприклад, метали. Більше інформації надано в ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [\[ 31, COM 2016 \]](#).

### 17.11.2.6 Продувка

#### Опис

Видалення забруднювальних речовин, що можна видувати з водної фази за допомогою газоподібної фази (наприклад, пари, азоту або повітря), яка проходить через рідину. Ефективність видалення можна підвищити шляхом підвищення температури або зниження тиску. Цільовими забруднювальними речовинами є забруднювальні речовини, що можна видувати, наприклад, деякі адсорбовані органічні галогени (АОХ). Більше інформації надано в ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [\[ 31, COM 2016 \]](#).

### 17.11.3 Біологічне очищення

#### Опис

Використання мікроорганізмів для очищення відпрацьованих вод (наприклад, анаеробне очищення, аеробне очищення). Цільовими забруднювальними речовинами є органічні сполуки, що піддаються біологічному розкладанню. Більше інформації надано в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ] та Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [ 31, COM 2016 ]

### 17.11.4 Технології остаточного видалення твердих частинок

#### 17.11.4.1 Коагуляція та флотація

#### Опис

Коагуляція та флокуляція використовуються для відокремлення завислих твердих частинок від відпрацьованих вод і часто виконуються послідовно. Коагуляція здійснюється шляхом додавання коагулянтів із зарядами, протилежними зарядом завислих твердих частинок. Флокуляція є етапом м'якого змішування для того, щоб зіткнення частинок мікрофлоку змушувало їх зв'язуватися для утворення більших пластівчастих згустків. Цьому може сприяти додавання полімерів. Більше інформації надано в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ] та Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [ 31, COM 2016 ]

##### 17.11.4.1.1 Електрофлокуляція

#### Опис

Електрофлокуляція є флотацією з використанням електролітично утворюваних бульбашок водню й кисню для відділення завислих речовин від водних фаз. Це ефективно для відділення з відпрацьованих вод, які погано піддаються осадженню під дією сили тяжіння, таких як нафтовмісні відпрацьовані води або водонафтової емульсії тощо. Більше інформації надано в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ]

##### 17.11.4.1.2 Седиментація

#### Опис

Відділення завислих частинок шляхом гравітаційного осадження. Після флокуляції (див. Розділ 17.11.4.1) може застосовуватися седиментація для відділення відпрацьованих вод, призначених для скидання, від осаду флокульованих частинок.

Седиментація ґрунтується на різниці в густині для досягнення розділення фаз; осад опускається на дно. Процес седиментації можна вдосконалити шляхом використання сепаратора з паралельними пластинами або пластинчастого сепаратора. Концентрований осад відкачується із сепаратора.

Більше інформації надано в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ] та Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [ 31, COM 2016 ]

##### 17.11.4.1.3 Фільтрування (ультра- і нанофільтрування та зворотний осмос)

#### Опис

Відділення твердих частинок від відпрацьованих вод шляхом пропускання через пористе середовище, наприклад, піщане фільтрування, нано-, мікро- та ультрафільтрування.

Відпрацьована вода проходить через напівпроникну діафрагму під високим тиском, яка пропускає малі молекули, як-от вода, але не пропускає більших частинок. Концентрація забруднення зростає в міру повторного проходження відпрацьованих вод через фільтр. Різниця в технологіях полягає в розмірі пор фільтрів і, отже, у відфільтрованих молекулах. Існує чотири доступні мембранних методи. Мікрофільтрування (МФ), ультрафільтрування (УФ), нанофільтрування (НФ) та зворотний осмос (ЗО). МФ та УФ переважно використовуються для відділення твердих частинок та олив. НФ та ЗО переважно використовуються для відділення розчинених сполук та іонів. Частинки у воді

блокуватимуть НФ та ЗО, що призведе до забруднення мембрани. Тому потрібен ефективний механічний фільтр попереднього очищення [DK коментар №18 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

Більше інформації надано в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [\[ 23, COM 2006 \]](#) та Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [\[ 31, COM 2016 \]](#)

#### **17.11.4.2 Флотація**

##### **Опис**

Відділення твердих або рідких частинок від відпрацьованих вод шляхом прикріплення їх до дрібних бульбашок газу, зазвичай повітря. Плавучі частинки накопичуються на поверхні води та збираються скімерами. Більше інформації надано в ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [\[ 31, COM 2016 \]](#).

## 17.12 Технології управління відходами

У подальших розділах розглянуто технології, спрямовані на належне управління відходами та моніторинг, а також технології, що використовуються для мінімізації кількості відходів, що спрямовуються на утилізацію шляхом відновлення та повторного використання.

Див. також Розділ 17.2.4 про мінімізацію споживання сировини та Розділ 17.12.3 про заходи щодо зниження втрат сировини в технологічних водах.

### 17.12.1 План управління відходами

#### Опис

План управління відходами є частиною СЕМ (див. Розділ 17.1.1) і є набором заходів, спрямованих на 1) мінімізацію утворення відходів, 2) оптимізацію повторного використання, регенерації, переробки та/або рекуперації енергії відходів, а також 3) забезпечення належної утилізації відходів.

#### Досягнуті екологічні переваги

- Зменшення загальної кількості утворюваних відходів та вихідного потоку розчинників у відходах.
- Підвищення загальної екологічної ефективності установки.
- Економія сировини та ресурсів.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Визначення вмісту розчинника у відходах є частиною розрахунку з балансу маси розчинника (БМР) для розрахунку вхідного та вихідного потоків розчинника (див. Розділ 17.3.1).

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Немає.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загально застосовується

#### Економічні аспекти

Робочий час персоналу, необхідний для підготування та оновлення плану управління відходами.

#### Приклади заводів

Широко застосовується.

#### Довідкова література

[\[ 31, COM 2016 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### 17.12.2 Моніторинг кількостей викидів

#### Опис

Щорічна реєстрація кількості відходів, що утворюються для кожного типу відходів. Вміст розчинника у відходах визначають періодично (не рідше одного разу на рік) шляхом аналізу або розрахунку.

#### Технічний опис

Звичайною практикою на підприємствах поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників є вимірювання кількості відходів, що утворюються, і ведення відповідного обліку. Інформація про вміст розчинника у відходах також доступна та отримана шляхом вимірювання (аналізу), або шляхом розрахунку/оцінювання. Додаткову інформацію та відповідні дані про моніторинг кількості відходів, а також про вміст розчинника в утворюваних потоках відходів можна знайти у відповідних розділах за галузями, присвячених утворенню відходів у Главах із 2 до 15.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Скорочення викидів розчинників у відходах завдяки повнішій інформації.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Визначення вмісту розчинника у відходах є частиною розрахунку з балансу маси розчинника (БМР) для розрахунку вхідного та вихідного потоків розчинника (див. Розділ 17.3.1).

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна.

### **Стимули для впровадження**

Вміст розчинника у відходах є частиною складання балансу маси розчинника (БМР) для розрахунку вхідного та вихідного потоків розчинника (див. Розділ 17.3.1).

### **Приклади заводів**

Майже всі заводи, що брали участь у зборі даних, повідомили про моніторинг кількості відходів та вмісту розчинника в потоках відходів.

### **Довідкова література**

[\[ 155, TWG 2016 \]](#)

## **17.12.3 Відновлення/перероблення розчинників**

Технології можуть передбачати:

- відновлення/перероблення розчинників із рідких відходів шляхом фільтрування (див. Розділ 17.12.3.1.1) або дистилювання (див. Розділ 17.12.3.1.2) на об'єкті або за його межами;
- відновлення/перероблення розчинника, що міститься в серветках, шляхом гравітаційного зливання, віджимання або центрифугування (див. Розділ 17.12.3.2).

### **17.12.3.1 Відновлення використаних розчинників із технологічного процесу та очищення**

#### **Опис**

Розчинники відновлюються/перероблюються з рідких відходів, що утворюються в технологічному процесі та системах очищення.

#### **Технічний опис**

Використані розчинники, наприклад, ті, що використовуються для очищення, можуть бути оброблені для повторного використання, наприклад, шляхом фільтрування або дистилювання (див. Розділи 17.12.3.1.1 та 17.12.3.1.2). Як відновлення, так і повторне використання можна здійснювати на об'єкті та за його межами. Наприклад, де застосовуються системи очищення трубопроводів скребками або системи продування, розчинники використовуються на об'єкті для очищення системи після кожної зміни кольору – це називається продуванням. Сучасне обладнання для подання фарби передбачає відновлення продувних розчинників. Розчинники також можна утилізувати як шкідливі відходи на установках відновлення розчинників за межами об'єкта. Там чисті розчинники використовуються повторно, але не обов'язково тим самим користувачем.

Очищення можна здійснювати в мийних машинах, де розчинник відновлюється й повторно використовується всередині (див. Розділ 17.8.6). У цій технології можна використовувати галогеновмісні ЛОС у поєднанні із закритими системами зберігання та утилізації відходів.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

До переваг належать скорочення кількості шкідливих відходів та скорочення споживання свіжих розчинників. Шляхом повторного використання шкідливих відходів (у цьому випадку розчинника) їхній строк служби подовжується.

В автомобільній промисловості, як правило, 80–90% очисних і продувних розчинників можна відновити для повторного використання як на об'єкті, так і за його межами.



### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Для економічного фільтрування та дистилювання, як правило, потрібні великі обсяги (кілька тонн за раз), які зазвичай передаються на підряд. Це передбачає зберігання великої кількості як чистих, так і використаних розчинників. Повинна бути відповідна зона зберігання як для приймання використаних розчинників, що очікують на видалення, так і для поверненого чистого розчинника: кількості повинні бути однаковими, якщо використання залишається незмінним.

У галузі нанесення покриття на рулонний метал розчинники з відходів фарб зазвичай відновлюються та повторно використовуються в операціях очищення. Тверді відходи, що залишилися, зазвичай спалюють за межами об'єкта.

### Вплив на різні компоненти довкілля

- Рівні шуму можуть зростати.
- Підвищений ризик для зберігання шкідливих матеріалів.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Загальнозастосовна.

Технологія особливо застосовується на заводах, які використовують велику кількість розчинників. Відновлення очищувальних засобів зазвичай застосовується в таких галузях:

- заводи для публікаційного ротогравюрного друку, рулонного офсетного друку з температурним закріпленням та флексографічного друку, а також непублікаційного ротогравюрного друку, хоча тільки на заводах для публікаційного ротогравюрного друку та рулонного офсетного друку з температурним закріпленням використовується понад 200 літрів очищувальних засобів на тиждень;
- нанесення покриття та друк на металевій упаковці;
- фарбування дерев'яних меблів, наприклад, у процесах нанесення покриття на дерев'яні меблі для кухні та ванної кімнати;
- автомобільна промисловість.

Очищення продувними розчинниками застосовується у всіх галузях промисловості, у яких застосовуються системи трубопроводів, наприклад, подання фарби або друкарської фарби й широко застосовується в автомобільній промисловості.

Необхідно подбати про те, щоб розчинники, відновлені шляхом дистилювання або фільтрування (або будь-яким іншим методом), використовувалися лише там, де виконуються технічні специфікації. Як альтернатива, їх можна використовувати для інших галузей або доробити, щоб вони відповідали необхідним специфікаціям (хоча це може бути дорожчим, ніж купівля свіжого розчинника).

### Економічні аспекти

Економію буде досягнуто через зниження споживання розчинників та зменшення кількості шкідливих відходів. На великих заводах економія буде майже перевищувати інвестиції. Наприклад, інвестиційні витрати на відновлення очищувальних засобів можуть становити від 3 000 до 150 000 євро (дані за 2006 р.) залежно, наприклад, від розміру, місткості резервуара та автоматизації.

Повторне використання шкідливих розчинників є ефективним із погляду витрат заходом. Використання шкідливих використаних розчинників є ефективним для компанії, що утворює використані розчинники, оскільки компанія не повинна платити за утилізацію шкідливих відходів. Компанія, що обробляє використані розчинники, дешево отримує необхідну кількість вхідного розчинника, а кінцевий споживач, який потребує перероблених використаних розчинників у своїх виробничих процесах, отримує сировину за конкурентною ціною.

### Стимул до впровадження

Переробка розчинників та скорочення викидів ЛОС.

### Приклади заводів

Див. приклади заводів для фільтрування (Розділ 17.12.3.1.1) та дистилювання (Розділ 17.12.3.1.2).

#### Довідкова література

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 26, СІТЕРА 2003 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 155, TWG 2016 ]

### 17.12.3.1.1 Фільтрування

#### Опис

Брудні очисні розчини, наприклад, з РВТК або РОЗ (див. Розділ 17.9.5) можна фільтрувати на об'єкті або за його межами. Розчинники можна використовувати повторно, а залишки води зазвичай можна скидати до муніципальної системи очищення відпрацьованих вод. Технологія також застосовується для відновлення сировини (наприклад, фарби для електроосадження).

#### Досягнуті екологічні переваги

- Менше стічних вод та менше використання свіжих розчинників.
- Регенерація цінної сировини.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

У Нідерландах проводяться експерименти з низьколеткими очищувальними засобами в очисних машинах для гнучкої упаковки. Фільтрування та повторне використання цих очищувальних засобів є важливою частиною цих експериментів.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Фільтрування потребує енергії, а залишки води скидаються. Рівні шуму можуть зростати. Вплив на водне середовище не враховується достатньою мірою.

Будь-який розчинений РВТК або РОЗ сильно вплине на хімічне споживання кисню й біологічне споживання кисню у воді, що скидається в муніципальну систему відпрацьованих вод.

#### Приклади заводів

Широко застосовуються: Завод № 059 (ультрафільтрування для регенерації фарби для електроосадження та повернення її в технологічні резервуари), Завод № 144 (фільтрування використаних розчинників), Завод № 150 (зменшення кількості відпрацьованих зволожувальних вод) та Завод № 165 [ 155, TWG 2016 ].

#### Довідкова література

[ 7, Germany 2003 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 155, TWG 2016 ]

### 17.12.3.1.2 Дистилювання

#### Опис

Відходи на основі розчинників, як-от друкарські фарби, фарби та клейкі речовини, можуть піддаватися дистилюванню на об'єкті або за його межами для відновлення розчинника та скорочення кількості шкідливих відходів. Існує спеціальне обладнання для дистилювання.

#### Досягнуті екологічні переваги

Кількість шкідливих відходів зменшується, а розчинник можна повторно використовувати, наприклад, для очищення.

### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Значний відсоток використаного розчинника може бути відновлений та використаний повторно. Завод (№126 у [155, TWG 2016]) повідомив, що близько 95% використаного розчинника повторно використовується на об'єкті після дистилювання.

Обладнання для дистилювання необхідно встановлювати та експлуатувати з обережністю. Очищувальні засоби з високою температурою спалаху зазвичай також мають високу температуру кипіння. Для цих розчинників можна застосовувати лише обладнання для вакуумного дистилювання (див. Розділ 17.12.3.1.2); у цих ситуаціях можна використовувати мембранне фільтрування (див. Розділ 17.12.3.1.1). Повідомляється, що доступні відносно невеликі установки для вакуумного дистилювання (50 літрів). Крім того, мембранне фільтрування може бути дорогим, і багато використовуваних розчинників можуть пошкоджувати мембрану.

Доступні очисні машини із підключеним обладнанням для дистилювання.

На заводах для публікаційного ротогравюрного друку (де толуол є єдиним розріджувачем фарби) обладнання для дистилювання очищувальних засобів може, за необхідності, також використовуватися для відходів друкарської фарби. Дистилювання тільки відходів друкарської фарби може виявитися нерентабельною, оскільки використовуються лише чотири кольори, й утворюється мало відходів друкарської фарби.

### Вплив на різні компоненти довкілля

Дистилювання потребує енергії. Проте в порівнянні з окисненням, під час якого виділяється CO<sub>2</sub>, а також використовується енергія, дистилювання та повторне використання, ймовірно, економлять енергію.

Рівні шуму можуть зростати.

### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується на нових та наявних установках. Застосовується для друкарських фарб та клейких речовин на основі розчинників.

У галузі ротогравюрного друку на упаковці дистилювання відходів друкарських фарб використовується дедалі менше, тому що утворюється менше відходів друкарських фарб завдяки застосуванню автоматизованого змішування друкарських фарб (див. Розділ 17.2.4.1).

Якщо дистилювання на об'єкті нерентабельне, можна використовувати зовнішні дистилятори, наприклад, у випадку публікаційного ротогравюрного друку.

Технологія використовується в автомобільній промисловості, якщо відновлені розчинники можна використовувати для процесів із нижчими вимогами до якості, як-от загальне очищення.

### Економічні аспекти

Інвестиційні витрати починаються від 10 000 євро (дані за 2006 р.) для менших установок вакуумного дистилювання залежно, наприклад, від розміру, місткості резервуара та автоматизації. Передбачені додаткові витрати, якщо можна використовувати наявне обладнання для дистилювання очищувальних засобів.

### Приклади заводів

Дистилювання використаних розчинників на місці: Заводи №056, №071, №078, №079, №091, №096, №097, №126, №134 та №135 у [155, TWG 2016].

### Довідкова література

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 6, DFIU et al. 2002 ] [ 22, ECCA 2004 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ] [ 155, TWG 2016 ]

## 17.12.3.2 Відновлення використаних розчинників із серветок

### Опис

Більшість розчинників у серветках видаляються шляхом гравітаційного зливання, віджимання або центрифугування перед транспортуванням.

Ця технологія є відповіддю на погану практику використання занадто великої кількості розчинника та виливання надлишків розчинників із використаних контейнерів для розчинників на серветки, щоб не утилізувати їх окремо.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

- Відновлені розчинники можуть знов використовуватися для очищення або, якщо вони занадто брудні, бути дистильовані та використовуватися повторно (див. Розділ 17.12.3.1.2).
- Необхідно транспортувати меншу вагу.
- Зменшуються викиди під час зберігання та транспортування.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Широко застосовується в поліграфічній промисловості США.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

- Викиди на об'єкті під час операцій поводження з розчинниками, необхідних для видалення розчинників із серветок.
- Рівні шуму можуть зростати.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Загальнозастосовна. Застосовна для всіх поліграфічних підприємств, що використовують просочені розчинником серветки. Серветки можуть бути багаторазовими (див. Розділ 17.12.3.2.1) або одноразовими.

#### **Приклади заводів**

Заводи №030, №057 та №158 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### **Довідкова література**

[\[ 18, US EPA et al. 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

### **17.12.3.2.1 Багаторазові очищувальні серветки**

#### **Опис**

Очищення можна здійснювати одноразовими та багаторазовими серветками. Багаторазові серветки зазвичай беруть напрокат. Після забруднення вони повертаються в прокатну компанію, де вони промиваються та повертаються в обіг.

У деяких випадках багаторазові серветки спочатку обробляються на об'єкті (наприклад, шляхом сушіння з вилученням і подальшою термічною обробкою вмісту розчинників), а потім спрямовуються за межі об'єкта на промивання (Завод № 137 в [\[ 155, TWG 2016 \]](#)).

Багаторазові серветки виготовлені із натуральних текстильних волокон. Після використання їх промивають розчинниками, а потім висушують. Забруднений розчинник піддається дистильованню, а осад спалюють як шкідливі відходи. Процеси промивання, сушіння та дистильовання багаторазових серветок призводять до викидів розчинників.

Оскільки багаторазові серветки набагато менше поглинають, ніж одноразові, потрібна набагато більша вага та об'єм. Отже, для того ж обсягу очищення необхідний більший обсяг транспортування. Проте багаторазові серветки утворюють менше відходів, ніж одноразові серветки.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Немає чіткої різниці для довкілля між багаторазовими та одноразовими серветками, за винятком меншого обсягу відходів, що утворюються.

**Вплив на різні компоненти довкілля**

Сировина витрачається на виробництво багаторазових очисних серветок, і коли строк їхньої експлуатації закінчується, серветки викидаються як відходи. Крім того, у процесі промивання та сушіння можуть утворюватися додаткові відходи та споживатися енергія.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Багаторазові серветки міцніші й товщі за одноразові серветки. Це робить їх придатними для використання в ситуаціях, де для очищення об'єкта необхідні ручне зусилля та повторювані рухи. Це зусилля може бути незастосовним до делікатних поверхонь.

**Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Багаторазові серветки зазвичай використовуються у всіх типах галузей промисловості, наприклад, у поліграфічній промисловості та галузі нанесення покриття на рулонний метал.

Багаторазові очисні серветки занадто жорсткі для оздоблення дерев'яних виробів.

Як альтернатива та в разі неможливості використання багаторазових серветок, можна використовувати одноразові серветки. Можливою причиною вибору одноразових серветок є пошкодження, яке можна спричинити дуже чутливим поверхням, як-от друкарським формам для офсетного друку та циліндрам для глибокого друку, багаторазовою серветкою, яка не повністю очищена від забруднення від попереднього використання. Одноразові серветки, як правило, виготовляються із синтетичних волокон. На одиницю ваги вони можуть містити в багато разів більше очищувального засобу і бруду, ніж багаторазові серветки. Після використання вони спалюються разом із їхнім забрудненням. Оскільки одноразові серветки легкі, спалювання осаду після очищення багаторазових серветок дає мало переваг перед спалюванням повністю одноразових серветок (приклади Заводів № 024, № 025 у [155, TWG 2016]).

**Приклади заводів**

Широко застосовується у всіх секторах. Заводи: №003, №011, №015, №024, №045, №061, №064, №071, №097, №106, №112, №115, №125, №128, №137, №143, №149, №150, №159, №161 та №168 у [155, TWG 2016].

**Довідкова література**

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 7, Germany 2003 ] [ 22, ECCA 2004 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 155, TWG 2016 ]

**17.12.4 Технології для відповідних потоків відходів**

Технології можуть передбачати:

- зменшення вмісту води у відходах, наприклад, за допомогою фільтрпреса для обробки осаду (див. Розділ 17.12.4.1);
- скорочення утворення осаду та відходів розчинників, наприклад, зменшення кількості циклів очищення (див. Розділ 17.9);
- використання багаторазових контейнерів, повторне використання контейнерів для інших цілей або переробка матеріалу контейнера (див. Розділ 17.12.4.2);
- спрямування відпрацьованого вапняку, отриманого в результаті сухого скруберного очищення, у піч для випалювання вапна або цементу (див. Розділ 17.12.4.3).

**17.12.4.1 Зневоднення технологічних осадів**

Технології обробки та очищення стічних вод з осаду докладніше описані в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [ 23, COM 2006 ] та ДД НДТМ для Загальних систем обробки/управління відпрацьованими водами та газами в хімічному секторі [ 31, COM 2016 ], а також у спеціалізованих текстах, таких як [ 46, France 2002 ].

Наступні дві технології стосуються процесів зневоднення технологічних осадів і спрямовані на зменшення кількості відходів.

#### **17.12.4.1.1 Центрифуги**

##### **Опис**

Центрифуги використовуються для примусового осушення осаду фарби. Осад фарби утилізується, тоді як рідина зазвичай повертається в процес очищення відпрацьованих вод.

##### **Досягнуті екологічні переваги**

- Легше поводження з відходами.
- Менше твердих відходів або осадів, що підлягають утилізації.
- Зменшення обсягів відходів (менше води).
- Допомогає подовжити строк експлуатації систем мокрого скрубного очищення.

##### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Можна досягти вмісту вода 50–70%.

Частота видалення осаду сильно залежить від інших операцій із технічного обслуговування ванни та будь-якого безперервного фільтрування. Зазвичай ванни чистять від двох до трьох разів на рік із можливим додатковим очищенням у період простою. Подовження строку експлуатації ванн системи Вентурі можна досягти, якщо здійснюється безперервне видалення осаду. Тому центрифуги працюють або безперервно, або з коротшими інтервалами під час операції з очищення [ACEA коментар №342 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

##### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Споживання енергії.

##### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ця технологія застосовується в автомобільній промисловості, якщо вміст води після седиментації або флоатації досі дуже високий. У випадку фосфатного осаду замість неї можна використовувати фільтрпреси.

##### **Економічні аспекти**

Менші витрати на транспортування та утилізацію осаду фарби.

##### **Стимул до впровадження**

Зниження витрат і вимоги законодавства.

##### **Приклади заводів**

Повідомляється про широке використання для всіх видів діяльності з нанесення покриття. Заводи №040, №041, №045, №046, №048, №050, №053, №054, №055, №056, №057, №062, №067, №068, №117, №126, №145 та №158 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

##### **Довідкова література**

[\[ 23, COM 2006 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

#### **17.12.4.1.2 Фільтрпрес**

##### **Опис**

Фільтрпреси використовуються для зневоднення осаду, отриманого в результаті процесів очищення відпрацьованих вод. На заводах із нанесення покриттів на транспортні засоби відокремлений фосфатний осад від седиментації (наприклад, з пластинчастого сепаратора) часто зневоднюється за допомогою фільтрпресів із тканинними фільтрами.

##### **Досягнуті екологічні переваги**

- Легше поводження та утилізація відходів.

- Зменшення об'єму та ваги відходів.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

На заводах із нанесення покриттів на транспортні засоби суха речовина (СР) зазвичай є основою для зневоднення. Усього для осаду фосфату цинку можна отримати 40–60% сухої речовини (СР). Для зневоднення осадів гідроксиду у фізико-хімічному очищенні відпрацьованих вод можна досягти 30–35% СР. Камерний фільтрпрес не застосовується для зневоднення осаду фарби [DE коментар №231 та АСЕА коментар №254 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ці технології зазвичай застосовуються в автомобільній промисловості.

#### **Економічні аспекти**

Менші витрати на транспортування та утилізацію осаду фарби.

#### **Стимул до впровадження**

Зниження витрат і вимоги законодавства.

#### **Приклади заводів**

Широко застосовується. Повідомляється більшістю заводів із нанесення покриття на транспортні засоби та нанесення покриття на рулонний метал, а також заводів із нанесення покриття та друку на металевій упаковці (№112, №114, №117, №122 та №125), нанесення покриття на металеві та пластмасові поверхні (№129 та №165) та публікаційного ротогравюрного друку (№143).

#### **Довідкова література**

[\[ 23, COM 2006 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#)

### **17.12.4.2 Багаторазові контейнери**

#### **Опис**

Багато сировини постачається в багаторазових контейнерах, таких як IBC (контейнери середньої вантажності) місткістю близько 1 тонни або стандартні 200-літрові металеві бочки тощо. Ці контейнери можуть бути повернені для повторного використання або повторно використані для зберігання розчинників. Використання облицювання, яке не вступає в реакцію з вмістом і може бути утилізовано, може запобігти пошкодженню 200-літрової бочки з відкритим верхом та полегшити повторне використання.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Менші кількості утворюваних відходів.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

На великих заводах офсетного друку застосовується пряме подання друкарської фарби трубопровідними системами. Розчинники, що використовуються як очищувальні засоби, також зазвичай утримуються в багаторазових контейнерах. Менша кількість контейнерів для відходів і великі контейнери роблять можливим пряме подання друкарської фарби до друкарських машин через системи трубопроводів.

Недоліком може бути те, що повторне використання порожніх контейнерів для друкарської фарби та розчинників вимагає повернення цих контейнерів виробникам. Оскільки торгівля друкарською фарбою є міжнародною, порожні металеві контейнери необхідно буде збирати, зберігати, а потім і відправляти по Європі.

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Перед повторним використанням контейнери необхідно очищати, як правило, за межами об'єкта.

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до всіх заводів, що використовують велику кількість матеріалів.

У галузі рулонного офсетного друку з температурним закріпленням стандартні кольори друкарських фарб для офсетного друку постачаються в багаторазових контейнерах.

Для гнучкої упаковки використовується багато різних кольорів, що обмежує застосовність. Кількість кольору не гарантує відправлення контейнерів назад постачальнику, за винятком, можливо, білої друкарської фарби, деяких фарб і деяких клейких речовин. Контейнери, у яких була доставлена друкарська фарба, повторно використовуються на місці. Вони використовуються для змішування фарб, розведення друкарських фарб та транспортування фарб у друкарські машини. Їх часто очищають та повторно використовують багато разів.

Багаторазові контейнери для насипних та наливних вантажів для фарб зазвичай використовуються на заводах із нанесення покриття на рулонний метал. Вони також постачаються на підприємства галузі виробництва обмоткового дроту та повертаються постачальнику після використання.

### **Економічні аспекти**

Друкарські фарби та розчинники, що постачаються у великих багаторазових контейнерах для насипних та наливних вантажів, часто дешевші, та меншу кількість відходів необхідно утилізувати.

### **Приклади заводів**

Повідомляється про широке використання в різних секторах. Заводи №001, №002, №003, №097, №098, №112, №116, №128, №143, №144, №145, №149, №154 та №159 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

### **Довідкова література**

[\[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 \]](#) [\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)

## **17.12.4.3 Спрямування відпрацьованого вапняку в піч для випалювання вапна або цементу**

### **Опис**

Відпрацьований вапняк, отриманий у системі сухого відділення надлишку розпилення (з використанням вапняку), спрямовується в піч для випалювання вапна або цементу (див. також Розділ 17.10.4.3).

### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення кількості відходів, що підлягають утилізації.



## 17.13 Виділення запахів

Багато процесів, у яких використовується розчинник, мають запах. Проте технології зниження викидів розчинників у процесі та наприкінці виробничого процесу, а також встановлення високих димових труб для викидів відпрацьованих газів розв'язують ці проблеми (див. Розділи 17.6, управління сировиною (у тому числі заміщення) й 17.10, видалення та очищення відхідних газів).

У принципі, боротьба з викидами запахів має ґрунтуватися на виборі речовин/сумішей зі незначним запахом. У випадку інгредієнтів із сильним запахом склад перевіряється на можливість заміщення.

### 17.13.1 План боротьби з запахами

#### Опис

План боротьби з запахами (ПБЗ) є частиною системи екологічного менеджменту (СЕМ) установки (див. Розділ 17.1.1) і має елементи для запобігання або зменшення неприємних запахів.

#### Технічний опис

ПБЗ передбачає:

- протокол із зазначенням заходів та термінів;
- протокол реагування на виявлені інциденти, пов'язані із запахом;
- програма запобігання та зменшення виділення запаху, призначена для виявлення джерела (джерел), надання характеристики вкладу джерел та впровадження заходів щодо запобігання та/або зменшення виділення запаху.

#### Досягнуті екологічні переваги

Запобігання або скорочення викидів із запахом, які можуть бути неприємними та виявлятися за межами об'єкта.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Немає.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Ця технологія застосовується до нових та наявних заводів, коли очікується та/або підтверджено вплив неприємного запаху на чутливі рецептори.

#### Економічні аспекти

Робочий час персоналу, необхідний для підготування та оновлення плану боротьби із запахами.

#### Стимул до впровадження

Зменшення кількості скарг поблизу заводу.

#### Приклади заводів

Завод №139 у [\[ 155, TWG 2016 \]](#).

#### Довідкова література

[\[ 31, COM 2016 \]](#) [\[ 155, TWG 2016 \]](#)



## 18 ВИСНОВКИ ЩОДО НАЙКРАЩИХ ДОСТУПНИХ ТЕХНОЛОГІЙ (НДТМ) ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКІВ, У ТОМУ ЧИСЛІ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВНИХ ПРОДУКТІВ

### СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Ці висновки щодо НДТМ стосуються видів діяльності, зазначених у Додатку I до Директиви 2010/75/ЄС:

- 6.7: Обробка поверхні речовин, предметів або продуктів із використанням органічних розчинників, зокрема для обробки, друку, покриття, знежирення, гідроізоляції, проклеювання, фарбування, очищення або просочення, зі споживанням органічного розчинника понад 150 кг на годину та понад 200 тонн на рік.
- 6.10: Хімічний захист деревини та деревних продуктів із виробничою потужністю, що перевищує 75 м<sup>3</sup> на день, за винятком виключної обробки проти заболонної синяви.
- 6.11: Автономне очищення відпрацьованих вод, що не охоплюється Директивою 91/271/ЄЕС, за умови, що основна маса забруднювальних речовин виникає в результаті діяльності, зазначеної в пункті 6.7 або 6.10 Додатка I до Директиви 2010/75/ЄС.

Ці висновки щодо НДТМ також охоплюють комбіноване очищення стічних вод різного походження за умови, що основне навантаження забруднювальних речовин виникає в результаті діяльності, зазначеної у пункті 6.7 або 6.10 Додатка I до Директиви 2010/75/ЄС, і що очищення стічних вод не охоплюється Директивою 91/271/ЄЕС.

Ці висновки щодо НДТМ не стосуються:

Для поверхневої обробки речовин, об'єктів або продуктів із використанням органічних розчинників:

- Гідроізоляція текстилю іншими засобами, крім використання щільної плівки на основі розчинника. Це може бути охоплено висновками щодо НДТМ для текстильної промисловості (ТХТ).
- Друк, проклеювання та просочення текстилю. Це може бути охоплено висновками щодо НДТМ для текстильної промисловості (ТХТ).
- Ламінування деревних плит.
- Перетворення гуми.
- Виробництво сумішей для покриття, лаків, фарб, друкарських фарб, напівпровідників, клейких речовин та фармацевтичної продукції.
- Спалювальна установка на об'єкті, за винятком випадків, коли гарячі гази, що утворюються, використовуються для прямого контактного нагріву, сушіння або будь-якої іншої обробки предметів або матеріалів. Це може бути охоплено висновками щодо НДТМ для Великих спалювальних установок (LCP) або Директивою 2015/2193/ЄС.

Для хімічного захисту деревини та деревних продуктів:

- Хімічне облагороджування та гідрофобізація (наприклад, за допомогою смол) деревини та деревних продуктів.
- Обробка деревини та деревних продуктів від заболонної синяви.
- Обробка деревини та деревних продуктів аміаком.
- Спалювальні установки на об'єкті. Це може бути охоплено висновками щодо НДТМ для Великих спалювальних установок (LCP) або Директивою 2015/2193/ЄС.

Інші висновки щодо НДТМ та довідкові документи, які можуть стосуватись діяльності, що охоплюється цими висновками щодо НДТМ, наведено нижче:

- Економічні та міжсередовищні наслідки (ЕСМ).
- Викиди зі складів (EFS).
- Енергоефективність (ENE).
- Перероблення відходів (WT).
- Великі спалювальні установки (LCP).
- Поверхнева обробка металів та пластмас (STM).
- Моніторинг викидів у повітря і воду з установок, на які поширюється дія Директиви про промислові викиди (ROM).

## ВИЗНАЧЕННЯ

У межах цих висновків щодо НДТМ застосовуються такі визначення:

| Загальні терміни                             |   |
|--|---|
| Використовуваний термін                      | Визначення  |
| Базове покриття                              | Фарба, яка в разі нанесення на основу визначає колір та ефект (наприклад, металік, перламутровий).  |
| Пакетне скидання                             | Скидання окремого обсягу води, що міститься   |
| Прозорий шар                                 | Матеріал покриття, який після нанесення на основу утворює щільну прозору плівку із захисними, оздоблювальними або певними технічними властивостями.   |
| Комбінована лінія                            | Поєднання гарячого цинкування та нанесення покриття на рулонний метал на одній технологічній лінії.   |
| Безперервні вимірювання                      | Вимірювання з використанням автоматизованої «вимірювальної системи», постійно встановленої на об'єкті для безперервного моніторингу викидів відповідно до EN 14181.   |
| Пряме скидання                               | Скидання в приймальне водоймище без подальшого очищення стічних вод.  |
| Коефіцієнти викидів                          | Коефіцієнти, які можна помножити на відомі дані, як-от дані щодо заводу/процесу або дані про продуктивність для оцінювання викидів.   |
| Наявний завод                                | Завод, який не є новим заводом.   |
| Неорганізовані викиди                        | Неорганізовані викиди, як визначено в Статті 57(3) Директиви 2010/75/ЄС.  |
| Креозот марки В або С                        | Типи креозоту, специфікації для яких наведено в EN 13991.   |
| Непряме скидання                             | Скидання, яке не є прямим скиданням.  |
| Капітальна модернізація заводу               | Суттєва зміна конструкції або технології заводу, а також значні коригування або заміни процесу та/або метода(-ів) усунення забруднення довкілля, а також пов'язаного з ними обладнання.   |
| Новий завод                                  | Завод, уперше дозволений на об'єкті після публікації цих висновків щодо НДТМ, або повна заміна заводу після публікації цих висновків щодо НДТМ.   |
| Відхідний газ                                | Газ, видалений із процесу, частини обладнання або зони, який або спрямовується на очищення, або викидається безпосередньо повітря через димову трубу.   |
| Органічні сполуки                            | Органічні сполуки, як визначено в Статті 3(44) Директиви 2010/75/ЄС.  |
| Органічний розчинник                         | Органічний розчинник, як визначено в Статті 3(46) Директиви 2010/75/ЄС.   |
| Завод  | Усі частини установки, що здійснюють діяльність, зазначену в пункті 6.7 або 6.10 Додатка І до Директиви 2010/75/ЄС, та будь-яку іншу безпосередньо пов'язану діяльність, яка впливає на споживання та/або викиди. Заводи можуть бути новими заводами або наявними заводами. |
| Ґрунтовка                                    | Фарба, розроблена для використання як шар на підготовленій поверхні, для забезпечення високої адгезії, захисту будь-яких нижніх шарів та заповнення нерівностей поверхні.   |
| Сектор                                       | Будь-яка діяльність із поверхневої обробки, яка належить до видів діяльності, перелічених у пункті 6.7 Додатка І до Директиви 2010/75/ЄС та згаданих у Розділі 18.1 цих висновків щодо НДТМ.  |
| Чутливий рецептор                            | Зона, яка потребує особливого захисту, наприклад:<br>- житлові райони,<br>- зони, де здійснюється людська діяльність (наприклад, сусідні робочі зони, школи, дитячі садки, зони відпочинку, лікарні або приватні санаторії).  |
| Вхідний потік твердої маси                   | Загальна маса твердих речовин, що використовується, як визначено в частині 5, 3(а)(і) Додатка VII до Директиви 2010/75/ЄС.  |
| Розчинник                                    | «Розчинник» означає «органічний розчинник».   |
| Вхідний потік розчинника                     | Загальна кількість органічних розчинників, що використовується, як визначено в частині 7, 3(б) Додатка VII до Директиви 2010/75/ЄС.   |
| На основі розчинника (SB)                    | Тип фарби, друкарської фарби або іншого матеріалу покриття, що використовує розчинник(-и) як носій. У захисті деревини та деревних продуктів так називається тип хімічних речовин для обробки.  |
| На основі суміші розчинника та води (SB-mix) | Покриття на основі розчинника, де один із шарів покриття на водній основі (WB).   |
| БАЛАНС МАСИ РОЗЧИННИКА (БМР)                 | Розрахунок балансу маси виконується щонайменше один раз на рік відповідно до Частини 7 Додатку VII до Директиви 2010/75/ЄС.   |

|  |   |
|--|---|
| Поверхневі стоки                             | Вода з опадів, що стікає землею або непроникними поверхнями, як-от вимощені вулиці та зони зберігання, дахи тощо, і не вбирається землею.   |
| Загальні викиди                              | Сума неорганізованих викидів та викидів у відпрацьованому газу, як визначено в Статті 57(4) Директиви 2010/75/ЄС.   |
| Хімічні речовини для обробки                 | Хімічні речовини, що використовуються для захисту деревини та деревних продуктів, як-от біоциди, хімічні речовини, що використовуються для гідроізоляції (наприклад, олії, емульсії) та вогнетривкі добавки. До них також належить носій активних речовин (наприклад, вода, розчинник). |
| Дійсне середнє значення за годину/пів години | Середнє значення за годину/пів години вважається дійсним за відсутності технічного обслуговування або несправності автоматизованої вимірювальної системи.   |
| Відпрацьовані гази                           | Відпрацьовані гази, як визначено в Статті 57(2) Директиви 2010/75/ЄС.   |
| На водній основі (WB)                        | Тип фарби, друкарської фарби або іншого матеріалу, у якому вода повністю або частково замінює розчинник. У захисті деревини та деревних продуктів так називається тип хімічних речовин для обробки.   |
| Захист деревини                              | Діяльність, метою якої є захист деревини та деревних продуктів від руйнівної дії грибків, бактерій, комах, води, погоди або вогню; забезпечення тривалого збереження структурної цілісності та підвищення стійкості деревини та деревних продуктів.                                     |

| Забруднювальні речовини та параметри |  |
|--------------------------------------|--|
| Використовуваний термін              | Визначення   |
| АОХ                                  | До адсорбованих органічних галогенів, виражених як Cl, належать адсорбовані органічно зв'язані хлор, бром і йод.   |
| СО                                   | Чадний газ.  |
| ХСК                                  | Хімічне споживання кисню. Кількість кисню, необхідна для повного хімічного окиснення органічної речовини до вуглекислого газу з використанням дихромату. ХСК є показником масової концентрації органічних сполук   |
| Хром                                 | До хрому, позначеного як Cr, належать усі неорганічні та органічні сполуки хрому, розчинені або зв'язані з частинками.   |
| DMF                                  | <i>N,N</i> -диметилформамід.   |
| Пил                                  | Загальна кількість твердих частинок (у повітрі).   |
| F-                                   | Фторид.  |
| Шестивалентний хром                  | До шестивалентного хрому, позначеного як Cr(VI), належать усі сполуки хрому, у яких хром перебуває в ступені окиснення +6 (розчинені або зв'язані з частинками).   |
| НОІ                                  | Вуглеводневий нафтовий індекс (Hydrocarbon oil index). Сума сполук, що вилучаються вуглеводневим розчинником (включно з довголанцюговими або розгалуженими ланцюгами аліфатичних, аліциклічних, ароматичних або алкілзаміщених ароматичних вуглеводнів). |
| ІПС                                  | Ізопропіловий спирт: пропан-2-ол (також іменованій ізопропанолом).   |
| Нікель                               | До нікелю, позначеного як Ni, належать усі неорганічні та органічні сполуки нікелю, розчинені або зв'язані з частинками.   |
| NO <sub>x</sub>                      | Сума монооксиду азоту (NO) та діоксиду азоту (NO <sub>2</sub> ), виражена як NO <sub>2</sub> .   |
| ПАВ                                  | Поліциклічні ароматичні вуглеводні.  |
| ЗОВ                                  | Загальний органічний вуглець, виражений як C (у воді).   |
| ЗЛОВ                                 | Загальний леткий органічний вуглець, виражений як C (у повітрі).   |
| TSS                                  | Загальна кількість завислих твердих частинок. Масова концентрація всіх завислих речовин (у воді), виміряна шляхом фільтрування через фільтри зі скловолна та гравіметрії.  |
| ЛОС                                  | Леткі органічні сполуки, як визначено в Статті 3(45) Директиви 2010/75/ЄС.   |
| Цинк                                 | До цинку, позначеного як Zn, належать усі неорганічні та органічні сполуки цинку, розчинені або зв'язані з частинками.   |

## АКРОНІМИ

У межах цих висновків щодо НДТМ застосовуються такі акроніми:

| Акронім | Визначення   |
|---------|--|
| BPR     | Регламент про біоцидні продукти (Biocidal Products Regulation) (Регламент (ЄС) № 528/2012 Європейського Парламенту та Ради від 22 травня 2012 р. щодо розміщення на ринку та використання біоцидних продуктів).  |
| DWI     | Тягнені зі стоншеними стінками (тип банок у галузі виробництва металевої упаковки).  |
| СЕМ     | Системи екологічного менеджменту   |
| ДПВ     | Директива про промислові викиди (2010/75/ЄС).  |
| ІЧ      | Інфрачервоний.   |
| НКГВ    | Нижня концентраційна границя вибуховості – найменша концентрація (відсоток) газу або пари в повітрі, здатна спричинити спалах вогню за наявності джерела займання. Концентрації нижче НКГВ є «занадто малими» для горіння. Також називається нижньою границею займистості (НГЗ). |
| УЕВН    | Умови експлуатації, відмінні від нормальних.   |
| STS     | Поверхнева обробка за допомогою органічних розчинників.  |
| УФ      | Ультрафіолет.  |
| WPC     | Хімічний захист деревини та деревних продуктів.  |

## ЗАГАЛЬНІ МІРКУВАННЯ

Найкращі доступні технології

Технології, перелічені та описані в цих висновках щодо НДТМ, не є ні нормативними, ні перебірними. Можуть використовуватися інші технології, що забезпечують щонайменше еквівалентний рівень захисту навколишнього середовища.

Якщо не передбачено інше, висновки щодо НДТМ є загальнозастосовними.

### Рівні викидів, пов'язані з найкращими доступними технологіями (BAT-AEL)

#### BAT-AEL для загальних та неорганізованих викидів ЛОС

Для загальних викидів ЛОС рівні викидів, пов'язані з найкращими доступними технологіями (BAT-AEL), наведені в цих висновках щодо НДТМ:

- як питомі показники викидів, розраховані як середньорічне значення шляхом ділення загальних викидів ЛОС (розрахованих за балансом маси розчинника) на залежний від сектора параметр вхідного потоку (або продуктивності) виробництва; або
- як відсоток від вхідного потоку розчинника, розрахований як середньорічне значення відповідно до Частини 7, 3(b)(i) Додатка VII до Директиви 2010/75/ЄС.

Для неорганізованих викидів ЛОС рівні викидів, пов'язані з найкращими доступними технологіями (BAT-AEL), наведені в цих висновках щодо НДТМ у вигляді відсотка від вхідного потоку розчинника, розрахованого як середнє значення за рік відповідно до Частини 7, 3(b)(i) Додатка VII до Директиви 2010/75/ЄС.

#### BAT-AEL та орієнтовні рівні викидів у відпрацьованих газах

Рівні викидів, пов'язані з найкращими доступними технологіями (BAT-AEL), та орієнтовні рівні викидів у відпрацьованих газах, наведені в цих висновках щодо НДТМ, стосуються концентрацій, виражених як маса речовини, що викидається на об'єм відпрацьованого газу за таких стандартних умов: сухий газ за температури 273,15 К та з тиском 101,3 кПа, без поправки на вміст кисню, і виражаються в мг/Нм<sup>3</sup>.

Для періодів усереднення BAT-AEL та орієнтовних рівнів викидів у відпрацьованих газах застосовуються такі визначення.

| Тип вимірювання  | Період усереднення                      | Визначення   |
|--|---|--|
| Безперервний   | Середньодобове значення                 | Середнє значення за період однієї доби на підставі дійсних середніх значень за годину або за пів години. |
| Періодичний  | Середнє значення за період відбору проб | Середнє значення трьох послідовних вимірювань тривалістю не менше 30 хвилин кожне <sup>(1)</sup>         |
| <sup>(1)</sup> Для будь-якого параметра, для якого через обмеження щодо відбору проб або аналізу та/або через умови експлуатації 30-хвилинний відбір проб/вимірювання та/або середнє значення трьох послідовних вимірювань не придатне, може застосовуватися більш репрезентативна процедура відбору проб/вимірювання. |   |  |

#### BAT-AEL для викидів у воду

Рівні викидів, пов'язані з найкращими доступними технологіями (BAT-AEL) для викидів у воду, наведені у висновках щодо НДТМ, стосуються концентрацій (маса речовини, що викидається, на об'єм води), вираженим у мг/л.

Періоди усереднення, пов'язані з BAT-AEL, стосуються будь-якого з таких двох випадків:



- у разі безперервного скидання середньодобові значення, тобто середньопропорційні проби за 24 години;
- у разі пакетного скидання середні значення за період тривалості викиду, відібрані як середньопропорційні проби.

Пропорційні часу складені проби можуть використовуватися за умови, що продемонстрована достатня стабільність потоку. В якості альтернативи можна відбирати точкові проби за умови, що стічні води належним чином змішані та однорідні. Точкові проби відбираються, якщо проба нестабільна щодо вимірюваного параметра. Усі ВАТ-АЕЛ для викидів у воду застосовуються до точки, де викиди виходять із заводу.

### Інші рівні екологічної ефективності

#### Рівні питомого споживання енергії (енергоефективність), пов'язані з найкращими доступними технологіями (ВАТ-АЕРЛ)

Рівні екологічної ефективності, пов'язані з питомим споживанням енергії, належать до середньорічних значень, розрахованих за допомогою такого рівняння:

$$\text{Питоме споживання енергії} = \frac{\text{споживання енергії}}{\text{показник активності}}$$

де:

|                      |   |
|----------------------|---|
| споживання енергії:  | загальна кількість тепла (утвореного первинними джерелами енергії) та електроенергії, що споживається заводом, як визначено в плані з енергоефективності (див. НДТМ 19 (а)), виражена у МВт-год/рік;          |
| показник активності: | загальна кількість продукції, що обробляється заводом або потужність заводу, виражена у відповідних одиницях залежно від сектора (наприклад, кг/рік, м <sup>2</sup> /рік, покритих транспортних засобів/рік). |

#### Рівні питомого споживання води, пов'язані з найкращими доступними технологіями (ВАТ-АЕРЛ)

Рівні екологічної ефективності, пов'язані з питомим споживанням води, належать до середньорічних значень, розрахованих за допомогою такого рівняння:

$$\text{Питоме споживання води} = \frac{\text{споживання води}}{\text{показник активності}}$$

де:

|                      |  |
|----------------------|--|
| споживання води =    | водоспоживання: загальна кількість води, що споживається для видів діяльності, що здійснюються на заводі, за винятком рециркуляційної та повторно використовуваної води, охолоджувальної води, яка використовується в системах прямиотічного охолодження, а також води для побутових потреб, виражена в л/рік або м <sup>3</sup> /рік; |
| показник активності: | загальна кількість продукції, що обробляється заводом або потужність заводу, виражена у відповідних одиницях залежно від сектора (наприклад, м <sup>2</sup> покритого рулонного металу/рік, покритих транспортних засобів/рік, тисяч банок/рік).   |

### Орієнтовні рівні для питомої кількості відходів, що спрямовуються за межі об'єкта

Орієнтовні рівні, пов'язані з питомою кількістю відходів, що спрямовуються за межі об'єкта, стосуються середньорічних значень, розрахованих за допомогою такого рівняння:

$$\text{питома кількість відходів, переданих за межі об'єкта} = \frac{\text{кількість відходів, переданих за межі об'єкта}}{\text{показник активності}}$$

де:

|  |  |
|--|--|
| кількість відходів, переданих за межі об'єкта: | загальна кількість відходів, спрямованих за межі об'єкта заводом, виражена в кг/рік;                                       |
| показник активності:                           | загальна кількість продукції, що обробляється заводом або потужність заводу, виражена в покритих транспортних засобах/рік. |

## 18.1 ВИСНОВКИ ЩОДО НДТМ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКІВ

### 18.1.1 Висновки щодо загальних НДТМ

#### 18.1.1.1 Системи екологічного менеджменту

НДТМ 1. Для покращення загальної екологічної ефективності НДТМ полягають у розробці та впровадженні системи екологічного менеджменту (СЕМ), яка включає всі наведені нижче функції:

- i. відданість, лідерство та відповідальність керівництва, у тому числі найвищого керівництва, за впровадження ефективної СЕМ;
- ii. аналіз, який передбачає визначення контексту організації, визначення потреб та очікувань зацікавлених сторін, визначення характеристик установки, пов'язаних із можливими ризиками для довкілля (або здоров'я людини), а також застосовних вимог законодавства, що стосуються довкілля;
- iii. розвиток екологічної політики, що передбачає постійне підвищення екологічної ефективності установки;
- iv. встановлення цілей та показників результативності щодо значущих екологічних аспектів, у тому числі забезпечення відповідності застосовним вимогам законодавства;
- v. планування та впровадження необхідних процедур та дій (у тому числі, за необхідності, коригувальних та превентивних дій) для досягнення екологічних цілей та уникнення екологічних ризиків;
- vi. визначення структур, ролей та відповідальності щодо екологічних аспектів та цілей, а також забезпечення необхідних фінансових та людських ресурсів;
- vii. забезпечення необхідної компетентності та обізнаності персоналу, чия робота може впливати на екологічну ефективність установки (наприклад, шляхом надання інформації та навчання);
- viii. внутрішній та зовнішній зв'язок;
- ix. заохочення залучення персоналу до передової практики екологічного менеджменту;
- x. створення та ведення посібника з менеджменту та письмових процедур із контролю за діяльністю, що має значний вплив на довкілля, а також ведення відповідних записів;
- xi. ефективне оперативне планування та контроль технологічного процесу;
- xii. впровадження відповідних програм технічного обслуговування;
- xiii. протоколи готовності до аварійних ситуацій та реагування на них, у тому числі попередження та/або пом'якшення несприятливого впливу (на довкілля) надзвичайних ситуацій;
- xiv. під час (пере)проектування (нової) установки або її частини врахування її впливу на довкілля протягом усього строку її експлуатації, до якого належить будівництво, технічне обслуговування, експлуатація та виведення з експлуатації;
- xv. реалізація програми моніторингу та вимірювань; у разі необхідності інформацію можна знайти в Довідковому звіті про моніторинг викидів у повітря та воду з установок, на які поширюється дія ДПВ;
- xvi. виконання зіставного аналізу сектору на регулярній основі;
- xvii. періодичний незалежний (де це можливо) внутрішній аудит та періодичний незалежний зовнішній аудит для оцінювання екологічної ефективності та визначення того, чи відповідає СЕМ запланованим заходам і, чи правильно вона впроваджена та підтримується;
- xviii. оцінка причин невідповідностей, вживання коригувальних заходів у відповідь на невідповідності, огляд ефективності коригувальних заходів та визначення наявності або потенційного виникнення подібних невідповідностей;
- xix. періодична перевірка СЕМ та її відповідності сучасним вимогам, адекватності та ефективності вищим керівництвом;
- xx. слідування та врахування розвитку більш екологічних технологій.

Спеціально для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників НДТМ також полягають у введенні до СЕМ таких елементів:

- i. Взаємодія із системами контролю та забезпечення якості, а також міркування охорони здоров'я та безпеки.
- ii. Планування скорочення впливу установки на довкілля. Зокрема, це передбачає:
  - a. Оцінювання загальної екологічної ефективності заводу (див. НДТМ 2);
  - b. Врахування міркувань впливу на різні компоненти довкілля, особливо підтримання належного балансу між скороченням викидів розчинників і споживанням енергії (див. НДТМ 19), води (див. НДТМ 20) та сировини (див. НДТМ 6);
  - c. Зменшення викидів ЛОС від процесів очищення (див. НДТМ 9).
- iii. Це охоплює:
  - a. план запобігання та контролю витоків та розливів (див. НДТМ 5 (a));
  - b. систему оцінки сировини для використання сировини з низьким впливом на довкілля та план оптимізації використання розчинників у процесі (див. НДТМ 3);
  - c. баланс маси розчинника (див. НДТМ 10);
  - d. програму технічного обслуговування для частоти та екологічних наслідків умов експлуатації, відмінних від нормальних (див. НДТМ 13);
  - e. план з енергоефективності (див. НДТМ 19 (a));
  - f. план використання водних ресурсів (див. НДТМ 20 (a));
  - g. план управління відходами (див. НДТМ 22 (a));
  - h. план боротьби з запахами (див. НДТМ 23).

#### Примітка

Регламент (ЄС) №1221/2009 встановлює схему екологічного менеджменту та аудиту Європейського Союзу (EMAS), яка є прикладом СЕМ, що відповідає цим НДТМ.

#### Застосовність

Рівень деталізації та ступінь формалізації СЕМ будуть пов'язані з характером, масштабом та складністю установки, а також діапазоном впливу на довкілля, який вона може мати.

### 18.1.1.2 Загальна екологічна ефективність

НДТМ 2. Для підвищення загальної екологічної ефективності заводу, зокрема щодо викидів ЛОС та споживання енергії, НДТМ полягають у:

- визначенні галузей/секцій/етапів процесу, які роблять найбільший внесок у викиди ЛОС та споживання енергії та мають найбільший потенціал до вдосконалення (див. також НДТМ 1);
- визначенні та впровадженні заходів щодо мінімізації викидів ЛОС та споживання енергії;
- регулярному (принаймні один раз на рік) оновленні інформації за ситуацією та стеження за виконанням визначених дій.

### 18.1.1.3 Вибір сировини

НДТМ 3. Для запобігання або зменшення впливу використовуваної сировини на довкілля НДТМ полягають у використанні обох технологій, наведених нижче.

| Технологія |   | Опис   | Застосовність  |
|------------|---|--|--|
| a.         | Використання сировини з низьким рівнем впливу на довкілля | У межах СЕМ (див. НДТМ 1) систематичне оцінювання несприятливого впливу використовуваних матеріалів на довкілля (зокрема, речовин, які є канцерогенними, мутагенними або токсичними для репродуктивної функції, та особливо небезпечних речовин) та заміщення їх іншими матеріалами, що не мають або мають менший вплив на довкілля та здоров'я, де це можливо, з урахуванням вимог до якості або специфікацій продукту. | Загальнозастосовна. Обсяг (наприклад, рівень деталізації) та характер оцінки, як правило, будуть пов'язані з характером, масштабом та складністю заводу та діапазоном можливих впливів на довкілля, а також із типом та кількістю використовуваних матеріалів. |
| b.         | Оптимізація використання розчинників у процесі            | Оптимізація використання розчинників у технологічному процесі за допомогою плану управління (як частини САМ (див. НДТМ 1)), метою якого є визначення та вживання необхідних заходів (наприклад, групування кольорів, оптимізація розпилення).  | Загальнозастосовна.  |

**НДТМ 4.** Для зменшення споживання розчинника, викидів ЛОС та загального впливу використовуваної сировини на довкілля НДТМ полягають у використанні однієї або комбінації технологій, наведених нижче.

| Технологія |   | Опис   | Застосовність  |
|------------|---|--|--|
| a.         | Використання фарб / покриттів / лаків // друкарських фарб / клейких речовин на основі розчинника з високим вмістом твердих частинок | Використання фарб, покриттів, рідких друкарських фарб, лаків та клейких речовин із низьким вмістом розчинників та підвищеним вмістом твердих частинок.   | Вибір технологій обробки поверхні може бути обмежений типом діяльності, типом і формою основи, вимогами до якості продукту, а також необхідністю забезпечення взаємної сумісності використовуваних матеріалів, технологій нанесення покриттів, сушіння/затвердіння та систем очищення відхідних газів. |
| b.         | Використання фарб / покриттів / друкарських фарб / лаків / клейких речовин на водній основі   | Використання фарб, рідких друкарських фарб, лаків та клейких речовин, де органічний розчинник частково замінено водою.   |  |
| c.         | Використання друкарських фарб / покриттів/ фарб / лаків / клейких речовин, що твердіють за допомогою випромінювання                 | Використання фарб, покриттів, рідких друкарських фарб, лаків та клейких речовин, придатних для затвердіння шляхом активації певних хімічних груп УФ- або ІЧ-випромінюванням або швидкими електронами без нагрівання та без викиду ЛОС. |  |
| d.         | Використання двокомпонентних клейких речовин без вмісту розчинника  | Використання двокомпонентних клейових матеріалів без вмісту розчинника, що складаються зі смоли та отверджувача.   |  |
| e.         | Використання термоклеїв   | Використання покриття клейкими речовинами, отриманими внаслідок гарячої екструзії синтетичних каучуків, вуглеводневих смол та різних добавок. Розчинники не використовуються.  |  |
| f.         | Використання порошкових покриттів   | Використання покриття без вмісту розчинників, яке наноситься у вигляді дрібнодисперсного порошку і твердіє в термічних печах.  |  |
| g.         | Нанесення ламінувальної плівки на стрічковий або рулонний метал   | Використання полімерних плівок, нанесених на рулонний метал або стрічку для надання естетичних або функціональних властивостей, що зменшує кількість необхідних шарів покриття.  |  |
| h.         | Використання речовин, що не є ЛОС або є ЛОС із нижчою леткістю  | Заміщення речовин з високолеткими ЛОС іншими, що містять органічні сполуки, які не є ЛОС або є ЛОС із нижчою леткістю (наприклад, складні ефіри).  |  |

### 18.1.1.4 Зберігання та поводження із сировиною

НДТМ 5. Для зменшення неорганізованих викидів ЛОС під час поводження з матеріалами, що містять розчинники та/або шкідливими матеріалами НДТМ полягають у застосуванні принципів належної організації виробництва шляхом використання всіх технологій, наведених нижче.

| Технологія   |  | Опис  | Застосовність   |
|--|--|---|---|
| <b>Технології менеджменту</b>                            |  |   |   |
| a.   | Підготовка та реалізація плану запобігання та контролю витоків та розливів | <p>План запобігання та контролю витоків та розливів є частиною СЕМ (див. НДТМ 1) і передбачає, але не обмежується:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• план дій під час інциденту для малих та великих розливів;</li> <li>• визначення ролей та відповідальності залучених осіб;</li> <li>• забезпечення екологічної обізнаності та навчання персоналу запобігати/впоратися з інцидентами, пов'язаними з розливами;</li> <li>• виявлення зон ризику виникнення розливу та/або витoku шкідливих матеріалів та впорядкування їх відповідно до ризику;</li> <li>• у виявлених зонах забезпечення наявності відповідних систем утримування, наприклад, непроникні підлоги;</li> <li>• визначення відповідного обладнання для утримування розливів та очищення та регулярне забезпечення його доступності в справному стані та поблизу до місць, де можуть статися такі інциденти;</li> <li>• керівні принципи управління відходами для поводження з відходами, що утворюються в результаті контролю розливів;</li> <li>• регулярні (не рідше одного разу на рік) огляди зон зберігання та експлуатації, перевірка та калібрування обладнання для виявлення витоків та швидкий ремонт зон витоків із клапанів, ущільнювальних кілець, фланців тощо (див. НДТМ 13).</li> </ul> | Загальнозастосовна. Обсяг (наприклад, рівень деталізації) плану буде пов'язаний із характером, масштабом та складністю установки, а також типом та кількістю використовуваних матеріалів. |
| <b>Технології зберігання</b>                             |  |   |   |
| b.   | Герметизація або накриття контейнерів та обвалована зона зберігання        | Зберігання розчинників, шкідливих матеріалів, відпрацьованих розчинників та відпрацьованих очищувальних засобів у герметизованих або критих контейнерах, придатних для відповідного ризику та призначених для мінімізації викидів. Зона зберігання контейнерів обвалована та має достатню місткість.  | Загальнозастосовна.   |
| c.   | Мінімізація зберігання шкідливих матеріалів у виробничих зонах             | Шкідливі матеріали присутні у виробничих зонах лише в кількостях, необхідних для виробництва; більші кількості зберігаються окремо.   |   |
| <b>Технології перекачування та поводження із рідиною</b> |  |   |   |
| d.   | Технології запобігання витокам та розливам під час перекачування           | Витокам та розливам запобігають за допомогою насосів та ущільнень, які є придатними для матеріалу, що транспортується, та забезпечують належну герметичність. До них належить таке обладнання, як екрановані електронасоси, насоси з магнітною муфтою, насоси зі множинними механічними ущільненнями та охолоджувальною або буферною системою, насоси зі множинними механічними ущільненнями та сухими ущільненнями з боку атмосфери, мембранні насоси та сільфонні насоси.   | Загальнозастосовна.   |
| e.   | Технології запобігання переливам під час перекачування                     | Вони передбачають забезпечення: <ul style="list-style-type: none"> <li>• контроль роботи насосів;</li> <li>• для великих кількостей, оснащення наливних резервуарів для зберігання акустичними та/або оптичними сигналізаторами аварійно високого рівня, за необхідності із системами перекривання.</li> </ul>  |   |
| f.   | Вловлювання парів ЛОС під час доставляння матеріалів, що містять           | Під час доставляння матеріалів, що містять розчинник, без тари (наприклад, завантаженні або розвантаженні резервуарів) пари, що витісняються з приймальних резервуарів, зазвичай уловлюються шляхом зворотного вентилявання.  | Може бути незастосовним для розчинників із низьким тиском парів або з   |

| Технологія |   | Опис   | Застосовність       |
|------------|---|--|---------------------|
|            | розчинник   |  | міркувань вартості. |
| g.         | Утримування розливів та/або швидке поглинання під час поводження з матеріалами, що містять розчинники | Під час роботи з матеріалами, що містять розчинники, у контейнерах можна уникнути можливих розливів за допомогою системи утримування, наприклад, за допомогою візків, піддонів та/або стелажів із вбудованою системою утримування (наприклад, «піддонами-уловлювачами») та/або швидкого поглинання за допомогою абсорбувальних матеріалів. | Загальнозастосовна. |

### 18.1.1.5 Розподіл сировини

НДТМ 6. Для зменшення споживання сировини та викидів ЛОС НДТМ полягають у використанні однієї або комбінації технологій, наведених нижче.

| Технологія |   | Опис  | Застосовність   |
|------------|---|---|---|
| a.         | Централізоване подання матеріалів, що містять ЛОС (наприклад, друкарських фарб, покриттів, клейких речовин, очищувальних засобів)                                     | Подання матеріалів, що містять ЛОС (наприклад, друкарських фарб, покриттів, клейких речовин, очищувальних засобів) до зони нанесення за допомогою прямого трубопроводу з кільцевими лініями, включно з очищенням системи, як-от очищення скребком або продування повітрям.  | Може не застосовуватись у випадку частої зміни друкарських фарб / фарб / покриттів / клейких речовин або розчинників. |
| b.         | Удосконалена система змішування   | Комп'ютеризоване обладнання для змішування для отримання необхідної фарби/покриття/друкарської фарби/клейкої речовини.  | Загальнозастосовна.   |
| c.         | Подання матеріалів, що містять ЛОС (наприклад, друкарських фарб, покриттів, клейких речовин, очищувальних засобів) у точці нанесення з використанням закритої системи | У разі частої зміни друкарських фарб/фарб/покриттів/клейких речовин та розчинників або у випадку використання в невеликих обсягах подання друкарських фарб /фарб/покриттів/клейких речовин та розчинників із невеликих транспортувальних контейнерів, розміщених поблизу зони нанесення з використанням закритої системи. |   |
| d.         | Автоматизація зміни кольору   | Автоматична зміна кольору та продування лінії нанесення друкарської фарби / фарби / покриття з вловлюванням розчинника.   |   |
| e.         | Групування кольорів   | Зміна послідовності продуктів для отримання великих серій одного кольору.   |   |
| f.         | М'яке продування в розпиленні   | Поповнення фарборозпилювача новою фарбою без проміжного промивання.   |   |



## 18.1.1.6 Нанесення покриття

НДТМ 7. Для зменшення споживання сировини та загального впливу нанесення покриття на довкілля НДТМ полягають у використанні однієї або комбінації технологій, наведених нижче.

| Технологія                                 |  | Опис  | Застосовність   |
|--|--|---|---|
| <b>Технології нанесення без розпилення</b> |  |   |   |
| a.   | Валкове нанесення  | Нанесення, де валки використовуються для перенесення або дозування рідкого покриття на стрічку, що рухається.   | Застосовується тільки до плоских основ <sup>(1)</sup> .   |
| b.   | Рапель над валиком   | Покриття наноситься на основу через зазор між рапелем і валиком. У міру проходження покриття та основи надлишки зішкрябаються.  | Загально застосовується <sup>(1)</sup> .  |
| c.   | Нанесення покриттів на рулони за технологією «без промивання» («висихання на місці»)                   | Нанесення конверсійних покриттів, що не потребують додаткового промивання водою, за допомогою валкового пристрою для нанесення покриттів (хімкоутера) або гумових валків.   | Загально застосовується <sup>(1)</sup> .  |
| d.   | Нанесення покриття поливанням (лиття)  | Вироби проходять через ламінарний шар покриття, що подається з напірного резервуара.  | Застосовується тільки до плоских основ <sup>(1)</sup> .   |
| e.   | Електроосадження (ел. осадження)   | Частинки фарби, дисперговані у водному розчині, осаджуються на занурені основи під дією електричного поля (електрофоретичне осадження).   | Застосовується тільки до металевих основ <sup>(1)</sup> .   |
| f.   | Заливання  | Вироби транспортуються через конвеєрні системи в закритий канал, який потім заповнюється матеріалом покриття через інжекторні трубки. Надлишковий матеріал збирається та використовується повторно.   | Загально застосовується <sup>(1)</sup> .  |
| g.   | Коекструзія  | Основа для друку з'єднується з теплою розрідженою пластмасовою плівкою й потім охолоджується. Ця плівка замінює необхідний додатковий шар покриття. Її можна використовувати між двома різними шарами різних носіїв, і вона діє як клейка речовина. | Не застосовується, якщо потрібна висока сила зчеплення або стійкість до температури стерилізації <sup>(1)</sup> . |
| <b>Технології розпилення</b>               |  |   |   |
| h.   | Комбіноване безповітряно-повітряне розпилення.   | Повітряний потік (напряме повітря) використовується для модифікації конуса розпилення безповітряного фарборозпилювача.  | Загально застосовується <sup>(1)</sup> .  |
| i.   | Пневматичне розпилення інертними газами  | Пневматичне нанесення фарби стиснутими інертними газами (наприклад, азотом, вуглекислим газом).   | Може бути незастосовним для нанесення покриття на деревні поверхні <sup>(1)</sup> .                               |
| j.   | Розпилення у великому об'ємі під низьким тиском (HVLP)   | Розпилення фарби з допомогою розпилювального сопла шляхом змішування фарби з великими об'ємами повітря під низьким тиском (макс. 1,7 бара). HVLP фарборозпилювачі мають ефективність перенесення > 50%.   | Загально застосовується <sup>(1)</sup> .  |
| k.   | Електростатичне розпилення (повністю автоматизоване)   | Розпилення за допомогою дисків та чаш із високою швидкістю обертання і формування струменя розпилення за допомогою електростатичних полів і напрямного повітря.   |   |
| l.   | Електростатичне повітряне або безповітряне розпилення  | Формування струменя повітряного або безповітряного розпилення електростатичним полем. Електростатичні фарборозпилювачі мають ефективність перенесення > 60%. Стационарні електростатичні методи мають ефективність перенесення до 75%.              |   |
| m.   | Гаряче розпилення  | Пневматичне розпилення гарячим повітрям або нагрітої фарби.   | Може бути незастосовним для частішої зміни кольорів <sup>(1)</sup> .  |
| n.   | Застосування системи «розпилення, гумового валика і промивання» в процесі нанесення покриття на рулони | Розпилення використовується для нанесення очисних засобів, засобів для попередньої обробки та промивання. Після розпилення використовують гумові валики для мінімізації витікання розчину, після чого відбувається промивання.                      | Загально застосовується <sup>(1)</sup> .  |

| Технологія   |                               | Опис   | Застосовність                            |
|--|-------------------------------|--|--|
| <b>Автоматизація нанесення розпиленням</b>   |                               |  |  |
| o.   | Нанесення за допомогою робота | Роботизоване нанесення покриттів та герметиків на внутрішні та зовнішні поверхні;              | Загально застосовується <sup>(1)</sup> . |
| p.   | Нанесення за допомогою машини | Використання машин для нанесення фарби для роботи з форсунками / фарборозпилювачами / соплами. |  |
| <sup>(1)</sup> Вибір технологій нанесення може бути обмежений на заводах із низькою потужністю та/або великим спектром продукції, а також типом і формою основи, вимогами до якості продукту та необхідністю забезпечення взаємної сумісності використовуваних матеріалів, технологій нанесення покриттів, сушіння/затвердіння та систем очищення відхідних газів. |                               |  |  |

### 18.1.1.7 Сушіння/затвердіння

**НДТМ 8.** Для зменшення споживання сировини та загального впливу процесів сушіння/затвердіння на довкілля НДТМ полягають у використанні однієї або комбінації технологій, наведених нижче.

| Технологія   |  | Опис   | Застосовність   |
|--|--|--|---|
| a.   | Конвективне сушіння/затвердіння за допомогою інертного газу                                      | Інертний газ (азот) нагрівається в печі, що дає змогу завантажувати розчинник вище за НКГВ. Можлива концентрація розчинника > 1 200 г/м <sup>3</sup> азоту.  | Не застосовується, коли сушарки необхідно регулярно відкривати <sup>(1)</sup> .                               |
| b.   | Індукційне сушіння/затвердіння   | Неавтономне термічне затвердіння або сушіння за допомогою електромагнітних індукторів, які генерують тепло всередині металевого виробу за допомогою коливального магнітного поля.  | Застосовується тільки до металевих основ <sup>(1)</sup> .   |
| c.   | Сушіння надвисокочастотним випромінюванням (НВЧ) та сушіння високочастотним випромінюванням (ВЧ) | Сушіння з використанням НВЧ або високочастотного випромінювання.   | Застосовується тільки до покриттів друкарських фарб на водній основі та до неметалевих основ <sup>(1)</sup> . |
| d.   | Затвердіння за допомогою випромінювання  | Затвердіння за допомогою випромінювання ґрунтується на смолах та реактивних розріджувачах (мономерах), які реагують на вплив випромінювання (інфрачервоного (ІЧ), ультрафіолетового (УФ)) або електронні пучки високої енергії (ЕП). | Застосовується тільки до певних покриттів та друкарських фарб <sup>(1)</sup> .                                |
| e.   | Комбіноване конвективне сушіння/сушіння інфрачервоним випромінюванням                            | Сушіння вологої поверхні за допомогою комбінації циркуляційного гарячого повітря (конвекція) та інфрачервоного випромінювача.  | Загально застосовується <sup>(1)</sup> .  |
| f.   | Конвективне сушіння/затвердіння в комбінації з регенерацією тепла                                | Тепло відхідних газів регенерується (див. НДТМ 19(e)) і використовується для підігрівання повітря, що надходить у конвективну сушарку/піч для затвердіння.   | Загально застосовується <sup>(1)</sup> .  |
| <sup>(1)</sup> Вибір технологій сушіння/затвердіння може бути обмежений типом і формою основи, вимогами до якості продукту та необхідністю забезпечення взаємної сумісності використовуваних матеріалів, технологій нанесення покриттів, сушіння/затвердіння та систем очищення відхідних газів. |  |  |   |

## 18.1.1.8 Очищення

НДТМ 9. Для зменшення викидів ЛОС від процесів очищення НДТМ полягають у використанні очищувальних засобів на основі розчинника та у використанні комбінації технологій, наведених нижче.

| Технологія |  | Опис  | Застосовність  |
|------------|--|---|--|
| a.         | Захист зон та обладнання розпилення                      | Зони та обладнання для нанесення (наприклад, стіни камери фарбування розпиленням та роботи), сприйнятливі до надмірного розпилення та крапель тощо, покриті тканинним чохлам або одноразовими плівками, де плівки не піддається розриванню або зношенню.  | Вибір технологій очищення може бути обмежений типом процесу, основою або обладнанням, що підлягає очищенню, і типом забруднення. |
| b.         | Видалення твердих частинок перед повним очищенням        | Тверді частинки видаляються в (сухому) концентрованому вигляді, як правило, вручну за допомогою невеликої кількості очисного розчинника або без нього. Це зменшує кількість матеріалу, що видаляється розчинником та/або водою на наступних етапах очищення, й отже, кількість використовуваного розчинника та/або води.  |  |
| c.         | Ручне очищення попередньо просоченими серветками         | Серветки, попередньо просочені очищувальними засобами, використовуються для ручного очищення. Очищувальні засоби можуть бути на основі розчинників, низьколеткими розчинниками або без вмісту розчинників.  |  |
| d.         | Використання низьколетких очищувальних засобів           | Застосування низьколетких розчинників як очищувальних засобів для ручного та автоматичного очищення, що мають високу очисну здатність.  |  |
| e.         | Очищення на основі води                                  | Мийні засоби на водній основі або розчинники, що змішуються з водою, як-от спирти або гліколи, використовуються для очищення.   |  |
| f.         | Закриті мийні машини                                     | Автоматичне періодичне очищення/знежирення деталей друкарських машин/машин у закритих мийних машинах. Це можна зробити за допомогою таких речовин: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) органічні розчинники (з витяжкою повітря з подальшим зниженням викидів ЛОС та/або відновленням використаних розчинників) (див НДТМ 15); або</li> <li>b) розчинники без вмісту ЛОС; або</li> <li>c) лужні очищувальні засоби (із зовнішнім або внутрішнім очищенням відпрацьованих вод).</li> </ul> |  |
| g.         | Продування з відновленням розчинника                     | Збирання, зберігання та, якщо це можливо, повторне використання розчинників, що використовуються для очищення фарборозпилювачів/аплікаторів та ліній між змінами кольору.   |  |
| h.         | Очищення за допомогою розпилення води під високим тиском | Системи розпилення води під високим тиском та системи з бікарбонатом натрію або аналогічні системи використовуються для автоматичного періодичного очищення деталей друкарських машин/машин.  |  |
| i.         | Ультразвукове очищення                                   | Очищення в рідині за допомогою височастотних вібрацій для ослаблення налипання забруднень.  |  |
| j.         | Очищення сухим льодом (CO <sub>2</sub> )                 | Очищення деталей машин та металевих або пластмасових основ шляхом дробоструминної обробки крихтою або снігом CO <sub>2</sub> .  |  |
| k.         | Дробоструминне очищення пластмаси                        | Накопичені надлишки фарби видаляються з затискачів панелей і транспортувальних пристроїв для кузовів за допомогою дробоструминної обробки пластмасовими частинками.   |  |

### 18.1.1.9 Моніторинг

#### 18.1.1.9.1 Баланс маси розчинника

НДТМ 10. НДТМ полягають у моніторингу загальних та неорганізованих викидів ЛОС шляхом складання принаймні один раз на рік балансу маси розчинника вхідного та вихідного потоків розчинника на заводі, як визначено в Частині 7(2) Додатка VII до Директиви 2010/75/ЄС, і мінімізації невизначеності даних щодо балансу маси розчинника шляхом використання всіх технологій, наведених нижче.

| Технологія |  | Опис   |
|------------|--|--|
| a.         | Повна ідентифікація та кількісна оцінка відповідних вхідних та вихідних потоків розчинника, включно з відповідною невизначеністю | Сюди входить: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ідентифікація та документування вхідних та вихідних потоків розчинника (наприклад, викиди у відпрацьованих газах, викиди з кожного джерела неорганізованих викидів, вихідний потік розчинника у відходах);</li> <li>• обґрунтована кількісна оцінка кожного відповідного вхідного та вихідного потоку розчинника та запис використовуваної методології (наприклад, вимірювання, розрахунок із використанням коефіцієнтів викидів, оцінка на основі експлуатаційних параметрів);</li> <li>• виявлення основних джерел невизначеності вищезгаданої кількісної оцінки та впровадження коригувальних дій щодо зниження невизначеності;</li> <li>• регулярне оновлення даних про вхідні та вихідні потоки розчинника.</li> </ul> |
| b.         | Впровадження системи моніторингу розчинника  | Система відстеження розчинника призначена для контролю як використаної, так і невикористаної кількості розчинника (наприклад, шляхом зважування невикористаної кількості, поверненої в зону зберігання із зони застосування).  |
| c.         | Моніторинг змін, які можуть вплинути на невизначеність даних балансу маси розчинника   | Будь-яка зміна, яка може вплинути на невизначеність даних про баланс розчинника, реєструється, наприклад: <ul style="list-style-type: none"> <li>• несправності системи очищення відхідних газів: реєструються дата і тривалість;</li> <li>• зміни, які можуть вплинути на швидкість потоків повітря/газу, наприклад, заміна вентиляторів, приводних шківів, моторів; реєструється дата та тип зміни.</li> </ul>   |

#### Застосовність

Рівень деталізації балансу маси розчинника буде пропорційний характеру, масштабу та складності установки та діапазону можливих впливів на довкілля, а також типу та кількості використовуваних матеріалів.

### 18.1.1.9.2 Викиди у відпрацьованих газах

НДТМ 11. НДТМ полягають у моніторингу викидів у відпрацьованому газі принаймні з частотою, зазначеною нижче, та відповідно до стандартів EN. Якщо стандарти EN недоступні, НДТМ мають застосовувати ISO, національні або інші міжнародні стандарти, що забезпечують надання даних еквівалентної наукової якості.

| Речовина / Параметр | Сектори/Джерела  |  | Стандарт(и)                          | Мінімальна частота моніторингу             | Моніторинг, пов'язаний з |
|---------------------|--|--|--------------------------------------|--|--------------------------|
| Пил                 | Нанесення покриття на транспортні засоби – нанесення покриття розпиленням  |  | EN 13284-1                           | Один раз кожного року <sup>(1)</sup>       | НДТМ 18                  |
|                     | Нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні – Нанесення шляхом розпилення                                  |  |                                      |  |                          |
|                     | Нанесення покриття на повітряне судно – Підготування (наприклад, шліфування, дробоструминна обробка) та нанесення покриття |  |                                      |  |                          |
|                     | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці – Нанесення шляхом розпилення   |  |                                      |  |                          |
|                     | Нанесення покриття на деревні поверхні – Підготування та нанесення покриття  |  |                                      |  |                          |
| ЗЛОВ                | Усі сектори  | Будь-яка димова труба з навантаженням ЗЛОВ < 10 кг С/год | EN 12619                             | Один раз кожного року <sup>(1)(2)(3)</sup> | НДТМ 14.<br>НДТМ 15      |
|                     |  | Будь-яка димова труба з навантаженням ЗЛОВ ≥ 10 кг С/год | Групові стандарти EN <sup>(4)</sup>  | Безперервний                               |                          |
| DMF                 | Нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір <sup>(5)</sup>   |  | Стандарт EN відсутній <sup>(6)</sup> | Один раз кожні три місяці <sup>(1)</sup>   | НДТМ 15                  |
| NO <sub>x</sub>     | Термічне очищення відхідних газів  |  | EN 14792                             | Один раз кожного року <sup>(7)</sup>       | НДТМ 17                  |
| CO                  | Термічне очищення відхідних газів  |  | EN 15058                             | Один раз кожного року <sup>(7)</sup>       | НДТМ 17                  |

(1) Наскільки це можливо, вимірювання здійснюються на найвищому очікуваному рівні викидів за нормальних умов експлуатації.

(2) У випадку навантаження ЗЛОВ менше ніж 0,1 кг/год або у випадку стабільного навантаження ЗЛОВ менше ніж 0,3 кг С/год, періодичність моніторингу може бути зменшена до одного разу на 3 роки, або вимірювання може бути замінено розрахунком за умови, що він забезпечує надання даних еквівалентної наукової якості.

(3) Для термічного очищення відхідних газів постійно вимірюється температура в камері згорання. Це поєднується із системою сигналізації для температур, що виходять за межі оптимізованого температурного інтервалу.

(4) Груповими стандартами EN для безперервних вимірювань є EN15267-1, EN15267-2, EN15267-3 та EN 14181.

(5) Моніторинг застосовується лише в тому випадку, якщо в процесах використовується DMF.

(6) За відсутності стандарту EN вимірювання передбачає DMF, що міститься в конденсованій фазі.

(7) У випадку димової труби з навантаженням ЗЛОВ менше ніж 0,1 кг С/год періодичність моніторингу може бути знижена до одного разу на 3 роки.

## 18.1.1.9.3 Викиди у воду

НДТМ 12. НДТМ полягають у моніторингу викидів у воду щонайменше з частотою, зазначеною нижче, та відповідно до стандартів EN. Якщо стандарти EN недоступні, НДТМ мають застосовувати ISO, національні або інші міжнародні стандарти, що забезпечують надання даних еквівалентної наукової якості.

| Речовина / Параметр      | Сектор   | Стандарт(и)   | Мінімальна частота моніторингу            | Моніторинг, пов'язаний з |
|--------------------------|--|---|---|--------------------------|
| TSS <sup>(1)</sup>       | Нанесення покриття на транспортні засоби                                 | EN 872  | Один раз кожного місяця <sup>(2)(3)</sup> | НДТМ 21                  |
|                          | Нанесення покриття на рулонний метал                                     |   |   |                          |
|                          | Нанесення покриття та друку на металевій упаковці (тільки для банок DWI) |   |   |                          |
| ХСК <sup>(4)(1)</sup>    | Нанесення покриття на транспортні засоби                                 | Стандарт EN відсутній   |   |                          |
|                          | Нанесення покриття на рулонний метал                                     |   |   |                          |
|                          | Нанесення покриття та друку на металевій упаковці (тільки для банок DWI) |   |   |                          |
| ЗОВ <sup>(4)(1)</sup>    | Нанесення покриття на транспортні засоби                                 | EN 1484   |   |                          |
|                          | Нанесення покриття на рулонний метал                                     |   |   |                          |
|                          | Нанесення покриття та друку на металевій упаковці (тільки для банок DWI) |   |   |                          |
| Cr(VI) <sup>(5)(6)</sup> | Нанесення покриття на повітряні судна                                    | EN ISO 10304-3 або<br>EN ISO 23913  |   |                          |
|                          | Нанесення покриття на рулонний метал                                     |   |   |                          |
| Cr <sup>(7)(6)</sup>     | Нанесення покриття на повітряні судна                                    | Доступні різні стандарти EN (наприклад, EN ISO 11885, EN ISO 17294-2, EN ISO 15586) |   |                          |
|                          | Нанесення покриття на рулонний метал                                     |   |   |                          |
| Ni <sup>(6)</sup>        | Нанесення покриття на транспортні засоби                                 |   |   |                          |
|                          | Нанесення покриття на рулонний метал                                     |   |   |                          |
| Zn <sup>(6)</sup>        | Нанесення покриття на транспортні засоби                                 |   |   |                          |
|                          | Нанесення покриття на рулонний метал                                     |   |   |                          |
| АОХ <sup>(6)</sup>       | Нанесення покриття на транспортні засоби                                 |   | EN ISO 9562                               |                          |
|                          | Нанесення покриття на рулонний метал                                     |   |   |                          |
|                          | Нанесення покриття та друку на металевій упаковці (тільки для банок DWI) |   |   |                          |
| F- <sup>(6)(8)</sup>     | Нанесення покриття на транспортні засоби                                 |   | EN ISO 10304-1                            |                          |
|                          | Нанесення покриття на рулонний метал                                     |   |   |                          |
|                          | Нанесення покриття та друку на металевій упаковці (тільки для банок DWI) |   |   |                          |

- (<sup>1</sup>) Моніторинг застосовується тільки в разі прямого скидання в приймальне водоймище.
- (<sup>2</sup>) Періодичність моніторингу може бути знижена до одного разу на 3 місяці, якщо доведено, що рівні викидів є достатньо стабільними.
- (<sup>3</sup>) У випадку пакетного скидання, що відбувається рідше за мінімальну періодичність моніторингу, моніторинг здійснюється один раз за скидання однієї партії.
- (<sup>4</sup>) Моніторинг ЗОВ та моніторинг ХСК є альтернативними варіантами. Моніторинг ЗОВ є кращим варіантом, оскільки він не ґрунтується на використанні дуже токсичних сполук.
- (<sup>5</sup>) Моніторинг Cr(VI) застосовуються лише в тому випадку, якщо в процесах використовуються сполуки хрому(VI).
- (<sup>6</sup>) У випадку непрямого скидання в приймальне водоймище, періодичність моніторингу може бути зменшена, якщо установка з очищення відпрацьованих вод, яку розташовано на наступному етапі, спроектована та обладнана належним чином для боротьби з викидами відповідних забруднювальних речовин.
- (<sup>7</sup>) Моніторинг St застосовуються лише в тому випадку, якщо в процесах використовуються сполуки хрому.
- (<sup>8</sup>) Моніторинг F<sup>-</sup> застосовуються лише в тому випадку, якщо в процесах використовуються сполуки фтору.

#### 18.1.1.10 Викиди під час УЕВН (умов експлуатації, відмінних від нормальних)

НДТМ 13. Для зменшення частоти виникнення УЕВН та зменшення викидів під час УЕВН НДТМ полягають у використанні обох технологій, наведених нижче.

| Технологія |  | Опис   |
|------------|--|--|
| a.         | Визначення критично важливого обладнання         | Обладнання, критично важливе для захисту довкілля (критично важливе обладнання), ідентифікується на основі оцінки ризиків. У принципі, це стосується всього обладнання та систем, що працюють із ЛОС (наприклад, системи очищення відхідних газів, системи виявлення витоків).   |
| b.         | Перевірка, технічне обслуговування та моніторинг | Структурована програма для забезпечення максимальної доступності та продуктивності критично важливого обладнання, що передбачає стандартні робочі процедури, профілактичне обслуговування, регулярне та позапланове обслуговування. Здійснюється моніторинг періодів, тривалості, причини та, якщо це можливо, викидів під час їхнього виникнення за умов експлуатації, відмінних від нормальних (УЕВН). |

## 18.1.1.11 Викиди у відпрацьованих газах

## 18.1.1.11.1 Викиди ЛОС

НДТМ 14. Для зменшення викидів ЛОС із зон виробництва та зберігання НДТМ полягають у використанні технології (а) та відповідної комбінації інших технологій, наведених нижче.

| Технологія |  | Опис  | Застосовність  |
|------------|--|---|--|
| a.         | Вибір, проектування та оптимізація системи   | <p>Система для відхідних газів вибирається, проектується та оптимізується з урахуванням таких параметрів, як:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- кількість витяжного повітря;</li> <li>- тип та концентрація розчинника у витяжному повітрі;</li> <li>- тип системи очищення (спеціалізована/централізована);</li> <li>- охорона праці та техніка безпеки;</li> <li>- енергоефективність.</li> </ul> <p>Можна розглянути такий порядок пріоритетності для вибору системи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• розділення відхідних газів із високою та низькою концентрацією ЛОС;</li> <li>• технології гомогенізації та підвищення концентрації ЛОС (див. НДТМ 16 (b) та (c));</li> <li>• технології відновлення розчинників у відхідних газах (див. НДТМ 15);</li> <li>• Технології зниження викидів ЛОС із регенерацією тепла (див. НДТМ 15);</li> <li>• Технології зниження викидів ЛОС без регенерації тепла (див. НДТМ 15).</li> </ul> | Загальнозастосовна.  |
| b.         | Витяжка повітря якомога ближче до місця нанесення матеріалів, що містять ЛОС                         | Витяжка повітря якомога ближче до місця нанесення з повним або частковим закриттям зон нанесення розчинника (наприклад, пристроїв для нанесення покриттів, машини для нанесення, камери для фарбування розпиленням). Витяжне повітря може оброблятися в системі очищення відхідних газів.   | Може не бути застосовною, якщо закриття ускладнює доступ до обладнання під час роботи. Застосовність може обмежуватися формою та розміром зони, що закривається. |
| c.         | Витяжка повітря якомога ближче до місця приготування фарб/покриттів/клейких речовин/друкарських фарб | Витяжка повітря якомога ближче до місця приготування фарб/покриттів/клейких речовин/друкарських фарб (наприклад, зони змішування). Витяжне повітря може оброблятися в системі очищення відхідних газів.   | Застосовується тільки там, де здійснюється приготування фарб/покриттів/клейких речовин/друкарських фарб.   |
| d.         | Витяжка повітря з операцій сушіння/затвердіння   | Печі для затвердіння/сушарки обладнані витяжною системою. Витяжне повітря може оброблятися в системі очищення відхідних газів.  | Застосовується тільки до процесів сушіння/затвердіння.   |



| Технологія |   | Опис   | Застосовність   |
|------------|---|--|---|
| e.         | Мінімізація неорганізованих викидів та втрат тепла з печей/сушарок або шляхом герметизації входу та виходу печей для затвердіння/сушарок, або шляхом застосування під час сушіння тиску нижче атмосферного. | Вхід та вихід печей для затвердіння/сушарок герметизуються для мінімізації неорганізованих викидів ЛОС та втрат тепла. Герметизація може бути забезпечена за допомогою повітряних струменів або повітряних ножів, дверей, пластмасових або металевих завіс, ракелів тощо. Як альтернатива, печі/сушарки підтримуються під тиском нижче атмосферного. | Застосовується лише в разі використання печей для затвердіння/сушарок.  |
| f.         | Витяжка повітря із зони охолодження   | Коли охолодження основи відбувається після сушіння/затвердіння, повітря з зони охолодження витягується та може бути очищене в системі очищення відпрацьованих газів.   | Застосовується тільки коли охолодження основи відбувається після сушіння/затвердіння.   |
| g.         | Витяжка повітря із зон зберігання сировини, розчинників та відходів, що містять розчинники  | Повітря зі складів сировини та/або індивідуальних контейнерів для сировини, розчинників та відходів, що містять розчинники, витягується й може оброблятися системою очищення відхідних газів.  | Технологія може бути незастосовною для закритих контейнерів або для зберігання сировини, розчинників і відходів із вмістом розчинника з низьким тиском пари та низькою токсичністю. |
| h.         | Витяжка повітря із зон очищення   | Повітря із зон, де деталі машин та обладнання очищаються органічними розчинниками вручну або автоматично, відводиться й може оброблятися системою очищення відхідних газів.  | Застосовується тільки до зон, де деталі машин та обладнання очищаються органічними розчинниками.  |

**НДТМ 15.** Для зменшення викидів ЛОС та підвищення ефективності використання ресурсів НДТМ полягають у використанні однієї або комбінації технологій, наведених нижче.

| Технологія  |  | Опис   | Застосовність  |
|---|--|--|--|
| <b>I. Вловлювання та відновлення розчинників у відхідних газах</b>                |  |  |  |
| a.  | Конденсація  | Технологія видалення органічних сполук шляхом зниження температури нижче точки роси, щоб пари зріджувалися. Залежно від необхідного діапазону робочих температур використовуються різні охолоджувачі, наприклад, охолоджувальна вода, охолоджена вода (температура зазвичай близько 5 °C), аміак або пропан.   | Застосовність може бути обмежена, якщо потреба в енергії для відновлення є надмірною через низький рівень вмісту ЛОС.                          |
| b.  | Адсорбція з використанням активованого вугілля або цеолітів  | ЛОС адсорбується на поверхні активованого вугілля, цеолітів або паперу з вуглецевого волокна. Адсорбат згодом десорбується, наприклад, з парою (часто на об'єкті) для повторного використання або утилізації, а адсорбент використовується повторно. Для безперервної роботи зазвичай більш як два адсорбери працюють паралельно, один із них – у режимі десорбції. Адсорбція також широко застосовується як етап концентрації для підвищення ефективності подальшого окиснення. | Застосовність може бути обмежена, якщо потреба в енергії для відновлення є надмірною через низький рівень вмісту ЛОС.                          |
| c.  | Абсорбція за допомогою відповідної рідини  | Використання відповідної рідини для видалення забруднювальних речовин із відхідного газу шляхом абсорбції, зокрема розчинних сполук та твердих речовин (пилу). Відновлення розчинника можливе, наприклад, за допомогою дистилювання або термічної десорбції. (Для отримання інформації про видалення пилу див. у НДТМ 18.)   | Загальнозастосовна.  |
| <b>II. Термічна обробка розчинників у відхідних газах із регенерацією енергії</b> |  |  |  |
| d.  | Спрямування відпрацьованих газів на спалювальну установку  | Частина або всі відхідні гази спрямовуються у вигляді повітря для згорання й додаткового палива на спалювальну установку (у тому числі ТЕЦ (комбіноване утворення тепла та електроенергії)), що використовується для виробництва пари та/або електроенергії.   | Не застосовується до відхідних газів, що містять речовини, зазначені в Статті 59(5) ДПВ. Застосовність може бути обмежена з міркувань безпеки. |
| e.  | Рекуперативне термічне окиснення   | Термічне окиснення з використанням тепла відпрацьованих газів, наприклад, для підігріву відхідних газів, що надходять.   | Загальнозастосовна.  |
| f.  | Регенеративний термічний окисник із кількома шарами або з безклапанним обертовим повітророзподільником | Окисник із кількома шарами (трьома або п'ятьма), заповненими керамічним наповнювачем. Шари є теплообмінниками, які по черзі нагріваються димовими відпрацьованими газами від окиснення, потім потік повертається, щоб нагріти повітря, що надходить до окисника. Потік змінюється на регулярній основі. У безклапанному обертовому розподільнику повітря керамічне середовище утримується в одній обертовій ємності, розділеній на кілька клинів.                                | Загальнозастосовна.  |
| g.  | Каталітичне окиснення  | Окиснення ЛОС за допомогою каталізатора для зниження температури окиснення та зменшення споживання палива. Відпрацьоване тепло можна регенерувати за допомогою рекуперативних або регенеративних типів теплообмінників. Вищі температури окиснення (500–750 °C) використовуються для очищення відпрацьованих газів від виробництва обмоткового дроту.  | Застосування може бути обмежене наявністю каталітичних отрут.  |

| Технологія  |                                     | Опис   | Застосовність  |
|---|-------------------------------------|--|--|
| <b>III. Обробка розчинників у відхідних газах без відновлення розчинника та регенерації енергії</b> |                                     |  |  |
| h.  | Біологічне очищення відхідних газів | Відхідні гази очищають від пилу і спрямовують у реактор із субстратом біофільтра. Біофільтр складається із шару органічного матеріалу (як-от торф, верес, компост, коріння, кора дерева, хвойна деревина та різні комбінації) або будь-якого інертного матеріалу (наприклад, глини, активованого вугілля та поліуретану), де потік відхідних газів піддається біологічному окисненню природними мікроорганізмами до вуглекислого газу, води, неорганічних солей та біомаси. Біофільтр чутливий до пилу, високих температур або значних змін у відхідних газах, наприклад, температури на вході та концентрації ЛОС. Може знадобитися додаткове підживлення поживними речовинами. | Застосовується тільки для обробки розчинників, що піддаються біологічному розкладанню. |
| i.  | Термічне окиснення                  | Окиснення ЛОС шляхом нагрівання відхідних газів повітрям або киснем до температури, що перевищує точку їхнього samozаймання, у камері згорання та підтримання високої температури протягом достатнього часу для завершення згорання ЛОС до вуглекислого газу та води.  | Загальнозастосовна.  |

Рівні викидів, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ) наведені в Таблицях 18.11, 18.15, 18.17, 18.19, 18.21, 18.24, 18.27, 18.30, 18.32 та 18.35 цих висновків щодо НДТМ.

**НДТМ 16.** Для зменшення споживання енергії системи зниження викидів ЛОС НДТМ полягають у використанні однієї або комбінації технологій, наведених нижче.

| Технологія |  | Опис  | Застосовність   |
|------------|--|---|---|
| a.         | Підтримання концентрації ЛОС, що спрямовуються в систему очищення відхідних газів, за допомогою вентиляторів із частотно-регульованим приводом | Використання вентилятора з частотно-регульованим приводом із централізованими системами очищення відхідних газів для регулювання повітряного потоку відповідно до вихлопних газів від обладнання, що може працювати.  | Застосовується тільки до централізованих систем термічного очищення відхідних газів у процесах періодичної дії, як-от друк.                 |
| b.         | Внутрішня концентрація розчинників у відхідних газах   | Відхідні гази рециркулюють у процесі (всередині) у печах для затвердіння/сушарках та/або в камерах для фарбування розпиленням, тому концентрація ЛОС у відхідних газах збільшується, а ефективність системи очищення відхідних газів зростає.   | Застосовність може бути обмежена факторами охорони праці та техніки безпеки, як-от НКГВ, та вимогами до якості або специфікаціями продукту. |
| c.         | Зовнішня концентрація розчинників у відхідних газах через адсорбцію  | Концентрація розчинника у відхідних газах збільшується через безперервний циркуляційний потік технологічного повітря камери фарбування розпиленням, можливо, у поєднанні з відхідними газами печі затвердіння/сушарки, через адсорбційне обладнання. До цього обладнання може належати:<br>- адсорбер із нерухомим шаром з активованим вугіллям або цеолітом;<br>- адсорбер із псевдозрідженим шаром з активованим вугіллям;<br>- роторний адсорбер з активованим вугіллям або цеолітом;<br>- молекулярне сито. | Застосовність може бути обмежена, якщо потреба в енергії є надмірною через низький рівень вмісту ЛОС.                                       |

|    |   |   |                     |
|----|---|---|---------------------|
| d. | Технологія повітророзподільної камери для зменшення обсягу відпрацьованого газу | Відхідні гази з печей затвердіння/сушарок спрямовуються у велику камеру (повітророзподільну) і частково рециркулюються як вхідне повітря в печі затвердіння/сушарки. Надлишкове повітря з повітророзподільної камери спрямовується в систему очищення відхідних газів. Цей цикл збільшує вміст ЛОС у повітрі печей затвердіння/сушарок та зменшує обсяг відпрацьованого газу. | Загальнозастосовна. |
|----|---|---|---------------------|

#### 18.1.1.11.2 Викиди NO<sub>x</sub> та CO

НДТМ 17. Для зменшення викидів NO<sub>x</sub> у відпрацьованих газах та одночасного обмеження викидів CO від термічної обробки розчинників у відхідних газах НДТМ полягають у використанні технології (а) або обох технологій, наведених нижче.

| Технологія |  | Опис  | Застосовність   |
|------------|--|---|---|
| a.         | Оптимізація умов термічної обробки (конструкція та експлуатація) | Хороша конструкція камер згорання, пальників та супутнього обладнання/пристроїв поєднується з оптимізацією умов спалювання (наприклад, шляхом контролю параметрів спалювання, як-от температура та час перебування) з використанням або без використання автоматичних систем та з регулярним плановим технічним обслуговуванням системи спалювання відповідно до рекомендацій постачальників. | Застосовність конструкції може бути обмежена для наявних заводів.                                   |
| b.         | Використання пальників із низьким рівнем виходу NO <sub>x</sub>  | Пікова температура полум'я в камері згорання знижується, затримуючи, але завершуючи згорання та збільшуючи теплопередачу (збільшення випромінювальної здатності полум'я). Це поєднується зі збільшеним часом перебування для досягнення необхідного знищення ЛОС.   | Застосовність може бути обмежена на наявних заводах через проектні та/або експлуатаційні обмеження. |

Таблиця 18.1: Рівні викидів NO<sub>x</sub> у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), та орієнтовний рівень викидів CO у відпрацьованих газах від термічного очищення відхідних газів

| Параметр        | Одиниця вимірювання | BAT-AEL <sup>(1)</sup><br>(середньодобове значення або середнє значення за період відбору проб) | Орієнтовний рівень викидів <sup>(1)</sup><br>(середньодобове значення або середнє значення за період відбору проб) |
|-----------------|---------------------|---|--|
| NO <sub>x</sub> | мг/Нм <sup>3</sup>  | 20–130 <sup>(2)</sup>   | Орієнтовний рівень відсутній   |
| CO              |                     | BAT-AEL відсутній   | 20–150   |

<sup>(1)</sup> BAT-AEL та орієнтовний рівень не застосовуються, коли відхідні гази спрямовуються на спалювальну установку.  
<sup>(2)</sup> BAT-AEL може бути незастосовним, якщо у відхідному газі присутні сполуки, що містять азот (наприклад, DMF або NMP (*N*-метилпіролідон)).

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 11.

## 18.1.1.11.3 Викиди пилу

НДТМ 18. Для зменшення викидів пилу у відпрацьованих газах від підготування поверхні основи, різання, нанесення покриття та оздоблення для секторів та процесів, перелічених у Таблиці 18.2, НДТМ полягає у використанні однієї або комбінації технологій, наведених нижче.

| Технологія |   | Опис  |
|------------|---|---|
| a.         | Камера для фарбування розпиленням із мокрим відділенням (омивана імпульсна панель)          | Водяна завіса, що каскадом спадає вертикально вниз на задній панелі камери фарбування розпиленням, вловлює частинки фарби від надлишку розпилення. Суміш води та фарби збирається в резервуарі, а вода рециркулюється.  |
| b.         | Мокре скруберне очищення  | Частинки фарби та інший пил у відхідних газах відокремлюються в системах скруберів шляхом інтенсивного змішування відхідних газів із водою. (для видалення ЛОС див. НДТМ 15(с).)  |
| c.         | Сухе відділення надлишку розпилення за допомогою матеріалу з попередньо нанесеним покриттям | Процес сухого відділення надлишку розпилення фарби із використанням мембранних фільтрів у поєднанні з вапняком як матеріалом для попереднього покриття для запобігання забруднення мембран.   |
| d.         | Сухе відділення надлишку розпилення за допомогою фільтрів                                   | Система механічного відділення, наприклад, за допомогою картону, тканини або спеченого матеріалу.   |
| e.         | Електростатичний фільтр   | В електростатичних фільтрах частинки заряджаються та відокремлюються під дією електричного поля. У сухому електростатичному фільтрі (ЕСФ) зібраний матеріал видаляється механічно (наприклад, струшуванням, вібрацією, стисненим повітрям). У мокрому ЕСФ він промивається відповідною рідиною, зазвичай розділювальним засобом на водній основі. |

Таблиця 18.2: Рівні викидів пилу у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-AEL)

| Параметр | Сектор  | Процес   | Одиниця вимірювання | ВАТ-AEL (середньодобове значення або середнє значення за період відбору проб) |
|----------|---|--|---------------------|---|
| Пил      | Нанесення покриття на транспортні засоби                    | Нанесення покриття шляхом розпилення   | мг/Нм <sup>3</sup>  | < 1–3   |
|          | Нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні | Нанесення покриття шляхом розпилення   |                     |   |
|          | Нанесення покриття на повітряні судна                       | Підготування (наприклад, шліфування, дробоструминна обробка), нанесення покриття |                     |   |
|          | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці            | Нанесення розпиленням  |                     |   |
|          | Нанесення покриття на деревні поверхні                      | Підготування, нанесення покриття   |                     |   |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 11.

## 18.1.1.12 Енергоефективність

НДТМ 19. Для ефективного використання енергії НДТМ полягають у використанні технологій (а) та (б) та відповідної комбінації технологій (с) - (h), наведених нижче.

| Технологія                              |  | Опис  | Застосовність   |
|---|--|---|---|
| <b>Технології менеджменту</b>           |  |   |   |
| a.                                      | План з енергоефективності  | План з енергоефективності є частиною СЕМ (див. НДТМ 1) та передбачає визначення та розрахунок питомого споживання енергії для діяльності, встановлення основних показників ефективності на щорічній основі (наприклад, МВт-год/тонну продукції) та планування цілей періодичного вдосконалення та пов'язаної з цим діяльності. План адаптований до особливостей заводу з погляду процесів, що здійснюються, матеріалів, продуктів тощо.   | Обсяг та характер плану енергоефективності та реєстрація балансу енергії, як правило, будуть пов'язані з характером, масштабом та складністю установки та типами  |
| b.                                      | Реєстрація балансу енергії   | Складання один раз на рік запису реєстрації балансу енергії, що забезпечує розбивку споживання та генерації енергії (в тому числі експорт енергії) за типом джерела (наприклад, електроенергія, викопне паливо, відновлювана енергія, імпортоване тепло та/або охолодження). Сюди входить: <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) визначення енергетичних границь діяльності з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників;</li> <li>(ii) інформація про споживання енергії з погляду поставленої енергії;</li> <li>(iii) інформація про енергію, що експортується із заводу;</li> <li>(iv) інформація про потоки енергії (наприклад, діаграми Сенкі або енергетичні баланси), що показує, як енергія використовується протягом усього процесу.</li> </ul> Реєстрація балансу енергії адаптована до особливостей заводу з погляду процесу(-ів), що здійснюються, матеріалів тощо. | використовуваних джерел енергії. Може бути незастосовним, якщо діяльність із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників здійснюється в межах більшої установки, за умови, що план з енергоефективності та реєстрація балансу енергії більшої установки достатньою мірою охоплюють діяльність із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників. |
| <b>Технології, пов'язані з процесом</b> |  |   |   |
| c.                                      | Теплова ізоляція резервуарів та чанів, що містять охолоджені або нагріті рідини, а також спалювальних та парових систем  | Це може бути досягнуто, наприклад, шляхом: <ul style="list-style-type: none"> <li>• використання резервуарів із подвійними стінками;</li> <li>• використання попередньо ізольованих резервуарів;</li> <li>• застосування ізолювання обладнання для спалювання, парових труб та труб з охолодженими або нагрітими рідинами.</li> </ul>   | Загальнозастосовна.   |
| d.                                      | Регенерація тепла шляхом когенерації – СНР (комбіноване утворення тепла та електроенергії) або ССНР (комбіноване охолодження, утворення тепла та електроенергії) | Регенерація тепла (переважно з парової системи) для утворення гарячої води/пари для використання в промислових процесах/діяльності. ССНР (також іменоване тригенерацією) є системою когенерації з абсорбційним охолоджувачем, що використовує низькопотенційне тепло, для утворення охолодженої води.   | Застосовність може бути обмежена схемою заводу, характеристиками потоків гарячого газу (наприклад, швидкість потоку, температура) або недостатністю відповідної потреби в теплі.  |
| e.                                      | Регенерація тепла з потоків гарячого газу  | Регенерація енергії з потоків гарячого газу (наприклад, із сушарок або зон охолодження), наприклад, шляхом їхньої рециркуляції як технологічного повітря за допомогою теплообмінників у процесах або за їхніми межами.  |   |
| f.                                      | Регулювання потоку технологічного повітря та відхідних газів   | Регулювання потоку технологічного повітря та відхідних газів залежно від потреби. Це передбачає зменшення вентиляції повітря під час роботи в холостому режимі або технічного обслуговування.   | Загальнозастосовна.   |
| g.                                      | Рециркуляція відхідних газів камери для фарбування розпиленням   | Вловлювання та рециркуляція відхідних газів із камери фарбування розпиленням у комбінації з ефективним відділенням надлишку розпилення фарби. Споживання енергії менше, ніж у випадку використання свіжого повітря.   | Застосовність може бути обмежена з міркувань охорони здоров'я та безпеки.   |

| Технологія |   | Опис  | Застосовність  |
|------------|---|---|--|
| h.         | Оптимізована циркуляція теплого повітря в камерах затвердіння для великого обсягу з використанням повітряного турбулізатора | Повітря вдувається в одну частину камери затвердіння й розподіляється за допомогою повітряного турбулізатора, який перетворює ламінарний повітряний потік на необхідний турбулентний потік. | Застосовується лише до секторів нанесення покриттів розпиленням. |

Таблиця 18.3: Рівні екологічної ефективності, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕРЛ) для питомого споживання енергії

| Сектор  | Тип продукції   | Одиниця вимірювання                               | ВАТ-АЕРЛ<br>(У середньому за рік) |
|---|---|---|-----------------------------------|
| Нанесення покриття на транспортні засоби  | Легкові автомобілі                                      | МВт-год/покритий транспортний засіб               | 0,5–1,3                           |
|   | Фургони   |   | 0,8–2                             |
|   | Кабіни вантажних автомобілів                            |   | 1–2                               |
|   | Вантажні автомобілі                                     |   | 0,3–0,5                           |
| Нанесення покриття на рулонний метал  | Рулонна сталь та/або алюміній                           | кВт-год/м <sup>2</sup> покритого рулонного металу | 0.2–2.5 <sup>(1)</sup>            |
| Нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір   | Покриття текстилю поліуретаном та/або полівінілхлоридом | кВт-год/м <sup>2</sup> покритої поверхні          | 1–5                               |
| Виробництво обмоткового дроту   | Дроти із середнім діаметром > 0,1 мм                    | кВт-год/кг покритого дроту                        | < 5                               |
| Нанесення покриття та друк на металевій упаковці  | Усі типи продукції                                      | кВт-год/м <sup>2</sup> покритої поверхні          | 0,3–1,5                           |
| Рулонний офсетний друк із температурним закріпленням  | Усі типи продукції                                      | Вт-год/м <sup>2</sup> друкованої поверхні         | 4–14                              |
| Флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк  | Усі типи продукції                                      | Вт-год/м <sup>2</sup> друкованої поверхні         | 50–350                            |
| Публікаційний ротогравюрний друк  | Усі типи продукції                                      | Вт-год/м <sup>2</sup> друкованої поверхні         | 10–30                             |
| <sup>(1)</sup> ВАТ-АЕРЛ може бути незастосовним, якщо нанесення покриття на рулонний метал є частиною більшої виробничої установки (наприклад, сталеливарного заводу) або для комбінованих ліній. |   |   |                                   |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 19 (b).

### 18.1.1.13 Використання води та утворення стічних вод

НДТМ 20. Для скорочення споживання води та утворення стічних вод у результаті процесів, пов'язаних із водою (наприклад, знежирення, очищення, обробка поверхні, мокре скруберне очищення) НДТМ полягають у використанні технології (а) та відповідної комбінації інших технологій, наведених нижче.

| Технологія |   | Опис   | Застосовність   |
|------------|---|--|---|
| a.         | План використання водних ресурсів та аудиту водних ресурсів | <p>План використання водних ресурсів та аудиту водних ресурсів є частиною СЕМ (див. НДТМ 1) та передбачають:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>технологічні схеми та баланс маси води заводу;</li> <li>встановлення цілей ефективності водокористування;</li> <li>впровадження технологій оптимізації використання води (наприклад, контроль використання води, рециркуляція води, виявлення та ремонт витоків).</li> </ul> <p>Аудити водних ресурсів здійснюються не рідше одного разу на рік.</p> | Обсяг та характер плану використання водних ресурсів та аудиту водних ресурсів, як правило, будуть пов'язані з характером, масштабом та складністю заводу. Може бути незастосовним, якщо діяльність із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників здійснюється в межах більшої установки, за умови, що план використання водних ресурсів та аудиту водних ресурсів більшої установки достатньою мірою охоплюють діяльність із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників. |
| b.         | Зворотне каскадне промивання                                | Багатоетапне промивання, у якому вода тече в протилежному напрямку до виробів/основи. Воно забезпечує високий рівень промивання з низьким рівнем споживання води.  | Застосовується, коли використовуються процеси промивання.   |
| c.         | Повторне використання та/або рециркуляція води              | Потоки води (наприклад, відпрацьована промивна вода, стоки мокрого скрубера) повторно використовуються та/або рециркулюються, за необхідності після очищення, з використанням таких технологій, як іонний обмін або фільтрування (див. НДТМ 21). Ступінь повторного використання та або/рециркуляції води обмежується водним балансом заводу, вмістом домішок та/або характеристиками водних потоків.  | Загальнозастосовна.   |

Таблиця 18.4: Рівні екологічної ефективності, пов'язані за НДТМ (ВАТ-АЕPL) для питомого споживання води

| Сектор   | Тип продукції                              | Одиниця вимірювання                         | ВАТ-АЕPL (У середньому за рік) |
|--|--|---|--------------------------------|
| Нанесення покриття на транспортні засоби   | Легкові автомобілі                         | м <sup>3</sup> /покритий транспортний засіб | 0,5–1,3                        |
|  | Фургони                                    |   | 1–2,5                          |
|  | Кабіни вантажних автомобілів               |   | 0,7–3                          |
|  | Вантажні автомобілі                        |   | 1–5                            |
| Нанесення покриття на рулонний метал   | Рулонна сталь та/або алюміній              | л/м <sup>2</sup> покритого рулонного металу | 0,2–1,3 (1)                    |
| Нанесення покриття та друк на металевій упаковці   | Збірні DWI банки з двох деталей для напоїв | л/1000 банок                                | 90–110                         |
| (1) ВАТ-АЕPL може бути незастосовним, якщо нанесення покриття на рулонний метал є частиною більшої виробничої установки (наприклад, сталеливарного заводу) або для комбінованих ліній. |  |   |                                |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 20 (а).



## 18.1.1.14 Викиди у воду

НДТМ 21. Для скорочення викидів у воду та/або полегшення повторного використання та рециркуляції води з процесів, пов'язаних із водою (наприклад, знежирення, очищення, обробка поверхні, мокре скруберне очищення) НДТМ полягають у використанні комбінації технологій, наведених нижче.

| Технології  |   | Опис   | Типові цільові забруднювальні речовини   |
|---|---|--|--|
| <b>Попередні, первинні та загальні технології</b> |   |  |  |
| a.  | Зрівнювання   | Балансування потоків та навантажень забруднювальних речовин за допомогою резервуарів або інших технологій управління.  | Усі забруднювальні речовини.   |
| b.  | Нейтралізація   | Регулювання рН стічних вод до нейтрального значення (приблизно 7).   | Кислоти, луги.   |
| c.  | Фізичне розділення з використанням, наприклад, решіток, сит, сепараторів піску, первинних відстійних резервуарів та магнітного розділення |  | Великі тверді частинки, завислі тверді частинки, металеві частинки.  |
| <b>Фізико-хімічна обробка</b>                     |   |  |  |
| d.  | Адсорбція   | Видалення розчинних речовин із відпрацьованих вод шляхом перенесення їх на поверхню твердих високопористих частинок (зазвичай активованого вугілля).   | Розчинені забруднювачі, що не піддаються біологічному розкладанню, або інгібіторні забруднювачі, що піддаються адсорбції, наприклад, АОХ.            |
| e.  | Вакуумне дистилювання   | Видалення забруднювальних речовин шляхом термічного очищення відпрацьованих вод під зниженим тиском.   | Розчинені забруднювачі, що не піддаються біологічному розкладанню, або інгібіторні забруднювачі, які можна дистилювати, наприклад, деякі розчинники. |
| f.  | Осадження   | Перетворення розчинених забруднювальних речовин на нерозчинні сполуки шляхом додавання осаджувальних речовин. Тверді осади, що утворилися, потім відокремлюють шляхом седиментації, флотації або фільтрування.   | Розчинені забруднювачі, що не піддаються біологічному розкладанню, або інгібіторні забруднювачі, що піддаються осажденню, наприклад, метали.         |
| g.  | Хімічне відновлення   | Хімічним відновленням є перетворення забруднювальних речовин за допомогою хімічних відновників у подібні, але менш небезпечні або шкідливі сполуки.  | Розчинені забруднювачі, що не піддаються біологічному розкладанню, або інгібіторні забруднювачі, наприклад, шестивалентний хром (Cr(VI)).            |
| h.  | Іонний обмін  | Утримування іонних забруднювальних речовин із відпрацьованих вод та заміна їх більш прийнятними іонами за допомогою іонообмінної смоли. Забруднювальні речовини тимчасово утримуються, а потім викидаються в рідину для регенерації або зворотного промивання. | Розчинені іонні забруднювачі, що не піддаються біологічному розкладанню, або інгібіторні забруднювачі, наприклад, метали.                            |
| i.  | Продувка  | Видалення забруднювальних речовин, що можна видувати з водної фази за допомогою газоподібної фази (наприклад, пари, азоту або повітря), яка проходить через рідину. Ефективність видалення можна підвищити шляхом підвищення температури або зниження тиску.   | Забруднювальні речовини, що можна видувати, наприклад, деякі адсорбовані органічні галогени (АОХ).   |
| <b>Біологічне очищення</b>                        |   |  |  |
| j.  | Біологічне очищення   | Використання мікроорганізмів для очищення відпрацьованих вод (наприклад, анаеробне очищення, аеробне очищення).  | Органічні сполуки, що піддаються біологічному розкладанню.   |

| <b>Остаточне видалення твердих частинок</b> |                        |   |  |
|---|------------------------|---|--|
| k   | Коагуляція та флотація | Коагуляція та флокуляція використовуються для відокремлення завислих твердих частинок від відпрацьованих вод і часто виконуються послідовно. Коагуляція здійснюється шляхом додавання коагулянтів із зарядами, протилежними зарядам завислих твердих частинок. Флокуляція є етапом м'якого змішування для того, щоб зіткнення частинок мікрофлоку змушувало їх зв'язуватися для утворення більших пластівчастих згустків. Цьому може сприяти додавання полімерів. | Завислі тверді частинки та зв'язані частинки металу. |
| l.  | Седиментація           | Відділення завислих частинок шляхом гравітаційного осадження.   |  |
| m.  | Фільтрування           | Відділення твердих частинок від відпрацьованих вод шляхом пропускання через пористе середовище, наприклад, піщане фільтрування, нано-, мікро- та ультрафільтрування.  |  |
| p.  | Флоатація              | Відділення твердих або рідких частинок від відпрацьованих вод шляхом прикріплення їх до дрібних бульбашок газу, зазвичай повітря. Плаваючі частинки накопичуються на поверхні води та збираються скімерами.   |  |

**Таблиця 18.5: Рівні викидів, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), унаслідок прямого скидання в приймальне водоймище**

| Речовина / Параметр                                      | Сектор   | BAT-AEL (1)                  |
|--|--|------------------------------|
| Загальна кількість завислих твердих частинок (TSS)       | Нанесення покриття на транспортні засоби   | 5–30 мг/л                    |
| Хімічне споживання кисню (ХСК) <sup>(2)</sup>            | Нанесення покриття на рулонний метал<br>Нанесення покриття та друку на металевій упаковці (тільки для банок DWI) | 30–150 мг/л                  |
| Адсорбовані органічні галогени (АОХ)                     |  | 0,1–0,4 мг/л                 |
| Фторид (F-) <sup>(3)</sup>                               |  | 2–25 мг/л                    |
| Нікель (виражений як Ni)                                 | Нанесення покриття на транспортні засоби   | 0,05–0,4 мг/л                |
| Цинк (виражений як Zn)                                   | Нанесення покриття на рулонний метал   | 0,05–0,6 мг/л <sup>(4)</sup> |
| Загальний хром (виражений як Cr) <sup>(5)</sup>          | Нанесення покриття на повітряні судна<br>Нанесення покриття на рулонний метал                                    | 0,01–0,15 мг/л               |
| Шестивалентний хром (виражений як Cr(VI)) <sup>(6)</sup> |  | 0,01–0,05 мг/л               |

<sup>(1)</sup> Період усереднення вказаний у загальних міркуваннях.  
<sup>(2)</sup> BAT-AEL для ХСК може бути замінений BAT-AEL для ЗОВ. Кореляція між ХСК та ЗОВ визначається в кожному конкретному випадку окремо. BAT-AEL для ЗОВ є кращим варіантом, оскільки моніторинг ЗОВ не залежить від використання дуже токсичних сполук.  
<sup>(3)</sup> BAT-AEL застосовуються лише в тому випадку, якщо в процесах використовуються сполуки фтору.  
<sup>(4)</sup> Верхнє значення діапазону BAT-AEL може становити 1 мг/л у випадку основ, що містять цинк, або основ, попередньо оброблених цинком.  
<sup>(5)</sup> BAT-AEL застосовуються лише в тому випадку, якщо в процесах використовуються сполуки хрому.  
<sup>(6)</sup> BAT-AEL застосовуються лише в тому випадку, якщо в процесах використовуються сполуки хрому(VI).

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 12.

Таблиця 18.6: Рівні викидів, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), унаслідок непрямого скидання в приймальне водоймище

| Речовина / Параметр                                      | Сектор   | ВАТ-АЕЛ (1)(2)               |
|--|--|------------------------------|
| Адсорбовані органічні галогени (АОХ)                     | Нанесення покриття на транспортні засоби   | 0,1–0,4 мг/л                 |
| Фторид (F-) <sup>(3)</sup>                               | Нанесення покриття на рулонний метал<br>Нанесення покриття та друку на металевій упаковці (тільки для банок DWI) | 2–25 мг/л                    |
| Нікель (виражений як Ni)                                 | Нанесення покриття на транспортні засоби   | 0,05–0,4 мг/л                |
| Цинк (виражений як Zn)                                   | Нанесення покриття на рулонний метал   | 0,05–0,6 мг/л <sup>(4)</sup> |
| Загальний хром (виражений як Cr) <sup>(5)</sup>          | Нанесення покриття на повітряні судна  | 0,01–0,15 мг/л               |
| Шестивалентний хром (виражений як Cr(VI)) <sup>(6)</sup> | Нанесення покриття на рулонний метал   | 0,01–0,05 мг/л               |

(<sup>1</sup>) ВАТ-АЕЛ можуть бути незастосовні, якщо установка з очищення відпрацьованих вод, яку розташовано на наступному етапі, спроектована та обладнана належним чином для боротьби з викидами відповідних забруднювальних речовин, за умови, що це не призведе до підвищення рівня забруднення довкілля.

(<sup>2</sup>) Період усереднення вказаний у загальних міркуваннях.

(<sup>3</sup>) ВАТ-АЕЛ застосовуються лише в тому випадку, якщо в процесах використовуються сполуки фтору.

(<sup>4</sup>) Верхнє значення діапазону ВАТ-АЕЛ може становити 1 мг/л у випадку основ, що містять цинк, або основ, попередньо оброблених цинком.

(<sup>5</sup>) ВАТ-АЕЛ застосовуються лише в тому випадку, якщо в процесах використовуються сполуки хрому.

(<sup>6</sup>) ВАТ-АЕЛ застосовуються лише в тому випадку, якщо в процесах використовуються сполуки хрому(VI).

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 12.

**18.1.1.15 Управління відходами**

**НДТМ 22.** Для зменшення кількості відходів, що спрямовуються на утилізацію НДТМ полягають у використанні технологій (а) та (б) та однієї або обох технологій (с) та (д), наведених нижче.

| Технологія |   | Опис  |
|------------|---|---|
| a.         | План управління відходами                   | План управління відходами є частиною СЕМ (див. НДТМ 1) і є комплексом заходів, спрямованих на 1) мінімізацію утворення відходів, 2) оптимізацію повторного використання, регенерації та/або переробки відходів та/або регенерацію енергії з відходів, а також 3) забезпечення належної утилізації відходів.   |
| b.         | Моніторинг кількостей викидів               | Щорічна реєстрація кількості відходів, що утворюються для кожного типу відходів. Вміст розчинника у відходах визначають періодично (не рідше одного разу на рік) шляхом аналізу або розрахунку.   |
| c.         | Відновлення/перероблення розчинників        | Технології можуть передбачати: <ul style="list-style-type: none"> <li>• відновлення/перероблення розчинників із рідких відходів шляхом фільтрування або дистилювання на об'єкті або за його межами;</li> <li>• відновлення/перероблення розчинника, що міститься в серветках, шляхом гравітаційного зливання, віджимання або центрифугування.</li> </ul>  |
| d.         | Технології для відповідних потоків відходів | Технології можуть передбачати: <ul style="list-style-type: none"> <li>• зменшення вмісту води у відходах, наприклад, за допомогою фільтрпреса для обробки осаду;</li> <li>• скорочення утворення осаду та відходів розчинників, наприклад, зменшення кількості циклів очищення (див. НДТМ 9);</li> <li>• використання багаторазових контейнерів, повторне використання контейнерів для інших цілей або переробка матеріалу контейнера;</li> <li>• спрямування відпрацьованого вапняку, отриманого в результаті сухого скрубного очищення, у піч для випалювання вапна або цементу.</li> </ul> |

**18.1.1.16 Виділення запахів**

**НДТМ 23.** Для запобігання або, якщо це неможливо, скорочення виділення запахів НДТМ полягають у створенні, впровадженні та регулярному перегляді плану боротьби з запахами як частини системи екологічного менеджменту (див. НДТМ 1), що передбачає всі наведені нижче елементи:

- протокол із зазначенням заходів та термінів;
- протокол реагування на виявлені інциденти, пов'язані із запахом, наприклад, скарги;
- програма запобігання та зменшення виділення запаху, призначена для виявлення джерела (джерел), надання характеристики вкладу джерел (джерел) та впровадження заходів щодо запобігання та/або зменшення виділення запаху.

**Застосовність**

Застосовність обмежується випадками, коли очікується та/або підтверджено вплив запаху на чутливі рецептори.

## 18.1.2 Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття на транспортні засоби

Висновки щодо НДТМ у цьому розділі застосовуються до нанесення покриття на транспортні засоби (легкові автомобілі, фургони, кабіни вантажних автомобілів, вантажні автомобілі та автобуси) та застосовуються на додаток до висновків щодо загальних НДТМ, наведених у Розділі 18.1.1.

### 18.1.2.1 Викиди ЛОС та споживання енергії та сировини

НДТМ 24. Для скорочення споживання розчинників, іншої сировини та енергії, а також скорочення викидів ЛОС НДТМ полягають у використанні однієї або комбінації систем нанесення покриття, наведених нижче.

| Система покриття |  | Опис   | Застосовність  |
|------------------|--|--|--|
| a.               | Змішане покриття (SB-mix)              | Система покриття, у якій один шар покриття (грунтовка або базове покриття) на водній основі.   | Застосовується тільки до нових заводів та капітально модернізованих заводів. |
| b.               | Покриття на водній основі (WB)         | Система покриття, у якій шари грунтовки та базового покриття на водній основі.   |  |
| c.               | Інтегрований процес нанесення покриття | Система покриття, яка поєднує в собі функції грунтовки та базового покриття й наноситься методом розпилення у два етапи.   |  |
| d.               | Процес Three-wet                       | Система покриття, у якій грунтовка, базовий шар та прозорий шар наносяться без проміжного сушіння. Грунтовка та базовий шар можуть бути на основі розчинника або на водній основі. |  |

Таблиця 18.7: Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття на транспортні засоби

| Параметр   | Тип транспортного засобу     | Одиниця вимірювання                                   | ВАТ-АЕЛ <sup>(1)</sup><br>(У середньому за рік) |               |
|--|------------------------------|---|---|---------------|
|  |                              |   | Новий завод                                     | Наявний завод |
| Загальні викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника   | Легкові автомобілі           | г ЛОС на м <sup>2</sup> площі поверхні <sup>(2)</sup> | 8–15  | 8–30          |
|  | Фургони                      |   | 10–20   | 10–40         |
|  | Кабіни вантажних автомобілів |   | 8–20  | 8–40          |
|  | Вантажні автомобілі          |   | 10–40   | 10–50         |
|  | Автобуси                     |   | < 100   | 90–150        |
| <p>(1) ВАТ-АЕЛ належать до викидів на всіх етапах процесу, що здійснюються на одній установці, від електрофоретичного покриття або будь-якого іншого виду процесу нанесення покриття до в тому числі остаточного нанесення воску та полірування верхнього покриття, а також розчинників, що використовуються для очищення виробничого обладнання як під час виробничого періоду, так і поза ним.</p> <p>(2) Площа поверхні визначається відповідно до Частини 3 Додатка VII до Директиви 2010/75/ЄС.</p> |                              |   |   |               |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

### 18.1.2.2 Кількість відходів, переданих за межі об'єкта

**Таблиця 18.8: Орієнтовні рівні питомої кількості відходів, що спрямовуються за межі об'єкта від нанесення покриття на транспортні засоби**

| Параметр                                      | Тип транспортного засобу     | Відповідні потоки відходів  | Одиниця вимірювання            | Орієнтовний рівень (Середньорічне значення) |
|---|------------------------------|---|--------------------------------|---|
| Кількість відходів, переданих за межі об'єкта | Легкові автомобілі           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Відходи фарби</li> <li>• Відходи пластизолів, герметиків та клейких речовин</li> <li>• Використані розчинники</li> <li>• Осад фарби</li> <li>• Інші відходи, пов'язані з фарбувальним цехом (наприклад, абсорбувальні матеріали та очисні матеріали, фільтри, парувальні матеріали, відпрацьоване активоване вугілля)</li> </ul> | кг/покритий транспортний засіб | 3–9 <sup>(1)</sup>                          |
|   | Фургони                      |   |                                | 4–17 <sup>(1)</sup>                         |
|   | Кабіни вантажних автомобілів |   |                                | 2–11 <sup>(1)</sup>                         |

<sup>(1)</sup> Верхнє значення діапазону вище, якщо використовується сухе скруберне очищення з вапняком.

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 22 (б).

### 18.1.3 Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні

Наведені нижче рівні викидів для нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні пов'язані з висновками щодо загальних НДТМ, описаними в Розділі 18.1.1. Наведені нижче рівні викидів можуть не застосовуватись, якщо на металеві та/або пластмасові компоненти автомобілів наноситься покриття на заводах для нанесення покриття на транспортні засоби, і ці викиди включаються в розрахунок викидів ЛОС для нанесення покриття на транспортні засоби (див. Розділ 18.1.2).

**Таблиця 18.9: Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні**

| Параметр   | Процес                                     | Одиниця вимірювання                       | ВАТ-АЕЛ (У середньому за рік) |
|--|--|---|-------------------------------|
| Загальні викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника | Нанесення покриття на металеві поверхні    | кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси | < 0,05–0,2                    |
|  | Нанесення покриття на пластмасові поверхні |   | < 0,05–0,3                    |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

Як альтернативу для ВАТ-АЕЛ у Таблиці 18.9, можна використовувати ВАТ-АЕЛ у Таблиці 18.10 та Таблиці 18.11.

**Таблиця 18.10: Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні**

| Параметр   | Одиниця вимірювання                         | ВАТ-АЕЛ (У середньому за рік) |
|--|---|-------------------------------|
| Неорганізовані викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника | Відсоток (%) від вхідного потоку розчинника | < 1–10                        |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

Таблиця 18.11: Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні

| Параметр   | Одиниця вимірювання  | ВАТ-АЕЛ<br>(середньодобове значення або середнє значення за період відбору проб) |
|--|----------------------|--|
| ЗЛОВ   | мг С/Нм <sup>3</sup> | 1–20 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>   |
| <sup>(1)</sup> Верхнє значення діапазону ВАТ-АЕЛ становить 35 мг С/Нм <sup>3</sup> , якщо використовуються технології, що дають змогу повторно використовувати/переробляти відновлений розчинник.<br><sup>(2)</sup> Для заводів, що використовують НДТМ 16 (с) у поєднанні з технологією очищення відхідних газів, до відпрацьованих газів концентратора застосовується додатковий ВАТ-АЕЛ менше ніж 50 мг С/Нм <sup>3</sup> . |                      |  |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 11.

#### 18.1.4 Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття на кораблі та яхти

Висновки щодо НДТМ у цьому розділі застосовуються до нанесення покриття на кораблі та яхти та застосовуються на додаток до висновків щодо загальних НДТМ, наведених у Розділі 18.1.1.

НДТМ 25. Для скорочення загальних викидів ЛОС та пилу в повітря, для скорочення викидів у воду та покращення загальної екологічної ефективності НДТМ полягають у використанні технологій (а) та (б) та комбінації технологій (с) та (і), наведених нижче.

| Технологія  |  | Опис  | Застосовність  |
|---|--|---|--|
| <b>Управління відходами та стічними водами</b>                              |  |   |  |
| a.  | Розділення потоків відходів та стічних вод | Доки та стапелі будуються з такими системами: <ul style="list-style-type: none"> <li>система ефективного збирання та переробки сухих відходів та їхнього зберігання окремо від вологих відходів;</li> <li>система відділення відпрацьованих вод від зливових та стічних вод.</li> </ul>                                 | Застосовується тільки до нових заводів та капітально модернізованих заводів.   |
| <b>Технології, пов'язані з процесами підготування та нанесення покриття</b> |  |   |  |
| b.  | Обмеження за несприятливих погодних умов   | Там, де зони обробки не повністю закриті, дробоструминна обробка та/або фарбування методом безповітряного розпилення не здійснюються, якщо спостерігаються або прогноуються несприятливі погодні умови.   | Загальнозастосовна.  |
| c.  | Часткове закриття зон обробки              | Дрібні сітки та/або водяні завіси використовуються навколо зон, де виконується дробоструминна обробка та/або нанесення покриттів методом безповітряного розпилення, для запобігання викидам пилу. Вони можуть бути постійними або тимчасовими.  | Застосовність може обмежуватися формою та розміром зони, що закривається. Водяні завіси не можуть застосовуватись у холодних кліматичних умовах. |
| d.  | Повне закриття зон обробки                 | Дробоструминну обробку та/або фарбування безповітряним розпиленням виконують у цехах, закритих майстернях, зонах, закритих тканиною, або в зонах, повністю закритих сітками для запобігання викиду пилу. Повітря із зон обробки витягується й може бути спрямоване на очищення відхідних газів; див. також НДТМ 14 (b). | Застосовність може обмежуватися формою та розміром зони, що закривається.  |
| e.  | Суха струминна обробка в закритій системі  | Суха струминна обробка сталевим дробом здійснюється в закритих дробоструминних системах, обладнаних всмоктувальною головкою та відцентровими колесами дробоструминної обробки.  | Загальнозастосовна.  |

| Технологія |   | Опис  | Застосовність   |
|------------|---|---|---|
| f.         | Волога струминна обробка  | Дробоструминна обробка здійснюється водою, що містить дрібнозернистий абразивний матеріал, такий як дрібна зола (наприклад, мідний шлак) або кремнезем.                                   | Не може застосовуватись у холодних кліматичних умовах та/або в закритих приміщеннях (вантажні цистерни, цистерни з подвійним дном) через утворення сильного туману.                     |
| g.         | Обробка струменем води (над)високого тиску або дробоструминна обробка (над)високого тиску ((Н)ВТ) | Струминна обробка (Н)ВТ - це технологія обробки поверхні, що не утворює пилу, з використанням води під дуже високим тиском. Також існують варіанти з абразивним матеріалом або без нього. | Може не бути застосовна в холодних кліматичних умовах або через особливості поверхні (наприклад, нові поверхні, точкова струминна обробка).   |
| h.         | Зняття покриттів шляхом індукційного нагрівання   | Головка індуктора переміщується поверхнею, спричиняючи локальне швидке нагрівання сталі для зняття старих покриттів.  | Може бути незастосовним до поверхонь товщиною менше ніж 5 мм та/або до поверхонь із компонентами, чутливими до індукційного нагрівання (наприклад, ізоляцією, займистими компонентами). |
| i.         | Система підводного очищення корпусу та гребного гвинта  | Система підводного очищення з використанням тиску води та обертових поліпропіленових щіток.   | Не застосовується для кораблів у повному сухому доці.   |

**Таблиця 18.12: Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття на кораблі та яхти**

| Параметр   | Одиниця вимірювання                       | ВАТ-АЕЛ<br>(У середньому за рік) |
|--|---|----------------------------------|
| Загальні викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника | кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси | < 0,375                          |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

### 18.1.5 Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття на повітряні судна

Висновки щодо НДТМ у цьому розділі застосовуються до нанесення покриття на повітряні судна та застосовуються на додаток до висновків щодо загальних НДТМ, наведених у Розділі 18.1.1.

**НДТМ 26:** Для скорочення загальних викидів ЛОС та покращення загальної екологічної ефективності нанесення покриття на повітряні судна НДТМ полягають у використанні технології (а) або обох технологій, наведених нижче.

| Технологія |             | Опис   | Застосовність  |
|------------|-------------|--|--|
| a.         | Закриття    | На деталі компонентів покриття наноситься в закритих камерах для фарбування розпиленням (див НДТМ 14 (b)). | Загальнозастосовна.  |
| b.         | Прямий друк | Використання пристрою для друку для прямого друку складних дизайнів на деталях повітряних суден.           | Застосовність може бути обмежена з технічних міркувань (наприклад, доступністю портального аплікатора, індивідуалізовані кольори). |



**Таблиця 18.13: Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття на повітряні судна**

| Параметр   | Одиниця вимірювання                       | ВАТ-АЕЛ<br>(У середньому за рік) |
|--|---|----------------------------------|
| Загальні викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника | кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси | 0,2–0,58                         |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

### 18.1.6 Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття на рулонний метал

Наведені нижче рівні викидів для нанесення покриття на рулонний метал пов'язані з висновками щодо загальних НДТМ, наведених у Розділі 18.1.1.

**Таблиця 18.14: Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття на рулонний метал**

| Параметр   | Одиниця вимірювання                         | ВАТ-АЕЛ<br>(У середньому за рік) |
|--|---|----------------------------------|
| Неорганізовані викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника | Відсоток (%) від вхідного потоку розчинника | < 1–3                            |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

**Таблиця 18.15: Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття на рулонний метал**

| Параметр  | Одиниця вимірювання  | ВАТ-АЕЛ<br>(середньодобове значення або середнє значення за період відбору проб) |
|---|----------------------|--|
| ЗЛОВ  | мг С/Нм <sup>3</sup> | 1–20 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>   |
| <sup>(1)</sup> Верхнє значення діапазону ВАТ-АЕЛ становить 50 мг С/Нм <sup>3</sup> , якщо використовуються технології, що дають змогу повторно використовувати/переробляти відновлений розчинник.                         |                      |  |
| <sup>(2)</sup> Для заводів, що використовують НДТМ 16 (с) у поєднанні з технологією очищення відхідних газів, до відпрацьованих газів концентратора застосовується додатковий ВАТ-АЕЛ менше ніж 50 мг С/Нм <sup>3</sup> . |                      |  |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 11.

### 18.1.7 Висновки щодо НДТМ для виробництва клейкої стрічки

Наведені нижче рівні викидів для виробництва клейкої стрічки пов'язані з висновками щодо загальних НДТМ, наведених у Розділі 18.1.1.

**Таблиця 18.16: Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від виробництва клейкої стрічки**

| Параметр  | Одиниця вимірювання                         | ВАТ-АЕЛ<br>(У середньому за рік) |
|---|---|----------------------------------|
| Загальні викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника  | Відсоток (%) від вхідного потоку розчинника | < 1–3 <sup>(1)</sup>             |
| <sup>(1)</sup> Цей ВАТ-АЕЛ може не застосовуватися до виробництва пластикових плівок, що використовуються для тимчасового захисту поверхні. |   |                                  |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

**Таблиця 18.17: Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від виробництва клейкої стрічки**

| Параметр  | Одиниця вимірювання  | ВАТ-АЕЛ<br>(середньодобове значення або<br>середнє значення за період<br>відбору проб) |
|---|----------------------|--|
| ЗЛОВ  | мг С/Нм <sup>3</sup> | 2–20 <sup>(1)</sup> ( <sup>2</sup> )   |
| <p>(1) Верхнє значення діапазону ВАТ-АЕЛ становить 50 мг С/Нм<sup>3</sup>, якщо використовуються технології, що дають змогу повторно використовувати/переробляти відновлений розчинник.</p> <p>(2) Для заводів, що використовують НДТМ 16 (с) у поєднанні з технологією очищення відхідних газів, до відпрацьованих газів концентратора застосовується додатковий ВАТ-АЕЛ менше ніж 50 мг С/Нм<sup>3</sup>.</p> |                      |  |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 11.

### 18.1.8 Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір

Наведені нижче рівні викидів для нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір пов'язані з висновками щодо загальних НДТМ, наведених у Розділі 18.1.1.

**Таблиця 18.18: Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір**

| Параметр   | Одиниця вимірювання                         | ВАТ-АЕЛ<br>(У середньому за рік) |
|--|---|----------------------------------|
| Неорганізовані викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника | Відсоток (%) від вхідного потоку розчинника | < 1–5                            |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

**Таблиця 18.19: Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір**

| Параметр  | Одиниця вимірювання  | ВАТ-АЕЛ<br>(середньодобове значення або<br>середнє значення за період відбору<br>проб) |
|---|----------------------|--|
| ЗЛОВ  | мг С/Нм <sup>3</sup> | 5–20 <sup>(1)</sup> ( <sup>2</sup> )   |
| <p>(1) Верхнє значення діапазону ВАТ-АЕЛ становить 50 мг С/Нм<sup>3</sup>, якщо використовуються технології, що дають змогу повторно використовувати/переробляти відновлений розчинник.</p> <p>(2) Для заводів, що використовують НДТМ 16 (с) у поєднанні з технологією очищення відхідних газів, до відпрацьованих газів концентратора застосовується додатковий ВАТ-АЕЛ менше ніж 50 мг С/Нм<sup>3</sup>.</p> |                      |  |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 11.

### 18.1.9 Висновки щодо НДТМ для виробництва обмоткового дроту

Висновки щодо НДТМ у цьому розділі застосовуються до виробництва обмоткового дроту та застосовуються на додаток до висновків щодо загальних НДТМ, наведених у Розділі 18.1.1.

**НДТМ 27.** Для скорочення загальних викидів ЛОС та споживання енергії НДТМ полягають у використанні технології (а) або комбінації технологій (b) - (d), наведених нижче.

| Технологія |   | Опис   | Застосовність  |
|------------|---|--|--|
| a.         | Інтегроване в процес окиснення ЛОС                  | Суміш повітря та розчинника, що утворюється в результаті випаровування розчинника під час процесу затвердіння емалі, що повторюється, обробляється в каталітичному окиснику (див. НДТМ 15 (g)), інтегрованому в сушарку/піч для затвердіння. Відпрацьоване тепло від каталітичного окисника використовується в процесі сушіння для нагрівання повітряного потоку, що циркулює, та/або як технологічне тепло для інших цілей на заводі. | Загальнозастосовна.  |
| b.         | Мастила без вмісту розчинника                       | Мастила, що не містять розчинників, наносяться так: <ul style="list-style-type: none"> <li>• дріт протягується через повсть, змочену мастилом; або</li> <li>• нитка, просочена мастилом, рухається разом із дротом, і твердий парафін плавиться через залишкове тепло дроту та теплоту тертя.</li> </ul>   | Застосовність може бути обмежена через вимоги до якості або специфікації продукту, наприклад, діаметр. |
| c.         | Самозмащувальні покриття                            | Етап обробки мастилом, що містить розчинник, можна уникнути шляхом використання системи покриття, яка також містить мастило (спеціальний віск).  | Застосовність може бути обмежена через вимоги до якості або специфікації продукту.                     |
| d.         | Емалеве покриття з високим вмістом твердих частинок | Використання емалевого покриття з вмістом твердих частинок до 45%. У випадку тонких дротів (діаметром меншим або що дорівнює 0,1 мм) вміст твердих частинок становить до 30%.  |  |

**Таблиця 18.20:** Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від виробництва обмоткового дроту

| Параметр   | Тип продукції   | Одиниця вимірювання         | ВАТ-АЕЛ (У середньому за рік) |
|--|---|-----------------------------|-------------------------------|
| Загальні викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника | Нанесення покриття на обмотковий дріт із середнім діаметром більше ніж 0,1 мм | г ЛОС на кг покритого дроту | 1–3,3                         |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

**Таблиця 18.21:** Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від виробництва обмоткового дроту

| Параметр | Одиниця вимірювання  | ВАТ-АЕЛ (середньодобове значення або середнє значення за період відбору проб) |
|----------|----------------------|---|
| ЗЛОВ     | мг С/Нм <sup>3</sup> | 5–40  |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 11.

**18.1.10 Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття та друку на металевій упаковці**

Наведені нижче рівні викидів для нанесення покриття та друку на металевій упаковці пов'язані з висновками щодо загальних НДТМ, наведених у Розділі 18.1.1.

**Таблиця 18.22: Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття та друку на металевій упаковці**

| Параметр   | Одиниця вимірювання                               | ВАТ-АЕЛ<br>(У середньому за рік) |
|--|---|----------------------------------|
| Загальні викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника | г ЛОС/м <sup>2</sup> покритої/друкованої поверхні | < 1–3,5                          |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

Як альтернативу для ВАТ-АЕЛ у Таблиці 18.22, можна використовувати ВАТ-АЕЛ у Таблиці 18.23 та Таблиці 18.24.

**Таблиця 18.23: Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття та друку на металевій упаковці**

| Параметр   | Одиниця вимірювання                         | ВАТ-АЕЛ<br>(У середньому за рік) |
|--|---|----------------------------------|
| Неорганізовані викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника | Відсоток (%) від вхідного потоку розчинника | < 1–12                           |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

**Таблиця 18.24: Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття та друку на металевій упаковці**

| Параметр | Одиниця вимірювання  | ВАТ-АЕЛ<br>(середньодобове значення або середнє значення за період відбору проб) |
|----------|----------------------|--|
| ЗЛОВ     | мг С/Нм <sup>3</sup> | 1–20 <sup>(1)</sup>  |

<sup>(1)</sup> Для заводів, що використовують НДТМ 16 (с) у поєднанні з технологією очищення відхідних газів, до відпрацьованих газів концентратора застосовується додатковий ВАТ-АЕЛ менше ніж 50 мг С/Нм<sup>3</sup>.

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 11.

### 18.1.11 Висновки щодо НДТМ для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням

Висновки щодо НДТМ у цьому розділі застосовуються до рулонного офсетного друку з температурним закріпленням і застосовуються на додаток до висновків щодо загальних НДТМ, наведених у Розділі 18.1.1.

**НДТМ 28.** Для зменшення викидів ЛОС НДТМ полягають у використанні комбінації технологій, наведених нижче.

| Технологія   |  | Опис  | Застосовність   |
|--|--|---|---|
| <b>Технології на основі матеріалів та пов'язані з друком</b> |  |   |   |
| a.   | Використання добавок із низьким вмістом ІПС або без ІПС у зволожувальних розчинах                                    | Скорочення або відмова від використання ізопропанолу (ІПС) як змочувального засобу у зволожувальних розчинах шляхом заміщення сумішами інших органічних сполук, які не є леткими або мають низьку леткість.   | Застосовність може бути обмежена технічними вимогами та вимогами до якості продукції або специфікаціями.      |
| b.   | Офсетний друк без зволоження   | Модифікація процесів друку та додрукарської підготовки, що дає змогу використовувати друкарські форми для офсетного друку зі спеціальним покриттям, що виключає необхідність зволоження.  | Може бути незастосовним для великих великосерійного друку через необхідність частішої зміни друкарських форм. |
| <b>Технології очищення</b>                                   |  |   |   |
| c.   | Використання розчинників, які не містять ЛОС, або розчинників із низькою леткістю для автоматичного очищення полотна | Використання нелетких або низьколетких органічних сполук як очищувальні засоби для автоматичного очищення полотна.  | Загальнозастосовна.   |
| <b>Технології очищення відхідних газів</b>                   |  |   |   |
| d.   | Сушарка для рулонного офсетного друку, інтегрована з очищенням відхідних газів.                                      | Сушарка для рулонного офсетного друку з вбудованою установкою очищення відхідних газів, що дає можливість змішувати повітря, що надходить у сушарку, з частиною відпрацьованих газів, що повертаються із системи термічного очищення відхідних газів.   | Застосовується до нових заводів та капітально модернізованих заводів.   |
| e.   | Витяжка та очищення повітря з друкарського цеху або ізолювання друкарської машини                                    | Спрямування витяжного повітря з друкарського цеху або ізолювальної конструкції друкарської машини в сушарку. У результаті частина розчинників, що випаровуються в друкарському цеху або ізолювальної конструкції друкарської машини, піддається термічному очищенню (див. НДТМ 15) після сушарки. | Загальнозастосовна.   |

**Таблиця 18.25:** Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від рулонного офсетного друку з температурним закріпленням

| Параметр  | Одиниця вимірювання                            | ВАТ-АЕЛ<br>(У середньому за рік) |
|---|--|----------------------------------|
| Загальні викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника                            | кг ЛОС на кг вхідного потоку друкарської фарби | < 0,01–0,04 <sup>(1)</sup>       |
| (1) Верхнє значення діапазону ВАТ-АЕЛ пов'язане з виробництвом високоякісної продукції. |  |                                  |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

Як альтернативу для ВАТ-АЕЛ у Таблиці 18.25, можна використовувати ВАТ-АЕЛ у Таблиці 18.26 та Таблиці 18.27.

**Таблиця 18.26: Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від рулонного офсетного друку з температурним закріпленням**

| Параметр   | Одиниця вимірювання                         | ВАТ-АЕЛ<br>(У середньому за рік) |
|--|---|----------------------------------|
| Неорганізовані викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника | Відсоток (%) від вхідного потоку розчинника | < 1–10 (1)                       |

(1) Верхнє значення діапазону ВАТ-АЕЛ пов'язане з виробництвом високоякісної продукції.

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

**Таблиця 18.27: Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від рулонного офсетного друку з температурним закріпленням**

| Параметр | Одиниця вимірювання  | ВАТ-АЕЛ<br>(середньодобове значення або середнє значення за період відбору проб) |
|----------|----------------------|--|
| ЗЛОВ     | мг С/Нм <sup>3</sup> | 1–15   |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 11.

### 18.1.12 Висновки щодо НДТМ для флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку

Наведені нижче рівні викидів для флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку пов'язані з висновками щодо загальних НДТМ, наведених у Розділі 18.1.1.

**Таблиця 18.28: Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку**

| Параметр   | Одиниця вимірювання                       | ВАТ-АЕЛ<br>(У середньому за рік) |
|--|---|----------------------------------|
| Загальні викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника | кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси | < 0,1–0,3                        |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

Як альтернативу для ВАТ-АЕЛ у Таблиці 18.28, можна використовувати ВАТ-АЕЛ у Таблиці 18.29 та Таблиці 18.30.

**Таблиця 18.29: Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку**

| Параметр   | Одиниця вимірювання                         | ВАТ-АЕЛ<br>(У середньому за рік) |
|--|---|----------------------------------|
| Неорганізовані викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника | Відсоток (%) від вхідного потоку розчинника | < 1–12                           |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

**Таблиця 18.30: Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від флексографічного друку та непублікаційного ротографічного друку**

| Параметр   | Одиниця вимірювання  | ВАТ-АЕЛ<br>(середньодобове значення або середнє значення за період відбору проб) |
|--|----------------------|--|
| ЗЛОВ   | мг С/Нм <sup>3</sup> | 1–20 (1)(2)  |
| (1) Верхнє значення діапазону ВАТ-АЕЛ становить 50 мг С/Нм <sup>3</sup> , якщо використовуються технології, що дають змогу повторно використовувати/переробляти відновлений розчинник.<br>(2) Для заводів, що використовують НДТМ 16 (с) у поєднанні з технологією очищення відхідних газів, до відпрацьованих газів концентратора застосовується додатковий ВАТ-АЕЛ менше ніж 50 мг С/Нм <sup>3</sup> . |                      |  |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 11.

### 18.1.13 Висновки щодо НДТМ для публікаційного ротографічного друку

Висновки щодо НДТМ у цьому розділі застосовуються до публікаційного ротографічного друку та застосовуються на додаток до висновків щодо загальних НДТМ, наведених у Розділі 18.1.1.

**НДТМ 29.** Для скорочення викидів ЛОС від публікаційного ротографічного друку НДТМ полягають у використанні системи відновлення толуолу на основі адсорбції та однієї або обох технологій, наведених нижче.

| Технологія |   | Опис   |
|------------|---|--|
| a.         | Використання затримувальних фарб  | Затримувальна фарба сповільнює утворення висушеної поверхні плівки, що дає можливість толуолу випаровуватися протягом більш тривалого часу і, отже, більшій кількості толуолу виділятися в сушарці та відновлюватися за допомогою системи відновлення толуолу. |
| b.         | Автоматичні системи очищення, підключені до системи відновлення толуолу | Автоматизоване очищення циліндру з відведенням повітря в систему відновлення толуолу.  |

**Таблиця 18.31: Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від публікаційного ротографічного друку**

| Параметр   | Одиниця вимірювання                         | ВАТ-АЕЛ<br>(У середньому за рік) |
|--|---|----------------------------------|
| Неорганізовані викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника | Відсоток (%) від вхідного потоку розчинника | < 2,5                            |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

**Таблиця 18.32: Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від публікаційного ротографічного друку**

| Параметр | Одиниця вимірювання  | ВАТ-АЕЛ<br>(середнє значення за добу або середнє значення за період відбору проб) |
|----------|----------------------|---|
| ЗЛОВ     | мг С/Нм <sup>3</sup> | 10–20   |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 11.

### 18.1.14 Висновки щодо НДТМ для нанесення покриття на деревні поверхні

Наведені нижче рівні викидів для нанесення покриття на деревні поверхні пов'язані з висновками щодо загальних НДТМ, наведених у Розділі 18.1.1.

**Таблиця 18.33: Рівні загальних викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття на деревні поверхні**

| Параметр   | Основи, на які наноситься покриття | Одиниця вимірювання                       | ВАТ-АЕЛ<br>(У середньому за рік) |
|--|------------------------------------|---|----------------------------------|
| Загальні викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника | Пласкі основи                      | кг ЛОС на кг вхідного потоку твердої маси | < 0,1                            |
|  | Усі основи, крім пласких           |   | < 0,25                           |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

Як альтернативу для ВАТ-АЕЛ у Таблиці 18.33, можна використовувати ВАТ-АЕЛ у Таблиці 18.34 та Таблиці 18.35.

**Таблиця 18.34: Рівні неорганізованих викидів ЛОС, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття на деревні поверхні**

| Параметр   | Одиниця вимірювання                         | ВАТ-АЕЛ<br>(У середньому за рік) |
|--|---|----------------------------------|
| Неорганізовані викиди ЛОС, розраховані за балансом маси розчинника | Відсоток (%) від вхідного потоку розчинника | < 10                             |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 10.

**Таблиця 18.35: Рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від нанесення покриття на деревні поверхні**

| Параметр  | Одиниця вимірювання  | ВАТ-АЕЛ<br>(середнє значення за добу або середнє значення за період відбору проб) |
|---|----------------------|---|
| ЗЛОВ  | мг С/Нм <sup>3</sup> | 5–20 <sup>(1)</sup>   |
| <sup>(1)</sup> Для заводів, що використовують НДТМ 16 (с) у поєднанні з технологією очищення відхідних газів, до відпрацьованих газів концентратора застосовується додатковий ВАТ-АЕЛ менше ніж 50 мг С/Нм <sup>3</sup> . |                      |   |

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 11.



## 18.2 ВИСНОВКИ ЩОДО НДТМ ДЛЯ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВНИХ ПРОДУКТІВ

### 18.2.1 Системи екологічного менеджменту

**НДТМ 30.** Для покращення загальної екологічної ефективності НДТМ полягають у розробці та впровадженні системи екологічного менеджменту (СЕМ), яка включає всі функції з (і) по (xx) НДТМ 1, а також такі специфічні функції:

- i. Стежити за останніми розробками щодо біоцидних продуктів та пов'язаного з ними законодавства (наприклад, дозвіл на продукти відповідно до Регламенту про біоцидні продукти) з метою використання найбільш екологічно безпечних процесів.
- ii. Включення балансу маси розчинника для обробки на основі розчинника та креозоту (див. НДТМ 33(с)).
- iii. Ідентифікація та перелік усього технічного обладнання та обладнання для боротьби з викидами, важливого з екологічної точки зору (несправність якого може мати вплив на довкілля) (див. НДТМ 46(с)). Перелік критично важливого обладнання постійно оновлюється.
- iv. Включення планів щодо запобігання та контролю витоків та розливів, у тому числі керівні принципи управління відходами, що утворюються у результаті контролю розливів (див. НДТМ 46).
- v. Реєстрація випадкових витоків та розливів, а також плани вдосконалення (контрзаходи).

#### Примітка

Регламент (ЄС) №1221/2009 встановлює схему екологічного менеджменту та аудиту Європейського Союзу (EMAS), яка є прикладом СЕМ, що відповідає цим НДТМ.

#### Застосовність

Рівень деталізації та ступінь формалізації СЕМ будуть пов'язані з характером, масштабом та складністю установки, а також діапазоном впливу на довкілля, який вона може мати.

### 18.2.2 Заміщення небезпечних/шкідливих речовин

**НДТМ 31.** Для запобігання або скорочення викидів ПАВ та/або розчинників, НДТМ полягають у використанні консервантів на водній основі.

#### Опис

Консерванти на основі розчинників або креозот замінюють на консерванти на водній основі. Вода діє як носій біоцидів.

#### Застосовність

Застосовність може бути обмежена через вимоги до якості або специфікації продукту.

**НДТМ 32.** Для зниження ризику для довкілля, пов'язаного з використанням хімічних речовин для обробки, НДТМ полягають у заміні хімічних речовин для обробки, що зараз використовуються, менш шкідливими з регулярною (наприклад, раз на рік) перевіркою, спрямованої на виявлення потенційно доступних нових та більш безпечних альтернатив.

#### Застосовність

Заміщення може бути обмежене через вимоги до якості або специфікації продукту.

### 18.2.3 Ефективність використання ресурсів

НДТМ 33. Для підвищення ефективності використання ресурсів та зменшення впливу на довкілля та ризиків, пов'язаних із використанням хімічних речовин для обробки, НДТМ полягають у скороченні їхнього споживання шляхом використання всіх технологій, наведених нижче.

| Технологія |  | Опис   | Застосовність   |
|------------|--|--|---|
| a.         | Використання ефективної системи нанесення консерванту  | Системи нанесення, у яких деревина занурюється в консервувальний розчин, ефективніші, ніж, наприклад, системи розпилення. Ефективність нанесення вакуумних процесів (закрита система) близька до 100%. Під час вибору системи нанесення враховуються клас використання та необхідний рівень проникнення.   | Застосовується тільки до нових заводів та капітально модернізованих заводів.  |
| b.         | Контроль та оптимізація споживання хімічних речовин для обробки для конкретного кінцевого застосування | Контроль та оптимізація споживання хімічних речовин для обробки шляхом:<br>а) зважування деревини/деревних продуктів до та після просочування; або<br>б) визначення кількості консервувального розчину під час та після просочування.<br>Споживання хімічних речовин для обробки відповідає рекомендаціям постачальників та не призводить до перевищення вимог до утримування (наприклад, встановлених у стандартах якості продукції). | Загальнозастосовна.   |
| c.         | Баланс маси розчинника   | Збирання статистичних даних, принаймні один раз на рік, про вхідний та вихідний потоки розчинника на заводі, як визначено в Частині 7(2) Додатка VII до Директиви 2010/75/ЄС.  | Застосовується тільки до заводів, що використовують хімічні речовини для обробки на основі розчинників або креозот. |
| d.         | Вимірювання та регулювання вологості деревини перед обробкою   | Вологість деревини вимірюється перед обробкою (наприклад, шляхом вимірювання електричного опору або шляхом зважування) та за необхідності регулюється (наприклад, шляхом подальшого витримування деревини), щоб оптимізувати процес просочування та забезпечити необхідну якість продукту.   | Застосовується тільки в тому випадку, якщо потрібна деревина з певним вмістом вологи.                               |

### 18.2.4 Доставка, зберігання та поводження з хімічними речовинами для обробки

НДТМ 34. Для скорочення викидів від доставки, зберігання та поводження з хімічними речовинами для обробки НДТМ полягають у використанні технології (а) або (b) та всіх технологій з (c) по (f), наведених нижче.

| Технологія |   | Опис  |
|------------|---|---|
| a.         | Зворотне вентилювання   | Також називається регулюванням пари. Пари розчинників або креозоту, що витісняються з приймального резервуара під час заповнення, збираються та повертаються в резервуар або вантажівку, якою рідину було доставлено.   |
| b.         | Вловлювання витісненого повітря   | Пари розчинників або креозоту, що витісняються з приймального резервуара під час заповнення, збираються та спрямовуються на очисну установку, наприклад, фільтр з активованим вугіллям або установку термічного окиснення.  |
| c.         | Технології скорочення втрат на випаровування через нагрівання хімічних речовин, що зберігаються | Коли вплив сонячного світла може призвести до випаровування розчинників і креозоту, що зберігаються в наземних резервуарах для зберігання, резервуари накривають дахом або покривають світлою фарбою для зменшення нагрівання розчинників і креозоту, що зберігаються.  |
| d.         | Захист з'єднань для подання   | З'єднання для подання до резервуарів для зберігання, розташованих у межах обвалування/зони утримування, захищені та перекриті, коли вони не використовуються.   |
| e.         | Технології запобігання переливам під час перекачування  | Вони передбачають забезпечення того, що: <ul style="list-style-type: none"> <li>• контроль роботи насосів;</li> <li>• для великих кількостей наливні резервуари для зберігання оснащені акустичними та/або оптичними сигналізаторами аварійно високого рівня, за необхідності із системами перекривання.</li> </ul> |
| f.         | Закриті контейнери для зберігання   | Використання закритих контейнерів для зберігання хімічних речовин для обробки.  |

### 18.2.5 Підготовка/кондиціонування деревини

НДТМ 35. Для зменшення споживання хімічних речовин для обробки та споживання енергії, а також для скорочення викидів хімічних речовин для обробки НДТМ полягають в оптимізації завантаження деревини в ємність та уникненні затримування хімічних речовин для обробки шляхом використання комбінації технологій, наведених нижче.

| Технологія |  | Опис  | Застосовність  |
|------------|--|---|--|
| a.         | Розділення деревини в пакетах за допомогою підкладок                     | Підкладки розміщуються в пакеті через рівні інтервали для полегшення потоку хімічних речовин для обробки через пакет, а також для сприяння зливанню після обробки.    | Загальнозастосовна.  |
| b.         | Нахил пакетів деревини в традиційних горизонтальних ємностях для обробки | Пакети деревини нахилені у ємності для обробки для полегшення потоку хімічних речовин для обробки та стікання після обробки.  | Загальнозастосовна.  |
| c.         | Використання нахильних ємностей для обробки під тиском                   | Уся ємність для обробки нахилється після обробки, щоб надлишок хімічних речовин для обробки легко стікав і міг бути вилучений із дна ємності.                         | Застосовується тільки до нових заводів та капітально модернізованих заводів. |
| d.         | Оптимізоване розміщення фігурних дерев'яних деталей                      | Фігурні дерев'яні деталі розміщуються так, щоб запобігти затримуванню хімічних речовин для обробки.   | Загальнозастосовна.  |
| e.         | Закріплення пакетів деревини   | Пакети деревини закріплюються всередині ємності для обробки для обмеження руху деревних деталей, що може змінити структуру пакета та знизити ефективність просочення. | Загальнозастосовна.  |
| f.         | Максимізація завантаження деревини                                       | Завантаження деревини у ємність для обробки максимізується для забезпечення найкращого співвідношення між деревиною для обробки та хімічними речовинами для обробки.  | Загальнозастосовна.  |

### 18.2.6 Процес нанесення консерванту

НДТМ 36. Для запобігання випадковому витоку та викидам хімічних речовин для обробки з процесів без тиску НДТМ полягають у використанні однієї з технологій, наведених нижче.

| Технологія |  |
|------------|--|
| a.         | Ємності для обробки з подвійними стінками з автоматичними пристроями для виявлення витоків   |
| b.         | Одностінні ємності для обробки з достатньо великою та стійкою до консерванту для деревини системою утримування, загороджувальним пристроєм та автоматичним пристроєм для виявлення витоків |

НДТМ 37. Для скорочення викидів аерозольних частинок під час захисту деревини та деревних продуктів за допомогою хімічних речовин для обробки на водній основі НДТМ полягають у тому, щоб закрити процеси розпилення, вловлювати надлишки розпилення та повторно використовувати їх для приготування розчину для захисту деревини.

**НДТМ 38.** Для запобігання або скорочення викидів хімічних речовин для обробки з процесів під тиском (автоклави) НДТМ полягають у використанні всіх технологій, наведених нижче.

| Технологія |   | Опис   |
|------------|---|--|
| a.         | Засоби контролю процесу, що запобігають роботі ємності для обробки, якщо двері не зачинені та герметизовані                                     | Двері ємності для обробки зачиняються та герметизуються після завантаження ємності та до початку здійснення обробки. Передбачені засоби контролю процесу, що запобігають роботі ємності для обробки, якщо двері не зачинені та герметизовані.  |
| b.         | Засоби контролю процесу, що запобігають відкриттю ємності для обробки, коли вона перебуває під тиском та/або наповнена консервувальним розчином | Засоби контролю показують тиск та присутність рідини у ємності для обробки. Вони запобігають відчиненню дверей ємності для обробки, поки вона досі під тиском та/або наповнена.  |
| c.         | Фіксатор для дверей ємності для обробки   | Двері ємності для обробки обладнані фіксатором для запобігання витоку рідини в разі необхідності відчинення дверей ємності для обробки в надзвичайній ситуації (наприклад, у разі порушення ущільнення дверей). Фіксатор дає змогу частково відкрити двері, щоб скинути тиск, водночас утримуючи рідини.   |
| d.         | Використання та технічне обслуговування запобіжних клапанів   | Ємності для обробки обладнані запобіжними клапанами для захисту ємностей від надмірного тиску. Скидання через клапан спрямовується в резервуар достатньої місткості. Запобіжні клапани регулярно перевіряються (наприклад, раз на 6 місяців) на наявність ознак корозії, забруднення або неправильного встановлення, а також очищаються та/або ремонтуються за необхідності.   |
| e.         | Контроль викидів у повітря з вихлопу вакуумного насоса  | Повітря, що витягується з ємностей для обробки (тобто, на виході з вакуумного насоса), очищується (наприклад, у сепараторі для розділення пари та рідини).   |
| f.         | Скорочення викидів у повітря під час відкриття ємності для обробки  | Достатній час для стікання та конденсації допускається між періодом скидання тиску та відкриттям ємності для обробки.  |
| g.         | Створення кінцевого вакууму для видалення надлишку хімічних речовин для обробки з поверхні обробленої деревини                                  | Для уникнення стікання крапель у ємності для обробки застосовується кінцевий вакуум перед відкриттям для видалення надлишків хімічних речовин для обробки з поверхні обробленої деревини. Створення кінцевого вакууму може бути не потрібно, якщо видалення надлишку хімічних речовин для обробки з поверхні обробленої деревини забезпечується створенням належного початкового вакууму (наприклад, менше ніж 50 мбарів). |

**НДТМ 39.** Для зменшення споживання енергії в процесах під тиском (автоклави) НДТМ полягають у використанні керування за допомогою насосу.

#### Опис

Після досягнення необхідного робочого тиску система обробки перемикається на насос зі зниженою потужністю та споживанням енергії.

#### Застосовність

Застосовність може бути обмежена у випадку процесів із коливанням тиску.

### 18.2.7 Кондиціонування після обробки та тимчасове зберігання

НДТМ 40. Для запобігання забруднення ґрунту або підземних вод від тимчасового зберігання свіжообробленої деревини НДТМ полягають у забезпеченні достатнього часу стікання після обробки для видалення обробленої деревини з ізолюваної/обвалованої зони тільки після того, як вона буде вважатися сухою.

#### Опис

Щоб дозволити надлишкам хімічних речовин для обробки стікати назад у ємність для обробки, оброблену деревину/пакети деревини тримають в ізолюваній/обвалованій зоні (наприклад, над ємністю для обробки або над краплевловлювачем) протягом достатнього часу після обробки та перед переміщенням у зону сушіння після обробки. Потім перед тим, як покинути зону сушіння після обробки, оброблена деревина/пакети деревини, наприклад, підіймаються за допомогою механічних засобів і підвищуються мінімум на 5 хвилин. Якщо не відбувається стікання крапель розчину для обробки, деревина вважається сухою.

### 18.2.8 Управління відходами

НДТМ 41. Для зменшення кількості відходів, що спрямовуються на утилізацію, особливо шкідливих відходів, НДТМ полягають у використанні технологій (а) та (b) та однієї або обох технологій (c) та (d), наведених нижче.

| Технологія |   | Опис  |
|------------|---|---|
| a.         | Видалення сміття перед обробкою                     | Сміття (наприклад, тирса, тріска) видаляється з поверхні деревини/деревного продукту перед обробкою.  |
| b.         | Відновлення та повторне використання восків та олій | Коли воски та олії використовуються для просочення, надлишки воску та олій із процесу просочення відновлюються та використовуються повторно.  |
| c.         | Безтарне постачання хімічних речовин для обробки    | Постачання хімічних речовин у резервуарах для зменшення кількості упаковки.   |
| d.         | Використання багаторазових контейнерів              | Багаторазові контейнери, що використовуються для хімічних речовин для обробки (наприклад, контейнери середньої вантажності) повертаються постачальнику для повторного використання. |

НДТМ 42. Для зниження ризику для довкілля, пов'язаного з управлінням відходами, НДТМ полягають у зберіганні відходів у відповідних контейнерах або на герметичних поверхнях, а також в окремому зберіганні шкідливих відходів у спеціально призначеній захищеній від погодних умов та ізолюваній/обвалованій зоні.

## 18.2.9 Моніторинг

### 18.2.9.1 Викиди у воду

НДТМ 43. НДТМ полягають у моніторингу забруднювальних речовин у відпрацьованих водах та потенційно забруднених поверхневих стоках перед скиданням кожної партії відповідно до стандартів EN. Якщо стандарти EN недоступні, НДТМ мають застосовувати ISO, національні або інші міжнародні стандарти, що забезпечують надання даних еквівалентної наукової якості.

| Речовина / Параметр  | Стандарт(и)  |
|--|--|
| Біоциди <sup>(1)</sup>   | Стандарти EN можуть бути доступні залежно від складу біоцидних продуктів               |
| Cu <sup>(2)</sup>  | Доступні різні стандарти EN<br>(наприклад, EN ISO 11885, EN ISO 17294-2, EN ISO 15586) |
| Розчинники <sup>(3)</sup>  | Стандарти EN, доступні для деяких розчинників (наприклад, EN ISO 15680)                |
| ПАВ <sup>(4)</sup>   | EN ISO 17993   |
| Бензо[а]пірен <sup>(4)</sup>   | EN ISO 17993   |
| НОІ  | EN ISO 9377-2  |
| <sup>(1)</sup> Здійснюється моніторинг конкретних речовин залежно від складу біоцидних продуктів, які використовуються в процесі.<br><sup>(2)</sup> Моніторинг застосовується лише в тому випадку, якщо в процесі використовуються сполуки міді.<br><sup>(3)</sup> Моніторинг застосовується тільки до заводів, що використовують хімічні речовини для обробки на основі розчинників. Здійснюється моніторинг конкретних речовин залежно від розчинників, які використовуються в процесі.<br><sup>(4)</sup> Моніторинг застосовується тільки до заводів, що використовують обробку креозотом.. |  |

### 18.2.9.2 Якість підземних вод

НДТМ 44. НДТМ полягають у моніторингу забруднювальних речовин у підземних водах із періодичністю принаймні один раз на 6 місяців та відповідно до стандартів EN. Якщо стандарти EN недоступні, НДТМ мають застосовувати ISO, національні або інші міжнародні стандарти, що забезпечують надання даних еквівалентної наукової якості.

Періодичність моніторингу може бути зменшена до одного разу на 2 роки на підставі оцінки ризику, або якщо доведено, що рівні забруднювальних речовин є достатньо стабільними (наприклад, після 4 років).

| Речовина/Параметр <sup>(1)</sup>  | Стандарт(и)  |
|---|--|
| Біоциди <sup>(2)</sup>  | Стандарти EN можуть бути доступні залежно від складу біоцидних продуктів               |
| As  | Доступні різні стандарти EN<br>(наприклад, EN ISO 11885, EN ISO 17294-2, EN ISO 15586) |
| Cu  |  |
| Cr  |  |
| Розчинники <sup>(3)</sup>   | Стандарти EN, доступні для деяких розчинників (наприклад, EN ISO 15680)                |
| ПАВ   | EN ISO 17993   |
| Бензо[а]пірен   | EN ISO 17993   |
| НОІ   | EN ISO 9377-2  |
| <sup>(1)</sup> Моніторинг може не застосовуватись, якщо відповідна речовина не використовується в процесі, і якщо доведено, що підземні води не забруднені цією речовиною.<br><sup>(2)</sup> Здійснюється моніторинг конкретних речовин залежно від складу біоцидних продуктів, які використовуються або раніше використовувалися в процесі.<br><sup>(3)</sup> Моніторинг застосовується тільки до заводів, що використовують хімічні речовини для обробки на основі розчинників. Здійснюється моніторинг конкретних речовин залежно від розчинників, які використовуються в процесі. |  |

## 18.2.9.3 Викиди у відпрацьованих газах

НДТМ 45. НДТМ полягають у моніторингу викидів у відпрацьованих газах із періодичністю принаймні один раз на рік та відповідно до стандартів EN. Якщо стандарти EN недоступні, НДТМ мають застосовувати ISO, національні або інші міжнародні стандарти, що забезпечують надання даних еквівалентної наукової якості.

| Параметр                       | Процес   | Стандарт(и)           | Моніторинг, пов'язаний з |
|--------------------------------|--|-----------------------|--------------------------|
| ЗЛОВ <sup>(1)</sup>            | Захист деревини та деревних продуктів за допомогою креозоту та хімічних речовин для обробки на основі розчинників. | EN 12619              | НДТМ 49, НДТМ 51         |
| ПАВ <sup>(1)(2)</sup>          | Захист деревини та деревних продуктів за допомогою креозоту  | Стандарт EN відсутній | НДТМ 51                  |
| NO <sub>x</sub> <sup>(3)</sup> | Захист деревини та деревних продуктів за допомогою креозоту та хімічних речовин для обробки на основі розчинників. | EN 14792              | НДТМ 52                  |
| CO <sup>(3)</sup>              |  | EN 15058              |                          |

- <sup>(1)</sup> Наскільки це можливо, вимірювання здійснюються на найвищому очікуваному рівні викидів за нормальних умов експлуатації.
- <sup>(2)</sup> До них належать: аценафтен, аценафтилен, юенз(а)антрацен, бензо(а)пірен, бенз(б)флуорантен, бензо(г,х,і)перилен, бенз(к)флуорантен, хризен, дібенз(а,х)антрацен, флуорантен, флуорен, індено(1,2,3-сд)пірен, нафталін, фенантрен та пірен.
- <sup>(3)</sup> Моніторинг застосовується тільки до викидів від термічного очищення відхідних газів.



### 18.2.10 Викиди в ґрунт та підземні води

НДТМ 46. Для запобігання або скорочення викидів у ґрунт та підземні води НДТМ полягають у використанні всіх технологій, наведених нижче.

| Технологія   | Опис   |
|--|--|
| a. Система утримування або обвалування заводу та обладнання  | <p>Частина заводу, у яких зберігаються або обробляються хімічні речовини для обробки, тобто зона зберігання хімічних речовин для обробки, зона обробки, кондиціонування після обробки та зони тимчасового зберігання (що передбачають ємність для обробки, робочу ємність, пристрої для розвантаження/вилучення, зону стікання крапель/сушіння, зону охолодження), труби та системи каналів для хімічних речовин для обробки, а також установки для відновлення/обробки креозоту, захищені системою уловлювання або обваловані. Системи утримування та обвалування мають непроникні поверхні, стійкі до хімічних речовин для обробки та мають достатню місткість для вловлювання та утримання обсягів, що обробляються або зберігаються в обладнанні/на заводі.</p> <p>Піддон для стоків (виготовлений із матеріалу, стійкого до хімічних речовин для обробки) може також використовуватися як місцева система утримування для збору та відновлення крапель та розливів хімічних речовин для обробки з критично важливого обладнання або процесів (наприклад, клапанів, входів/виходів резервуарів для зберігання, ємностей для обробки, робочих резервуарів, зон розвантаження/вилучення, транспортування свіжообробленої деревини, зони охолодження/сушіння).</p> <p>Рідини в системах утримування/обвалування та піддонах для стоків збираються для відновлення хімічних речовин для обробки для їхнього повторного використання в системі хімічних речовин для обробки. Осад, що утворюється в системі збору утилізується як шкідливі відходи.</p> |
| b. Непроникна підлога  | <p>Підлоги зон, які не обладнані системою утримування або не обваловані, і де можуть виникати краплі, розливи, випадкові викиди або вимивання хімічних речовин для обробки, є непроникними для відповідних речовин (наприклад, зберігання обробленої деревини на непроникній підлозі в тому випадку, якщо це вимагається в дозволі за Регламентом про біоцидні продукти для консервантів деревини, що використовується для обробки). Рідини на підлозі збираються для відновлення хімічних речовин для обробки для їхнього повторного використання в системі хімічних речовин для обробки. Осад, що утворюється в системі збору утилізується як шкідливі відходи.</p>  |
| c. Системи попередження для обладнання, визначеного як «критично важливе»  | <p>«Критично важливе» обладнання (див. НДТМ 30) оснащено системами попередження про несправності.</p>  |
| d. Запобігання та виявлення витоків із підземних сховищ та трубопроводів для небезпечних/шкідливих речовин та ведення обліку | <p>Використання підземних елементів мінімізоване. Коли підземні елементи використовують для зберігання небезпечних/шкідливих речовин, встановлюється вторинна система утримування (наприклад, система утримування з подвійними стінками). Підземні елементи обладнані пристроями для виявлення витоків.</p> <p>Здійснюється регулярний моніторинг підземних сховищ та трубопроводів на основі аналізу ризиків для виявлення потенційних витоків; за необхідності ремонтується обладнання, що протікає. Ведеться облік випадків, які можуть призвести до забруднення ґрунту та/або підземних вод.</p>   |
| e. Регулярний огляд та технічне обслуговування заводу та обладнання  | <p>Завод та обладнання регулярно перевіряються та обслуговуються для забезпечення належного функціонування; це передбачає, зокрема, перевірку цілісності та/або відсутності витоків клапанів, насосів, труб, резервуарів, ємностей під тиском, піддонів для стоків та системи утримування/обвалування, а також належне функціонування систем попередження.</p>   |
| f. Технології для запобігання перехресному забруднюванню   | <p>Перехресному забруднюванню (тобто забрудненню зон заводу, які зазвичай не контактують із хімічними речовинами для обробки) запобігають за допомогою відповідних технологій, таких як:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• конструювання піддонів для стоків у такий спосіб, щоб вилкові навантажувачі не контактували з потенційно забрудненими поверхнями піддонів для стоків;</li> <li>• конструювання завантажувального обладнання (що використовується для вилучення обробленої деревини з ємності для обробки) у такий спосіб, щоб запобігти перенесенню хімічних речовин для обробки;</li> <li>• використання кранової системи для транспортування обробленої деревини;</li> <li>• використання спеціалізованих транспортні засоби для потенційно забруднених зон;</li> <li>• обмежений доступ до потенційно забруднених зон;</li> <li>• використання доріжок із дрібним гравієм.</li> </ul>   |

### 18.2.11 Викиди у воду та очищення стічних вод

НДТМ 47. Для запобігання або, якщо є неможливо, скорочення викидів у воду та скорочення споживання води НДТМ полягають у використанні всіх технологій, наведених нижче.

| Технологія   | Опис  | Застосовність   |
|--|---|---|
| <p>a. Технології запобігання забрудненню дощових поверхневих стічних вод</p> | <p>Дощові та поверхневі стічні води утримуються окремо від зон, де зберігаються або переміщуються хімічні речовини для обробки, від зон, де зберігається свіжооброблена деревина, та від забруднених вод. Це досягається шляхом використання принаймні цих технологій:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- водовідвідні канали та/або зовнішнє обвалування з огорожею навколо заводу;</li> <li>- покрівля з жолобом для зон, де зберігаються або переміщуються хімічні речовини для обробки (тобто зони зберігання хімічних речовин для обробки, зони для обробки, кондиціонування після обробки та тимчасового зберігання, труби та системи каналів для хімічних речовин для обробки, установки для відновлення/обробки креозоту);</li> <li>- захист від атмосферного впливу (наприклад, покрівля, брезент) для зони зберігання обробленої деревини, якщо це вимагається в дозволі за Регламентом про біоцидні продукти для консерванту деревини, що використовується для обробки.</li> </ul> | <p>Для наявних заводів застосовність водовідвідних каналів та зовнішнього обвалування з огорожею може бути обмежене площею заводу.</p>  |
| <p>b. Збір потенційно забруднених поверхневих стоків</p>                     | <p>Поверхневі стоки з зон, потенційно забруднених хімічними речовинами для обробки, збираються окремо. Зібрані стічні води скидаються лише після вживання відповідних заходів (наприклад, моніторингу (див. НДТМ 43), очищення (див. НДТМ 47 (e)), використання (див. НДТМ 47 (c))).</p>  | <p>Загальнозастосовна.</p>  |
| <p>c. Використання потенційно забруднених поверхневих стоків</p>             | <p>Після збирання потенційно забруднені поверхневі стічні води використовуються для приготування консервувальних розчинів на водній основі для деревини.</p>  | <p>Застосовується тільки до заводів, що використовують хімічні речовини для обробки на водній основі. Застосовність може бути обмежена вимогами до якості для передбачуваного використання.</p> |
| <p>d. Повторне використання очисної води</p>                                 | <p>Вода, що використовується для миття обладнання та контейнерів, відновлюється та повторно використовується для приготування консервувальних розчинів на водній основі.</p>  | <p>Застосовується тільки до заводів, що використовують хімічні речовини для обробки на водній основі.</p>   |
| <p>e. Очищення стічних вод</p>   | <p>У випадках виявлення або очікуваного виявлення забруднення зібраних поверхневих стоків та/або очисних вод, і коли використання води неможливе, стічні води очищаються у відповідних УОВВ (на об'єкті або за його межами).</p>  | <p>Загальнозастосовна.</p>  |
| <p>f. Утилізація шкідливих відходів</p>                                      | <p>Якщо очікується забруднення зібраних поверхневих стоків та/або очисної води, і якщо очищення або використання води неможливі, зібрані поверхневі стоки та/або очисна вода утилізується як шкідливі відходи.</p>  | <p>Загальнозастосовна.</p>  |

*НДТМ 48. Для скорочення викидів у воду від захисту деревини та деревних продуктів за допомогою креозоту НДТМ полягають у збиранні конденсатів з операцій скидання тиску та вакуумування ємності для обробки та відновлення/обробки креозоту, а також або в обробці їх на об'єкті за допомогою активованого вугілля або піщаного фільтра, або в утилізації їх як шкідливих відходів.*

#### **Опис**

Обсяги конденсату збирають, дають відстоятись і очищають у фільтрі з активованим вугіллем або піщаному фільтрі. Очищена вода або повторно використовується (замкнений цикл), або скидається в комунальну каналізаційну систему. Як альтернатива, зібрані конденсати можуть бути утилізовані як шкідливі відходи.

### **18.2.12 Викиди в повітря**

НДТМ 49. Для скорочення викидів ЛОС у повітря від захисту деревини та деревних продуктів із використанням хімічних речовин для обробки на основі розчинників НДТМ полягають у тому, щоб закрити обладнання або процеси, з яких відбуваються викиди, видаляти відхідні гази та спрямовувати їх у системи очищення (див. технології в НДТМ 51).

**НДТМ 50. Для скорочення викидів органічних сполук та виділення запаху в повітря від захисту деревини та деревних продуктів за допомогою креозоту НДТМ полягають у використанні низьколетких просочувальних олів, тобто креозоту марки С замість марки В.**

#### **Застосовність**

Креозот марки С може бути незастосовним у разі холодних кліматичних умов.

**НДТМ 51.** Для скорочення викидів органічних сполук у повітря від захисту деревини та деревних продуктів із використанням креозоту НДТМ полягають у тому, щоб закрити обладнання або процеси, з яких відбуваються викиди (наприклад, резервуари для зберігання та просочення, скидання тиску, відновлення креозоту), видалити відхідні гази та у використанні однієї або комбінації технологій обробки, наведених нижче.

| Технологія |   | Опис   | Застосовність  |
|------------|---|--|--|
| a.         | Термічне окиснення  | Див. НДТМ 15 (i). Тепло вихлопних газів можна регенерувати за допомогою теплообмінників.   | Загальнозастосовна.  |
| b.         | Спрямування відпрацьованих газів на спалювальну установку | Частина або всі відхідні гази спрямовуються у вигляді повітря для згорання й додаткового палива на спалювальну установку (у тому числі ТЕЦ (комбіноване утворення тепла та електроенергії)), що використовується для виробництва пари та/або електроенергії.   | Не застосовується до відхідних газів, що містять речовини, зазначені в Статті 59(5) ДПВ. Застосовність може бути обмежена з міркувань безпеки. |
| c.         | Адсорбція з використанням активованого вугілля            | Органічні сполуки адсорбуються на поверхні активованого вугілля. Адсорбовані сполуки можуть згодом бути десорбовані, наприклад, парою (часто на об'єкті) для повторного використання або утилізації, а адсорбент використовується повторно.  | Загальнозастосовна.  |
| d.         | Абсорбція за допомогою відповідної рідини                 | Використання відповідної рідини для видалення забруднювальних речовин із відхідного газу шляхом абсорбції, зокрема розчинних сполук.   | Загальнозастосовна.  |
| e.         | Конденсація   | Технологія видалення органічних сполук шляхом зниження температури нижче точки роси, щоб пари зріджувалися. Залежно від необхідного діапазону робочих температур використовуються різні охолоджувачі, наприклад, охолоджувальна вода, охолоджена вода (температура зазвичай близько 5 °C), аміак або пропан. Конденсація використовується в поєднанні з іншим методом усунення забруднення довкілля. | Застосовність може бути обмежена, якщо потреба в енергії для відновлення є надмірною через низький рівень вмісту ЛОС.                          |

**Таблиця 18.36:** Рівні викидів ЗЛОВ та ПАВ у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (ВАТ-АЕЛ), від захисту деревини та деревних продуктів із використанням креозоту та/або хімічних речовин для обробки на основі розчинників

| Параметр | Одиниця вимірювання  | Процес  | ВАТ-АЕЛ<br>(Середнє значення за період відбору проб) |
|----------|----------------------|---|--|
| ЗЛОВ     | мг С/Нм <sup>3</sup> | Обробка креозотом та речовинами на основі розчинників | < 4–20   |
| ПАВ      | мг/Нм <sup>3</sup>   | Обробка креозотом                                     | < 1 <sup>(1)</sup>                                   |

(<sup>1</sup>) ВАТ-АЕЛ стосуються суми таких сполук ПАВ: аценафтен, аценафтилен, юенз(а)антрацен, бензо(а)пірен, бенз(б)флуорантен, бензо(г,х,і)перилен, бенз(к)флуорантен, хризен, дібенз(а,х)антрацен, флуорантен, флуорен, індено(1,2,3-сд)пірен, нафталін, фенантрен та пірен.

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 45.

НДТМ 52. Для скорочення викидів NO<sub>x</sub> у відпрацьованих газах та одночасного обмеження викидів CO від термічного очищення відхідних газів від захисту деревини та деревних продуктів із використанням креозоту та/або хімічних речовин для обробки на основі розчинників НДТМ полягають у використанні технології (а) або обох технологій, наведених нижче.

| Технологія |  | Опис             | Застосовність   |
|------------|--|------------------|---|
| a.         | Оптимізація умов термічної обробки (конструкція та експлуатація) | Див. НДТМ 17(а). | Застосовність конструкції може бути обмежена для наявних заводів.                                   |
| b.         | Пальники з низьким рівнем виходу NO <sub>x</sub>                 | Див. НДТМ 17(б). | Застосовність може бути обмежена на наявних заводах через проєктні та/або експлуатаційні обмеження. |

**Таблиця 18.37:** Рівні викидів NO<sub>x</sub> у відпрацьованих газах, пов'язані з НДТМ (BAT-AEL), та орієнтовний рівень викидів CO у відпрацьованих газах у повітря від термічного очищення відхідних газів від захисту деревини та деревних продуктів із використанням креозоту та/або хімічних речовин для обробки на основі розчинників

| Параметр        | Одиниця вимірювання | BAT-AEL <sup>(1)</sup><br>(Середнє значення за період відбору проб) | Орієнтовний рівень викидів <sup>(1)</sup><br>(Середнє значення за період відбору проб) |
|-----------------|---------------------|---|--|
| NO <sub>x</sub> | мг/Нм <sup>3</sup>  | 20–130  | Орієнтовний рівень відсутній   |
| CO              |                     | BAT-AEL відсутній   |  |

<sup>(1)</sup> BAT-AEL та орієнтовний рівень не застосовуються, коли відхідні гази спрямовуються на спалювальну установку.

Відповідний моніторинг наданий у НДТМ 45.

### 18.2.13 Шум

НДТМ 53. Для запобігання або, якщо це неможливо, зниження шумового випромінювання НДТМ полягають у використанні однієї або комбінації технологій, наведених нижче.

| Технологія                                   |  |
|--|--|
| <b>Зберігання та поводження із сировиною</b> |  |
| a.   | Встановлення шумозахисних бар'єрів та використання/оптимізація шумопоглинального ефекту будівель                               |
| b.   | Закриття або часткове закриття зон шумних робіт  |
| c.   | Використання малозумних транспортних засобів/транспортних систем   |
| d.   | Заходи щодо боротьби із шумом (наприклад, вдосконалені огляд та технічне обслуговування обладнання, зачинення дверей та вікон) |
| <b>Сушіння в печі</b>                        |  |
| e.   | Заходи щодо зниження шуму вентиляторів   |

#### Застосовність

Застосовність обмежується випадками, коли очікується та/або підтверджено шумовий вплив на чутливі рецептори.



## **19 ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗЧИННИКІВ ТА ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВНИХ ПРОДУКТІВ**

Стаття 3(14) Директиви 2010/75/ЄС визначає «перспективну технологію» як «нову технологію для промислової діяльності, яка в разі комерційного розвитку могла б забезпечити або вищий загальний рівень захисту довкілля, або принаймні той самий рівень захисту довкілля та більшу економію коштів у порівнянні з наявними найкращими доступними технологіями». У цій главі міститься інформація про ті технології, які можуть з'явитися в найближчому майбутньому й можуть бути застосовані до сектору поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, а також до сектору хімічного захисту деревини та деревних продуктів.

## 19.1 Виробництво обмоткового дроту

### 19.1.1 Емалеві покриття на водній основі

#### Опис

Декілька років тому були проведені випробування з акриловими емаллями. Вони не відповідали обов'язковим стандартам Міжнародної електротехнічної комісії (МЕК) та дедалі вищим вимогам до електричних та механічних характеристик, яких вимагають замовники. Невелика кількість розчинника (до 15% спирту та амінів) необхідна для підтримання характеристик поверхні.

#### Досягнуті екологічні переваги

Значне скорочення викидів розчинників.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Використання систем на водній основі вимагає більшого споживання енергії для забезпечення довшої та гарячішої зони сушіння. Крім того, установки мають бути оснащені трубами із неіржавної сталі. Через великі витрати, а також технологічні аспекти ще не було доведено придатність цієї альтернативи.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Викиди у воду та сильне збільшення споживання енергії, необхідного для сушіння, та регенерація енергії зі спалювальної установки більше неможлива.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Наразі не застосовується.

#### Економічні аспекти

Низька ефективність витрат. Модернізація є дорогою операцією, оскільки всі труби мають бути замінені на матеріал із неіржавної сталі. Також необхідно змінити зону сушіння (довше/тепліше).

#### Довідкова література

[\[ 28, EWWG 2004 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)

### 19.1.2 УФ-затвердіння емалевих покриттів

#### Опис

Емалеві покриття УФ-затвердіння можуть бути можливою альтернативою звичайним емалевим покриттям на основі розчинників.

#### Досягнуті екологічні переваги

Викиди розчинника від системи покриття зведені до нуля.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Наявні матеріали не відповідатимуть необхідним специфікаціям. Очікуються великі проблеми, якщо необхідно досягти правильної товщини, а утворення бульбашок призведе до погіршення електричних характеристик. Емалі УФ-затвердіння мають неприємний запах, і у робітників може бути алергія на них. Крім того, використовувані акрилати не можуть забезпечити необхідну термостійкість.

Через недостатню продуктивність, великі витрати, а також технологічні аспекти та аспекти безпеки ще не було доведено придатність цієї альтернативи.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Для сушіння потрібні УФ-лампи. Високе споживання енергії.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Метод/процес ще не застосовуються на практиці. Розробки тривають.



### **Економічні аспекти**

Низька ефективність витрат. Модернізація є дорогою операцією. Також очікуються великі витрати на матеріали.

### **Довідкова література**

[ 4, Germany 2002 ] [ 28, EWWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ] [EWWG/ORGALIM коментар №46 у [ 212, TWG 2018 ]]

## **19.1.3 Нанесення емалевого покриття в гарячому стані**

### **Опис**

На мідний провідник наноситься термореактивний матеріал. Цей замінник є термопластичним до 100 °С, а потім смола підтримується в рідкому стані приблизно за 80 °С і може бути нанесена на мідний провідник за допомогою волоків.

Були проведені випробування, особливо з дротом діаметрами > 0,355 мм, але не всі дроти могли задовольнити типові та дедалі вищі вимоги до сучасної обробки дроту щодо зчеплення і гнучкості, термічного удару, прорізання, термостійкості, стійкості до стирання й центричності ізоляційної плівки. Через майже 100-відсотковий вміст твердих частинок і, як наслідок, меншу кількість ізоляційних шарів неможливо точно реалізувати невеликі допуски за товщиною плівки. Менша кількість шарів та погана центричність спричиняють погіршення діелектричної міцності ізоляційної плівки.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Оскільки цей процес практично не містить розчинників, можна досягти значного скорочення викидів розчинників.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Застосування розплавів потребує температури від 80°C до 100°C у насосах для циркуляції смоли, що може призвести до деяких проблем у робочій зоні для робітників.

Регенерація енергії з печі неможлива через відсутність розчинника.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Розплави досі містять невелику кількість спиртових речовин, які спричиняють запах диму через окиснення та розтріскування під час процесу емалювання. Для затвердіння необхідне споживання великого обсягу електроенергії.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Не весь асортимент сучасної продукції можна виготовляти з використанням розплавів. Не існує рішення для прямої (1:1) заміни наявних ізоляційних систем. Випробування проводилися безрезультатно із середини 1990-х рр. Ця технологія не застосовується для дроту розміром (діаметром) менше ніж 0,15 мм, оскільки дріт розривається через в'язкість розплавленого полімеру. Через недостатню продуктивність, великі витрати, а також технологічні аспекти та аспекти безпеки ще не було доведено придатність цієї альтернативи.

### **Економічні аспекти**

Низька ефективність витрат. Наявне обладнання необхідно повністю замінити. Необхідно розробити нові ізоляційні матеріали, що будуть випробувані виробником обмоткових дротів та схвалені споживачами.

### **Довідкова література**

[ 28, EWWG 2004 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 78, TWG 2005 ]

#### **19.1.4 Воскування тонкого дроту**

##### **Опис**

Розглядаються технології зниження викидів розчинників від кінцевого сушіння воску на тонких дротах (0,01–0,1 мм).

##### **Досягнуті екологічні переваги**

Скорочення споживання та викидів ЛОС.

##### **Довідкова література**

[[38, TWG 2004](#)]

## 19.2 Нанесення покриття на транспортні засоби (легкові автомобілі та легкі фургони)

[ 5, DFIU et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ]

### 19.2.1 Одно- або двокомпонентне прозоре покриття на водній основі або з надвисоким вмістом твердих частинок

#### Опис

У майбутньому очікуються нові продукти у вигляді вдосконалених водорозчинних одно- та двокомпонентних систем прозорих покриттів, а також двокомпонентних систем прозорих покриттів із надвисоким вмістом твердих частинок (з вмістом твердих частинок до 90% мас). Водорозчинні прозорі покриття пройшли випробування, але не відповідають вимогам до робочих характеристик. Наразі двокомпонентні прозорі матеріали покриття з високим вмістом твердих частинок на основі розчинників мають середній вміст твердих частинок у діапазоні 55–65% (див. Розділ 2.2.3.3 та Таблицю 2.5).

#### Досягнуті екологічні переваги

Основною перевагою фарб на водній основі є зниження викидів ЛОС.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Очікується, що потреба в енергії для сушіння буде вищою у випадку покриттів на водній основі.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Прозорі покриття на водній основі наразі не використовуються для покриття легкових автомобілів через їхній поганий зовнішній вигляд і якість (див. Розділ 2.2.3.3).

#### Стимул до впровадження

Можливе зниження необхідності в очищенні відхідних газів.

#### Приклади заводів

Див. Розділ 2.2.3.3.

#### Довідкова література

[ 265, TWG 2019 ]

### 19.2.2 Розробки в галузі порошкового покриття

#### Опис

У майбутньому можна очікувати ширше застосування порошкових верхніх покриттів. Згідно з заявами виробників фарб, уже доступні різні системи пігментованих оздоблювальних покриттів на основі порошку; проте вони ще не використовуються серійно. Відповідно до галузевих даних це може бути пов'язано зі складністю змішування кольорів, що унеможлиблює переробку. Порошкове покриття було випробувано в автомобільній промисловості, але не мало успіху. Наявні порошкові фарби не відповідають вимогам більшості європейських виробників щодо строку служби, фізичної та хімічної стійкості.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Деякі міркування щодо охорони праці та техніки безпеки для використання порошкових покриттів.

#### Економічні аспекти

Вартість систем порошкового покриття вища, ніж вартість звичайних систем покриття [ 183, ACEA 2017 ].

### **Приклади заводів**

Поки всі відповідні проєкти не мали успіху [ACEA коментар 575 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)]. Цю технологію було реалізовано на заводі PSA у Мюлузі [\[ 183, ACEA 2017 \]](#), але використання порошкових покриттів було припинено [\[ 265, TWG 2019 \]](#).

### **Довідкова література**

[\[ 78, TWG 2005 \]](#) [\[ 110, Eurocar 2005 \]](#) [\[ 212, TWG 2018 \]](#) [\[ 265, TWG 2019 \]](#)

## **19.2.3 Збільшене використання попередньо покритих матеріалів**

### **Опис**

Подальшою розробкою може бути збільшення частки повністю готових частин покриття рулонного металу, тому деякі процеси фарбування більше не будуть виконуватися виробником автомобілів (див. Главу 6).

### **Досягнуті екологічні переваги**

Оскільки матеріали з попередньо нанесеним покриттям покриваються перед формуванням та завершенням збирання підвузлів (наприклад, дверей), технології нанесення та витяжки забезпечують нижчий рівень викидів ЛОС на м<sup>2</sup> покриття, ніж у випадку фарбування після формування.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Викиди ЛОС (хоч і менші) залишаються, але переносяться на виробництво матеріалів із попереднім покриттям.

## **19.2.4 Системи поліуретанових фарб (PU)**

### **Опис**

Фарбові системи на основі поліуретану можуть уже випалюватися за температури нижче 100 °С. Це дає змогу покривати лаком як металеві корпуси, так і пластмасові змонтовані деталі в межах одного процесу фарбування. Так звані «лакування на лінії» могли б розв'язати проблему регулювання кольору між металевим корпусом та кольоровими пластмасовими деталями.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Широкий асортимент фарбових систем на основі поліуретану доступний для всіх шарів фарбового покриття, від ґрунтовки до оздоблювального покриття, а також для звукопоглинання та захисту низу кузова. Низькі температури випалювання дають змогу використовувати широкий спектр пластмас.

## **19.2.5 Нанесення фарби без надлишку розпилення**

[ACEA коментар №481 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)]

### **Опис**

Нова технологія розпилення фарби, яка створює краплі точного розміру без повітря, уникаючи утворення надлишку розпилення. Роботизований високоточний вимірювальний пристрій вимірює спаяний лазером шов між дахом та рамою бічної стінки кожного автомобіля перед фарбуванням. Потім спеціальний аплікатор наносить чорну фарбу безпосередньо на кузов із точністю до міліметра окремими смугами. Аплікатор наносить кольорові смуги з чіткими краями та без утворення туману від розпилення.

### **Досягнуті екологічні переваги**

Усунення надлишку розпилення. Ця технологія дає змогу фарбувати певні поверхні кузова в інший колір – в одному процесі фарбування.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Для фарбування без надлишку розпилення більше не потрібно маскування, що потребує багато часу та матеріалів.

**Економічні аспекти**

Економія часу та скорочення витрат.

**Приклади заводів**

Наразі проходить випробування на експериментальному заводі Audi в Інгольштадті для дахів автомобілів контрастного чорного кольору.

**Довідкова література**

[\[ 212, TWG 2018 \]](#) [\[ 217, AUDI 2018 \]](#)

**19.2.6 Затвердіння зсередини назовні**

[ACEA коментар №481 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)]

**Опис**

Приплив гарячого повітря через отвір вітрового скла, що призводить до нагрівання панелей кузова автомобіля зсередини назовні. Це знижує ризик ніздрюватості, оскільки шари фарби нагріваються знизу. Плівка на поверхні фарби утворюється лише після повного випаровування залишкової вологи та розчинника.

**Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Отже, різниця температур всередині кузова автомобіля може бути скорочена на 50%, а час нагрівання – на 30%.

**Приклади заводів**

Завод Skoda у Млада Болеслав (Чеська Республіка).

**Довідкова література**

[\[ 212, TWG 2018 \]](#) [\[ 218, Durr 2018 \]](#)

## 19.3 Нанесення покриття на кораблі та яхти

### 19.3.1 Заміна фарб проти обростання на основі біоцидів (заміщення)

Технології, надані в подальших підрозділах, які є альтернативою використанню покриттів проти обростання на основі біоцидів, переважно пов'язані з екологічними характеристиками судна, а не заводу (корабельні).

#### 19.3.1.1 Фарби з природними біоцидами

##### Опис

Природні біоциди утворюються, наприклад, деякими видами коралів як захист від обростання.

##### Досягнуті екологічні переваги

Ця система проти обростання не містить важких металів або біоцидів.

##### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Ці речовини демонструють нижчу стійкість через кращу здатність до біологічного розкладання в порівнянні з неорганічними матеріалами, як-от сполуки міді або ТВТ.

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Фарби, що містять природні біоциди, досі проходять випробування.

##### Довідкова література

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#).

#### 19.3.1.2 Покриття зі спеціальними поверхневими властивостями для зменшення обростання

##### Опис

Покриття зі спеціальною структурою поверхні, як-от мікрошорсткість, можуть використовуватися зменшення обростання.

##### Досягнуті екологічні переваги

Ця система проти обростання не містить важких металів або біоцидів.

##### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Експериментальний проект із випробування екологічно придатних покриттів був здійснений регулювальним органом у галузі захисту довкілля, природоохоронною НУО та виробниками покриттів. Під час дослідження цей тип покриття показав найкращі результати зі всіх матеріалів, що не містять біоцидів.

##### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується для всіх кораблів.

##### Економічні аспекти

Заявлено, що вартість можна порівняти з іншими покриттями проти обростання, що не містять олова та міді.

##### Довідкова література

[\[ 5, DFU et al. 2002 \]](#) [\[ 33, Watermann et al. 2003 \]](#) [\[ 78, TWG 2005 \]](#)

### 19.3.2 Видалення покриття з корпусу корабля шляхом індукційного нагрівання лазером

#### Опис

Це загально визнаний метод видалення фарби та покриттів зі сталевих поверхонь шляхом індукційного нагрівання лазером. Контрольоване індукційне нагрівання лазером використовується для нагрівання сталевих поверхонь, щоб покриття від'єднувалося і його можна було легко видалити. Ця технологія особливо ефективна на товстих шарах фарби та покриття. Див. також Розділ 4.4.3.4.

#### Досягнуті екологічні переваги

Швидке видалення товстих складних покриттів, зниження споживання енергії, а також менше викидів та шуму.

#### Приклади заводів

Ця технологія використовується, наприклад, для мостів, морських установок, сталевих конструкцій, резервуарів для зберігання, труб та морських суден.

#### Довідкова література

[ [154, Nordic Council of Ministers 2016](#) ]

## **19.4 Галузь нанесення покриття на рулонний метал**

### **19.4.1 Процеси затвердіння за допомогою УФ-випромінювання та електронно-променевого затвердіння**

#### **Опис**

Немає інформації про комерційне застосування для нанесення покриття на рулонний метал. Див. також Розділ 6.4.4.3 про затвердіння покриття рулонного металу за допомогою інфрачервоного випромінювання.

Загальний опис процесів затвердіння за допомогою випромінювання див. у Розділі 17.8.5. Детальну інформацію про затвердіння за допомогою УФ-випромінювання та електронно-променевого затвердіння можна знайти в Розділах 17.8.5.4 та 17.8.5.5.

#### **Досягнуті екологічні переваги**

Зменшення викидів розчинника.

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Затвердіння за допомогою УФ-випромінювання та/або електронно-променевого затвердіння може стати важливою технологією для нових ліній, але важко зрозуміти, як вона може стати життєздатною заміною звичайного покриття на основі розчинника в рамках модернізації наявної лінії. У своєму поточному стані розробки затвердіння за допомогою випромінювання не може відповідати специфікаціям усього спектра продуктів для нанесення покриття на рулонний метал. Продовжуються невеликі випробування продуктів розробки. УФ-лампи або ЕП блоки мають встановлюватися на лініях, на яких передбачається використання покриття, що твердіє за допомогою випромінювання. Ці фактори означають, що перехід на покриття, затвердіння за допомогою УФ-випромінювання та/або ЕП затвердіння для установок із нанесення покриття на рулонний метал наразі неможливий.

#### **Довідкова література**

[\[ 22, ECCA 2004 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#),



## 19.5 Нанесення покриття на деревні поверхні

### 19.5.1 Порошкове покриття

#### Опис

Наразі дослідження в галузі застосування порошкових фарб для деревообробної промисловості тісно пов'язані з розробкою нових поколінь матеріалів для порошкових покриттів, які мають більш придатні процеси плавлення та затвердіння. Системи порошкових покриттів, що зшиваються під впливом УФ-випромінювання, досі перебувають на ранньому етапі розробки, але порошки УФ-затвердіння вже використовуються у виробництві, наприклад, для МДФ і плоских дерев'яних панелей. Наразі розробляється технологія електростатичного нанесення порошкових покриттів на непровідну деревину й деревні матеріали.

#### Досягнуті екологічні переваги

У цьому контексті було досліджено заземлення електричних зарядів через вологу щойно утворену лакову плівку. Цей принцип фарбування використовувався для фасадів меблів і дав такі результати:

- у порівнянні з процедурою під низьким тиском (HVLП), електростатичне розпилення з високою швидкістю обертання збільшує ефективність нанесення приблизно на 35% і, відповідно, ефективність використання матеріалу приблизно на 30%;
- цей принцип скорочує утворення відходів (фарби) приблизно на 80%.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Поки електростатичні процеси фарбування можуть застосовуватися тільки в рідкісних випадках у галузі обробки деревини. Тому необхідні подальші дослідження.

#### Довідкова література

[ 5, DFIU et al. 2002 ]

### 19.5.2 Відбілювання перекисом та ІЧ-випромінюванням

#### Опис

Розробляється новий метод відбілювання, що поєднує застосування перекису та інфрачервоне випромінювання. Жодної додаткової інформації надано не було.

#### Довідкова література

<https://www.mdpi.com/2073-4360/11/5/776>.

### 19.5.3 Нетермічне плазмове очищення відхідних газів

#### Опис

У відхідних газах створюється плазма за низьких температур (30–120 °C) шляхом пропускання відхідних газів через два електроди зі змінним струмом 20–30 кВ. У плазмі пари ЛОС дуже швидко реагують із киснем та утворюють CO<sub>2</sub> та водяну пару.

У плазмі молекули газового потоку перебувають у частково іонізованому стані. Цей стан зазвичай досягається за надзвичайно високих температур, наприклад, спричинених блискавкою. Проте його також можна створити за температури навколишнього середовища, якщо додати достатньо енергії.

#### Досягнуті екологічні переваги

Ефективність 97–99,9% досягається без нагрівання відхідних газів. Установка для цієї технології дуже компактна в порівнянні з термічним окисненням, а також споживає набагато менше енергії.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Доступні різні планування. Іноді простір між електродами заповнюється невеликими скляними кульками для посилення електричного поля.

### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Споживання енергії: 0,5–3,0 кВт-год електроенергії на 1 000 м<sup>3</sup> відхідних газів, що очищаються.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Ця технологія застосовувалася в промисловому масштабі лише кілька років для зменшення виділення запахів та іноді для очищення відхідних газів, що містять ЛОС. Наразі ця технологія використовується як експериментальна в демонстраційному проекті з обробки викидів ЛОС від сушіння деревини.

Теоретично не існує обмежень щодо концентрації ЛОС у відхідних у газах; проте нині технологія застосовується для обробки низьких концентрацій. Крім того, можна обробляти малі або великі потоки.

### **Економічні аспекти**

Дані щодо вартості поки недоступні. Проте очікується, що ця технологія буде дешевшою, ніж термічне окиснення або адсорбція.

### **Довідкова література**

[\[ 27, VITO 2003 \]](#) [\[ 38, TWG 2004 \]](#)

## 19.6 Хімічний захист деревини та деревних продуктів

### 19.6.1 Хімічне облагороджування деревини (ХОД)

#### Опис

Хімічне облагороджування деревини є процесом без використання біоцидів і розчинників, який спричиняє реакцію між введеною молекулою та полісахаридами деревини, створюючи необоротну зміну у всьому зрізі деревини [238, WPA 2009].

#### Технічний опис

Хімічне облагороджування деревини змінює хімічний склад клітинної стінки з допомогою реакції з хімічними реагентами. Вони вводяться в деревину – зазвичай у водній формі (у чистому вигляді, розчинені у воді або розчинені в органічних розчинниках) – шляхом просочування під тиском. Хімічна реакція запускається підвищенням температури (до 140 °C). Після видалення надлишків просочувального засобу (вакуум) лісоматеріал висушується до вологості для транспортування або експлуатації. Хімічне облагороджування деревини завжди здійснюється на закритих заводах [230, VDI 2014] [DE коментар №391 у [212, TWG 2018]].

Процеси хімічного облагороджування деревини, що використовуються в промислових масштабах, передбачають включають ацетилювання, фурфурілювання та полімеризацію [230, VDI 2014].

#### Ацетилювання

У процесі ацетилювання ангідрид оцтової кислоти використовується як реагент для взаємодії з функціональними групами деревини. У процесі облагороджування, як побічний продукт утворюється оцтова кислота, яку обробляють і використовують повторно. Оброблена ангідридом оцтової кислоти деревина може містити залишкові концентрації реагентів; під час подальшої обробки необхідно враховувати правила охорони праці та техніки безпеки [230, VDI 2014].

Для процесу ацетилювання може бути використаний ацетилхлорид, у результаті чого під час обробки утворюється соляна кислота, здатна спричинити руйнування деревини за високих температур. У порівнянні із соляною кислотою, оцтова кислота менш руйнівна, але її важко видалити з обробленої деревини, що спричиняє викиди ЛОС та запах протягом періоду використання кінцевого продукту. Крім того, необхідно враховувати високу корозійну активність хімічних речовин для процесу обробки оцтовим ангідридом для властивостей установки/обладнання [DE коментар №392 у [212, TWG 2018]].

#### Фурфурілювання

Процес фурфурілювання подібний до ацетилювання, за винятком того, що фурфуріловий спирт використовується як реагент [230, VDI 2014].

#### Досягнуті екологічні переваги

Не використовуються біоциди (у тому числі креозот) або розчинники як рідина-носії для захисту деревини.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Викиди, у тому числі пахучі викиди, можуть утворюватися під час відкритті просочувальних та реакційних ємностей, під час переміщення обробленої деревини в сушильні камери та під час сушіння [230, VDI 2014].

Отриманий коментар вказує на необхідність використання системи очищення відхідних газів, але жодної додаткової інформації надано не було [DE коментар №395 у [212, TWG 2018]].

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Отриманий коментар підкреслює, що споживання енергії може бути вищим, але жодної додаткової інформації надано не було [DE коментар №393 та IT коментар №79 у [212, TWG 2018]].

Хімічні речовини, що використовуються, можуть мати шкідливі властивості. Згідно з Регламентом CLP, оцтовий ангідрид (номер CAS 108-24-7) спричиняє подразнення дихальних шляхів. Фурфуріловий спирт (номер CAS 98-00-0) внесений до Змінного плану дій спільноти (CoRAP, дані 2018 р.<sup>93</sup>) відповідно до REACH, а також є підозра, що він спричиняє рак відповідно до Регламенту CLP.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується до нових заводів або капітально модернізованих наявних заводів. Застосовність може бути обмежена через вимоги до якості або специфікації продукту.

#### Довідкова література

[ 230, VDI 2014 ] [ 238, WPA 2009 ] [DE коментар №393 у [ 212, TWG 2018 ]]

## 19.6.2 Термічне облагороджування деревини (ТОД)

### Опис

Термічне облагороджування деревини – це процес без використання біоцидів та розчинників, який спричиняє необоротну зміну полісахаридів (наприклад, крохмалю та целюлози) деревини для покращення її характеристик. Деревина нагрівається до температури вище 160 °C у середовищі, в якому вміст кисню обмежено або видалено для досягнення бажаних експлуатаційних характеристик без обвуглювання поверхні [ 238, WPA 2009 ].

### Технічний опис

Термічне облагороджування деревини – це процес, під час якого склад матеріалу клітинних стінок та його фізичні властивості змінюються під впливом температур вище ніж 160 °C та за умов зниженої доступності кисню. Деревина змінюється так, що принаймні деякі властивості деревини зазнають необоротного впливу через переріз лісоматеріалу [ 246, CEN 2007 ].

Термічне облагороджування деревини зазвичай досягається шляхом впливу на деревину температур від 160 °C до 250 °C в умовах зниженої доступності кисню, що призводить до необоротної зміни основних властивостей деревини. Типовими сировинними матеріалами є висушений круглий лісоматеріал та пиломатеріали хвойні або листяні. Облагороджування деревини здійснюється на закритих заводах. Існує кілька варіантів процесу, які, по суті, дають схожі ефекти, але відрізняються способом зниження вмісту кисню, а також умовами температури, вологості та тиску під час процесу [ 230, VDI 2014 ]. Методи обробки відрізняються залежно від умов, що застосовуються. Найбільш поширеним є термічне облагороджування в атмосфері водяної пари й деревних газів за нормального тиску. Проте також застосовуються інші умови процесу, як-от:

в атмосфері водяної пари та деревних газів за високого тиску;

- в атмосфері деревних газів за нормального тиску;
- в атмосфері деревних газів у вакуумі;
- як додатковий етап високотемпературної витримки (див. гідротермічне облагороджування деревини нижче);
- в атмосфері деревних газів та азоту;
- у ванні з гарячою олією [ 249, IHD 2018 ].

Два приклади процесів описані нижче:

<sup>93</sup> Див. <https://echa.europa.eu/>

### **Термічна обробка за технологією просочення під тиском**

Цей процес не потребує використання хімічних речовин або інертних газів. Отже, процес відбувається повністю без використання розчинників. Ця обробка може бути застосована до всіх типів деревини (сухої або сирої) і є особливо придатною для європейської деревини. Термічно оброблену деревину можна використовувати як за межами приміщень (не для контакту із землею), так і в приміщеннях [ 148, COM 2009 ].

Процес полягає в обробці деревини паром в автоклаві за температури 140–210 °С та під тиском 14–20 барів. Цей процес змінює клітинну структуру деревини, у такий спосіб знижуючи її водопоглинальну здатність. Крім того, покращується стабільність розмірів, а деревина стає міцнішою. Деревина захищена вздовж усього перерізу, тоді як у випадку просочення, цього можна досягти тільки для деревини малих розмірів [ 148, COM 2009 ].

### **Гідротермічне облагороджування деревини**

Процес складається із п'яти етапів:

- Етап попереднього сушіння
- Етап гідротермолізу. Деревину нагрівають до 150–180 °С у водному середовищі. Целюлоза залишається непошкодженою, тому деревина зберігає свої хороші механічні властивості.
- Етап сушіння. Деревина висушується до сухого середовища у звичайній промисловій печі для деревини.
- Етап витримки. Деревина нагрівається до 150–190 °С в сухих умовах.
- Етап кондиціонування. Вологість деревини підвищується до рівня, необхідного для виробництва [ 148, COM 2009 ].

Крім того, повідомляється, що рідкі органічні теплоносії (наприклад, ріпакова олія) використовуються для забезпечення підведення тепла в процесі термічного облагороджування [ 230, VDI 2014 ].

### **Досягнуті екологічні переваги**

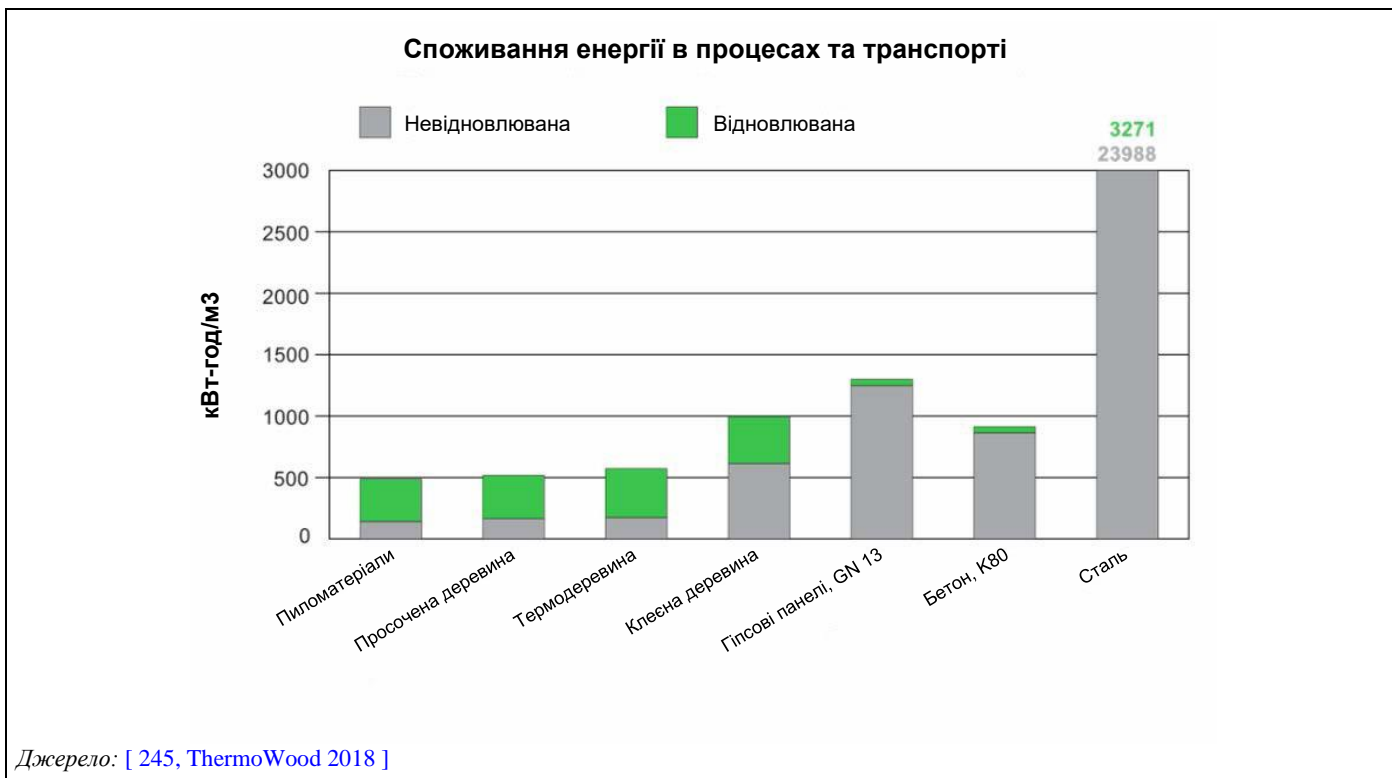
- Не використовуються хімічні речовини для обробки (біоциди (у тому числі креозот), розчинники)..
- Відсутні викиди ЛОС від використання хімічних речовин для обробки.

### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

Середнє споживання електричної та теплової енергії на термічне облагороджування 1 м<sup>3</sup> деревини варіюється від 400 кВт-год до 550 кВт-год [ 230, VDI 2014 ].

Термічне облагороджування деревини можна розглядати як частковий піроліз деревини. Вплив підвищених температур призводить до видалення летких органічних сполук, частина з яких має запах, і призводить до термічної модифікації компонентів деревини, переважно геміцелюлози («деревного цукру»), але частково целюлози та лігніну. Утворені продукти розкладання або залишаються в деревині, або виділяються під час або після обробки. Залежно від породи деревини, процесу та інтенсивності обробки втрата маси становить від 3% до 5% [ 230, VDI 2014 ].

У процесі термічного облагороджування утворюються газоподібні та аерозольні викиди. Вони складаються, зокрема, з терпенів, органічних кислот (наприклад, оцтової кислоти, мурашиної кислоти) або альдегідів (наприклад, фурфуролу). Склад, концентрація та агрегатний стан викидів визначаються породою деревини, процесом та інтенсивністю обробки. Крім того, у процесі утворюються конденсати [ 230, VDI 2014 ].



**Рисунок 19.1: Порівняння питомого споживання для просоченої деревини та термічно облагородженої деревини**

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Викиди в повітря та споживання енергії. Споживання енергії збільшується через вищі температури й більш тривалий час обробки в порівнянні з іншими видами обробки [ 148, COM 2009 ].

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Застосовується до нових заводів або капітально модернізованих наявних заводів. Застосовність може бути обмежена через вимоги до якості або специфікації продукту.

Процес уже використовується в промислових масштабах, але якість продукції й надалі вдосконалюється. Ймовірно, міцність і захист у результаті цього процесу в разі правильного застосування аналогічні міцності та захисту деревини, просоченої креозотом. Термічна обробка може вплинути на якість продукту. Це призводить до втрати пружності та надійності деревини та, як наслідок, її механічної міцності. Крім того, відбувається потемніння деревини. У деяких випадках це може призвести до зміни форми. Нарешті, вибір правильної температурної кривої для кожного типу деревини вимагає навичок і досвіду [ 148, COM 2009 ].

Використання термічно облагородженої деревини для елементів несних конструкцій допустиме лише в тому випадку, якщо її придатність для таких цілей належним чином доведено. Причинами цього є, зокрема:

- її зазвичай знижена міцність і, отже, її несна здатність, а також змінена міцність на розрив термічно облагородженої деревини в порівнянні з необробленою деревиною;
- відсутність закріплених значень для розрахунків та вимірювань;
- вимоги законодавства в галузі будівництва: термічно облагороджена деревина не може розглядатися як регламентована будівельна продукція, оскільки її властивості суттєво відрізняються від регламентованої будівельної продукції [ 249, IHD 2018 ].

### Економічні аспекти

Інвестиційні витрати на установки термічної обробки майже вдвічі вищі, ніж на системи на водній основі. Цей процес зазвичай дорожчий, ніж інші технології захисту консервантами; витрати на консервант відсутні, але процес триває у два-п'ять разів довше [ 148, COM 2009 ].

Інвестиційні витрати на обладнання для термічної обробки зазвичай становлять від 500 000 до 1 000 000 євро для розміру партії 50 м<sup>3</sup> і більше, а експлуатаційні витрати становлять близько 50–100 євро/м<sup>3</sup> [ 148, COM 2009 ].

### Довідкова література

[ 148, COM 2009 ] [ 230, VDI 2014 ] [ 238, WPA 2009 ] [ 246, CEN 2007 ] [ 249, IHD 2018 ]

## 19.6.3 Процес із надкритичним вуглекислим газом

### Опис

Процес із надкритичним вуглекислим газом – це процес просочення під тиском, у якому надкритичний CO<sub>2</sub> використовується як носій для активних речовин (замість рідких органічних розчинників).

### Технічний опис

Просочення відбувається в закритій установці для обробки з високим ступенем рециркуляції носіїв. Деревину поміщають у ємність для обробки, аналогічну тим, які використовуються у звичайних процесах обробки під тиском, і додають консервант для деревини (хімічні речовини для обробки). Тиск у ємності повільно підвищують шляхом додавання вуглекислого газу. Коли тиск перевищує 74 бари, а температура становить 31 °С, вуглекислий газ переходить у надкритичний стан. У цьому стані CO<sub>2</sub> поводить себе як рідина і служить носієм консервантів. Він переносить просочувальну речовину в деревину і просочує деревину через весь переріз. Через короткий час тиск у ємності для просочення знижується до атмосферного тиску шляхом видалення вуглекислого газу з ємності, а отже, з деревини. Консерванти залишаються в деревині. Вуглекислий газ рециркулює [ 239, Superwood 2017 ].

Використовуваний консервант складається з трьох органічних фунгіцидів: пропіконазолу, тебуконазолу та 3-йодо-2-пропілбутилкарбамату (IPBC) та в'язучої речовини, яка зв'язує активні речовини й надає деревині водовідштовхувальний ефект [ 239, Superwood 2017 ].

Після цього просочена деревина має той же відсоток вологості й ті ж механічні властивості, що до обробки. Деревина може бути спрямована на постачання та не потребує додаткової фіксації або сушіння перед використанням. Деревина, отримана в цьому процесі, придатна для виробництва нішевих продуктів для надземного використання, наприклад, для облицювання фасадів. Її не можна використовувати в постійному контакті з ґрунтом або водою, а також не можна використовувати в прямому контакті з харчовими продуктами [ 239, Superwood 2017 ].

Подібно до рідин, надкритичний CO<sub>2</sub> має високу густину, що дає змогу розчиняти біоциди. Проте надкритичний CO<sub>2</sub> немає поверхневого натягу, а в'язкість ближче до в'язкості газів. Отже, надкритичний CO<sub>2</sub> проникає в деревину легше, ніж рідкі розчинники, що дає змогу просочувати більш несприйнятливі породи деревини, як-от ялина, які важко просочити рідкими розчинниками. Ще одна характерна риса, яка відрізняє процес просочення надкритичним CO<sub>2</sub> від звичайних технологій просочення рідиною, полягає в тому, що цей процес є процесом сухого просочення. Оскільки надкритичний CO<sub>2</sub>, є газом, він не змочує деревину, і деревина залишається сухою до, під час та після просочення. Оскільки після просочення деревина суха, контроль якості поглинання хімічних речовин не може бути здійснений просто шляхом зважування деревини, а має здійснюватися шляхом хімічного аналізу. Надкритичний CO<sub>2</sub> діє як неполярний розчинник і не дозволяє просочувати деревину іонами металів, як-от мідь або бор. Отже, вибір доступних активних речовин для надкритичного просочення деревини обмежений молекулами, які можуть розчинитися в надкритичному CO<sub>2</sub>, зазвичай органічними молекулами [ 240, Denmark 2017 ].

#### **Досягнуті екологічні переваги**

- Не використовуються розчинники або важкі метали.
- Стічні води не утворюються.
- Після обробки деревина суха, і краплі не будуть стікати (знижується ризик забруднення ґрунту та підземних вод) [ 240, Denmark 2017 ].

#### **Екологічна ефективність та інформація про функціонування**

На визнання потенційних екологічних переваг Superwood (Завод DK-2) був нагороджений Європейською премією за захист довкілля у 2002 році [ 240, Denmark 2017 ].

#### **Вплив на різні компоненти довкілля**

Рівні тиску, які застосовуються для процесу з надкритичним вуглекислим газом, приблизно в сім разів вищі, ніж у звичайних процесах обробки під тиском [ 240, Denmark 2017 ].

#### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Необхідне спеціальне планування заводу [ 240, Denmark 2017 ].

Застосовується до нових заводів або капітально модернізованих наявних заводів. Застосовність може бути обмежена через вимоги до якості або специфікації продукту.

#### **Стимул до впровадження**

Не використовуються розчинники. Не використовуються важкі метали. Немає потреби в зоні стікання крапель/фіксації [ 240, Denmark 2017 ].

#### **Приклади заводів**

Завод DK-2 у [ 236, TWG 2017 ].

#### **Довідкова література**

[ 236, TWG 2017 ] [ 239, Superwood 2017 ] [ 240, Denmark 2017 ]



## 19.7 Очищення відхідних газів

### 19.7.1 Вугільні адсорбційні труби з електричним нагрівом

#### Опис

Вугільні адсорбційні труби можуть бути встановлені на окремих лініях друку/нанесення покриття та використовуватися для адсорбції ЛОС. Потім ЛОС можна відновити шляхом пропускання струму через електропровідні вугільні труби.

#### Приклади заводів

У Великій Британії невеликі випробування виявились успішними.

#### Довідкова література

[ 38, TWG 2004 ]

## 19.8 Очищення відпрацьованих вод

### 19.8.1 Камера для фарбування розпиленням із мокрим відділенням та частинками SiO<sub>2</sub>

#### Опис

Надлишок розпилення в камері фарбування розпиленням, де на поверхні розпилюються фарбові матеріали, можна затримувати шляхом застосування водяної завіси. Суміш води та фарби вловлюється й обробляється в резервуарі під камерою фарбування розпиленням. Частинки SiO<sub>2</sub> додаються до резервуара з водою і плавають на поверхні, поглинаючи частинки фарби. Коли частинки SiO<sub>2</sub> насичуються фарбою, вони видаляються з резервуара та відновлюються як нова фарба.

#### Досягнуті екологічні переваги

Викиди ЛОС скорочуються, а відновлена фарба та частинки SiO<sub>2</sub> можуть бути повторно використані в новій фарбі.

#### Екологічна ефективність та інформація про функціонування

Процес повністю розроблений та готовий до комерціалізації; проте досі не доступний у великих масштабах.

#### Вплив на різні компоненти довкілля

Виникнення стічних вод, які часто можна використовувати повторно.

#### Технічні особливості, пов'язані із застосуванням

Камера для фарбування розпиленням із мокрим відділенням є поширеною практикою у фарбуванні деревини та меблів, а також в автомобільній промисловості. Вони застосовні до фарб на водній основі та на основі розчинників.

Технологія наразі не застосовується на комерційному рівні.

#### Економічні аспекти

Поки невідомі.

#### Довідкова література

[ 27, VITO 2003 ]

---

---

## 20 ПРИКІНЦЕВІ ЗАУВАЖЕННЯ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ПОДАЛЬШОЇ РОБОТИ

### Терміни процесу перегляду

Основні етапи процесу перегляду узагальнені в Таблиці 20.1 нижче.

**Таблиця 20.1: Основні етапи процесу перегляду ДД НДТМ для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників**

| Основні етапи   | Дата                             |
|---|----------------------------------|
| Відновлення ТРГ   | 10 грудня 2014 р.                |
| Висловлювання вихідних положень   | 26 червня 2015 р.                |
| Стартова нарада   | 16–19 листопада 2015 р.          |
| Складання анкети  | Грудень 2015 р. – липень 2016 р. |
| Збір даних та інформації  | Липень — жовтень 2016 р.         |
| Проект 1 (П1) ДД НДТМ для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників | жовтень 2017 року                |
| Кінець періоду для коментарів до Проекту 1 (приблизно 2512 коментарів)            | 15 грудня 2017 р.                |
| Підсумкова зустріч ТРГ  | 10–14 грудня 2018 р.             |

У процесі перегляду ДД НДТМ було відвідано загалом 13 заводів у Бельгії, Франції, Німеччині, Італії, Нідерландах та Великій Британії.

Крім того, було організовано три заходи для покращення обміну інформацією:

- вебінар у червні 2016 р. для завершення оформлення шаблону анкети;
- вебінар у лютому 2017 р. за даними, зібраними за допомогою анкет;
- неофіційна зустріч ТРГ у червні 2018 р. для обміну думками щодо даних для перегляду ДД НДТМ для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників перед підсумковою зустріччю ТРГ.

### Джерела інформації та інформаційні прогалини

Основними джерелами інформації для процесу перегляду були:

- науково-технічна література;
- 196 заповнених анкет операторів заводів із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників та хімічного захисту деревини та деревних продуктів;
- додаткова інформація від членів ТРГ;
- 2 512 коментарів щодо Проекту 1 ДД НДТМ для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників;
- інформація, зібрана під час відвідувань об'єктів;
- результати семінару та вебінарів, згаданих вище.

Загалом в інформаційній системі щодо НДТМ (BATIS) розміщено близько 400 документів, і на більшість із них є посилання в ДД НДТМ для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, перегляд якого здійснюється.

### Ступінь консенсусу, досягнутого під час обміну інформацією

На завершальній зустрічі ТРГ у грудні 2018 р. було досягнуто високого ступеня консенсусу з більшістю висновків щодо НДТМ. Проте було висловлено 17 протилежних думок, що відповідають умовам, викладеним у Розділі 4.6.2.3.2 Виконавчого рішення Комісії 2012/119/ЄС. Вони узагальнені в Таблиці 20.2 нижче.

Таблиця 20.2: Виражені протилежні думки

| Висновок щодо НДТМ / номер таблиці | Протилежна думка   | Точку зору висловили   | Запропонований альтернативний рівень (якщо є)  |
|------------------------------------|--|--|--|
| -                                  | Виправити НДТМ 4 переглянутої версії ПІ у висновках щодо НДТМ, зазначивши, що «Використання Cr(VI) в операціях (попередньої) обробки та нанесення покриття не є НДТМ», та змінити її застосовність.  | ЕЕВ  | НД   |
| НДТМ 11                            | Обмеження безперервного моніторингу димовими трубами, підключеними до системи очищення відпрацьованих газів.<br><br>Поширення застосування виноски (2) на будь-яку димову трубу із навантаженням ЗЛОВ до 10 кг С/год та на димові труби з без застосування методів усунення забруднення доквілля.  | ESVOC, ACEA, AFERA, CEFIC, ECCA, EWWG, FPE, INTERGRAF, MPE, ORGALIM, ASD, Словаччина | НД   |
|                                    | Збільшення частоти моніторингу для будь-якої димової труби з навантаженням ЗЛОВ < 10 кг С/год до одного разу на 3 місяці.<br><br>Зміна виноска (2) на «У випадку навантаження ЗЛОВ менше ніж 4 тонн/рік протягом 2-річного періоду або менше ніж 0,1 кг С/год, або в разі стабільного навантаження ЛОС, що не піддається скороченню, менше ніж 0,3 кг С/год періодичність моніторингу може бути знижена до одного разу на рік за умови, що газовий потік не містить речовин CMR або SVHC». | ЕЕВ  | НД   |
|                                    | Збільшення частоти моніторингу викидів DMF у відпрацьованих газах принаймні до одного разу на місяць.  | ЕЕВ  | НД   |
| НДТМ 17, Таблиця 18.1              | Зменшення верхнього значення діапазону ВАТ-АЕЛ для викидів NO <sub>x</sub> у відпрацьованих газах від термічного очищення відхідних газів.   | DE   | 100 мг/Нм <sup>3</sup>   |
| НДТМ 18, Таблиця 18.2              | Збільшення верхнього значення діапазону ВАТ-АЕЛ для викидів пилу для наявних заводів, які використовують мокрі скрубери.   | ACEA   | 5 мг/Нм <sup>3</sup>   |
| НДТМ 19, Таблиця 18.3              | Встановлення окремих ВАТ-АЕPL для споживання газу та електроенергії.   | INTERGRAF  | Для споживання газу: < 9 Вт-год/м <sup>2</sup><br><br>Для споживання електроенергії: < 4–8 Вт-год/м <sup>2</sup>   |
| НДТМ 21, Таблиця 18.5              | Зменшення верхнього значення діапазону ВАТ-АЕЛ для TSS.  | ЕЕВ  | 20 мг/л  |
| НДТМ 21, Таблиця 18.5 та 18.6      | Зменшення верхнього значення діапазону ВАТ-АЕЛ для нікелю для прямих та непрямих скидань.  | ЕЕВ  | 0,2 мг/л   |
| НДТМ 24, Таблиця 18.7              | Збільшення верхнього значення діапазону ВАТ-АЕЛ для загальних викидів ЛОС для нанесення покриття на легкові автомобілі для наявних заводів.  | Велика Британія, ACEA, Словаччина  | 35 г/м <sup>2</sup>  |
|                                    | Збільшення верхнього значення діапазону ВАТ-АЕЛ для загальних викидів ЛОС для нанесення покриття на легкові автомобілі для нових заводів.  | Велика Британія, ACEA  | 25 г/м <sup>2</sup>  |
|                                    | Зниження верхнього значення діапазону ВАТ-АЕЛ для загальних викидів ЛОС для нанесення покриття на транспортні засоби для наявних заводів.  | ЕЕВ  | Легкові автомобілі: 20 г/м <sup>2</sup><br>Фургони: 35 г/м <sup>2</sup><br>Вантажні автомобілі (шасі вантажних автомобілів) та кабіни вантажних автомобілів: 20 г/м <sup>2</sup> |

|                           |  |                        |   |
|---------------------------|--|------------------------|---|
|                           |  |                        | Автобуси: 100 г/м <sup>2</sup>                      |
| НДТМ 25,<br>Таблиця 18.12 | Збільшення ВАТ-АЕЛ для загальних викидів ЛОС для нанесення покриття на кораблі та яхти.  | ORGALIM,<br>Португалія | < 0,45 кг ЛОС/кг<br>вхідного потоку<br>твердої маси |
| Таблиця 18.14             | Збільшення верхнього значення діапазону ВАТ-АЕЛ для неорганізованих викидів ЛОС для нанесення покриття на рулонний метал до 8% від вхідного потоку розчинника. | ЕССА                   | 6,4% від вхідного<br>потоку розчинника              |
| Таблиця 18.15             | Збільшення верхнього значення діапазону ВАТ-АЕЛ для викидів ЛОС у відпрацьованих газах для нанесення покриття на рулонний метал.                               | ЕССА                   | 30 мг С/Нм <sup>3</sup>                             |
| Таблиця 18.19             | Збільшення верхнього значення діапазону ВАТ-АЕЛ для викидів ЛОС у відпрацьованих газах для нанесення покриття текстиль, фольгу та папір.                       | EURATEX                | 25 мг С/Нм <sup>3</sup>                             |
| Таблиця 18.36             | Зміна діапазону ВАТ-АЕЛ для викидів ЛОС у відпрацьованих газах від обробки креозотом та розчинниками.  | ЕЕВ                    | < 1–4 С/Нм <sup>3</sup>                             |

### Консультації Форуму та наступна процедура офіційного прийняття Висновків щодо НДТМ

Відповідно до Статті 13(3) Директиви Форум висловив свою думку щодо проекту Довідкового документа за найкращими доступними технологіями та методами управління (НДТМ) для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, у тому числі хімічного захисту деревини та деревних продуктів на своєму засіданні 14 жовтня 2019 року.

1. Форум прийняв наданий Комісією проєкт Довідкового документа за найкращими доступними технологіями та методами управління (НДТМ) для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, у тому числі хімічного захисту деревини та деревних продуктів.
2. Форум узяв до уваги обговорення, що відбулися на його засіданні 14 жовтня 2019 р., та погодився з тим, що зміни до проєкту Довідкового документа за найкращими доступними технологіями та методами управління (НДТМ) для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, у тому числі хімічного захисту деревини та деревних продуктів, запропоновані в Додатку А, мають бути включені до остаточного варіанта документа.
3. Форум підтвердив, що коментарі в Додатку В репрезентують думку деяких членів форуму, але щодо яких на форумі не досягнуто консенсусу для включення їх до остаточного варіанта документа.

Згодом Комісія взяла до уваги думку Форуму за Статтею 13 ДПВ під час підготовки проєкту Виконавчого рішення Комісії, що встановлює висновки щодо найкращих доступних технологій (НДТМ) для галузей поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників (у тому числі хімічного захисту деревини та деревних продуктів). Комітет за Статтею 75 ДПВ у ході письмової процедури, що тривала до 17 квітня 2020 року, дав позитивний висновок щодо цього проєкту Виконавчого рішення Комісії.

Згодом Виконавче рішення Комісії (ЄС), що встановлює висновки щодо найкращих доступних технологій (НДТМ) для галузей поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників (у тому числі хімічного захисту деревини та деревних продуктів), було ухвалено 22 червня 2020 року та опубліковано в Офіційному віснику Європейського Союзу (OJ L 414, 09.12.2020 р., стор. 19).

### Рекомендації для подальшої роботи

Обмін інформацією виявив низку питань, які мають бути розглянуті під час наступного перегляду ДД НДТМ для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників. Рекомендації для наступного перегляду передбачають:

- Стосовно питомого споживання енергії:
  - зібрати інформацію про нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі, кабіни вантажних автомобілів та автобуси;
  - зібрати інформацію про нанесення покриття на рулонний метал, коли використовується третя піч;
  - зібрати інформацію про рулонний офсетний друк із температурним закріпленням;

додатково уточнити одиницю «м<sup>2</sup> друкованої поверхні», яка використовується для ВАТ-АЕPL поліграфічних секторів (рулонний офсетний друк із температурним закріпленням, флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк, публікаційний ротогравюрний друк).

- Стосовно питомого споживання води:
  - зібрати інформацію про нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі, кабіни вантажних автомобілів та автобуси;
  - зібрати інформацію щодо сектору нанесення покриття на транспортні засоби у «м<sup>3</sup> спожитої води на м<sup>2</sup> покритої поверхні»;
  - зібрати інформацію про нанесення покриття на інші банки, у тому числі банки для харчових продуктів, для сектору друку та нанесення покриття на металеву упаковку.
- Стосовно видалення та очищення відхідних газів:
  - зібрати інформацію про умови, за яких НДТМ передбачають закриття діяльності з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників або видалення та очищення відхідних газів.
- Стосовно загальних викидів ЛОС від нанесення покриття на транспортні засоби:
  - зібрати інформацію про нанесення покриття на вантажні автомобілі та автобуси.
- Стосовно питомої кількості відходів, що спрямовуються за межі об'єкта від нанесення покриття на транспортні засоби:
  - вивчити рівні кількості відходів, особливо щодо відходів, що утворюються, і відходів, що спрямовуються на утилізацію.
- Стосовно нанесення покриття на кораблі та яхти:
  - зібрати інформацію про загальні викиди ЛОС.
- Стосовно нанесення покриття на повітряні судна:
  - зібрати інформацію про реальний вміст ЛОС у покриттях.
- Стосовно нанесення покриття на рулонний метал:
  - зібрати інформацію про вплив типу продукту (наприклад, товщини покриття) на рівні викидів ЛОС у відпрацьованих газах.
- Стосовно виробництва клейкої стрічки:
  - зібрати інформацію про загальні викиди ЛОС, виражені як «на кг вхідного потоку твердої маси», з метою вираження ВАТ-АЕL для загальних викидів ЛОС на цій установці;
  - зібрати інформацію про загальні викиди ЛОС та викиди ЛОС у відпрацьованих газах від виробництва пластикових плівок, що використовуються для тимчасового захисту поверхні.
- Стосовно виробництва обмоткового дроту:
  - зібрати інформацію про викиди ЛОС у відпрацьованих газах від нанесення покриття на обмоткові дроти із середнім діаметром менше ніж 0,1 мм.
- Стосовно рулонного офсетного друку з температурним закріпленням:
  - зібрати інформацію про використання технології «офсетного друку без зволоження».
- Стосовно хімічного захисту деревини та деревних продуктів:
  - зібрати інформацію про використання технологій заміщення (наприклад, хімічне облагороджування деревини, термічне облагороджування деревини, процес із надкритичним CO<sub>2</sub>)
  - зібрати інформацію про викиди ЛОС у відпрацьованих газах та склад відпрацьованих газів від обробки як креозотом, так і на основі розчинників.

#### **Запропоновані теми для майбутніх досліджень та розробок**

Комісія запускає та підтримує в межах своїх програм науково-технічних розробок серію проектів, пов'язаних із чистими технологіями, перспективними технологіями обробки та переробки стічних вод та стратегіями управління виробництвом. Потенційно ці проекти можуть зробити корисний внесок у майбутні перегляди ДД НДТМ. Тому читачам пропонується інформувати Європейське бюро комплексного запобігання та контролю забруднення про будь-які результати досліджень, що стосуються сфери застосування цього документа (див. також п'ятий розділ передмови до цього документа).

## 21 ДОДАТКИ

### 21.1 Збір даних та представлення даних

#### 21.1.1 Розподіл заводів, що беруть участь у зборі даних щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників/хімічного захисту деревини за секторами та країнами

Усього в зборі даних щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників/хімічного захисту деревини взяли участь 196 заводів (у тому числі заводи для діяльності з хімічного захисту деревини) у всій Європі, які надали заповнені анкети.

На наступних рисунках надано розподіл заводів, що брали участь у зборі даних щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників/хімічного захисту деревини (за країнами та секторами).

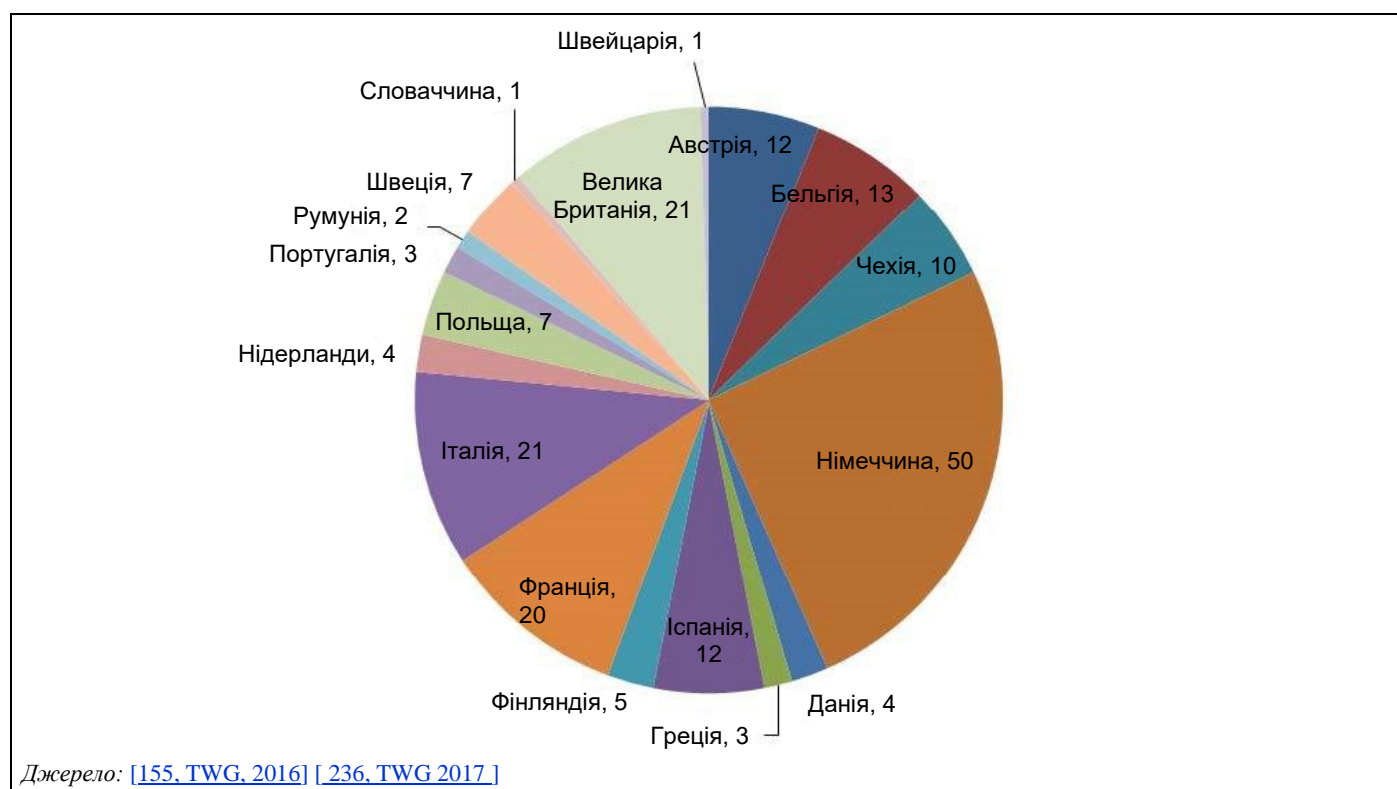
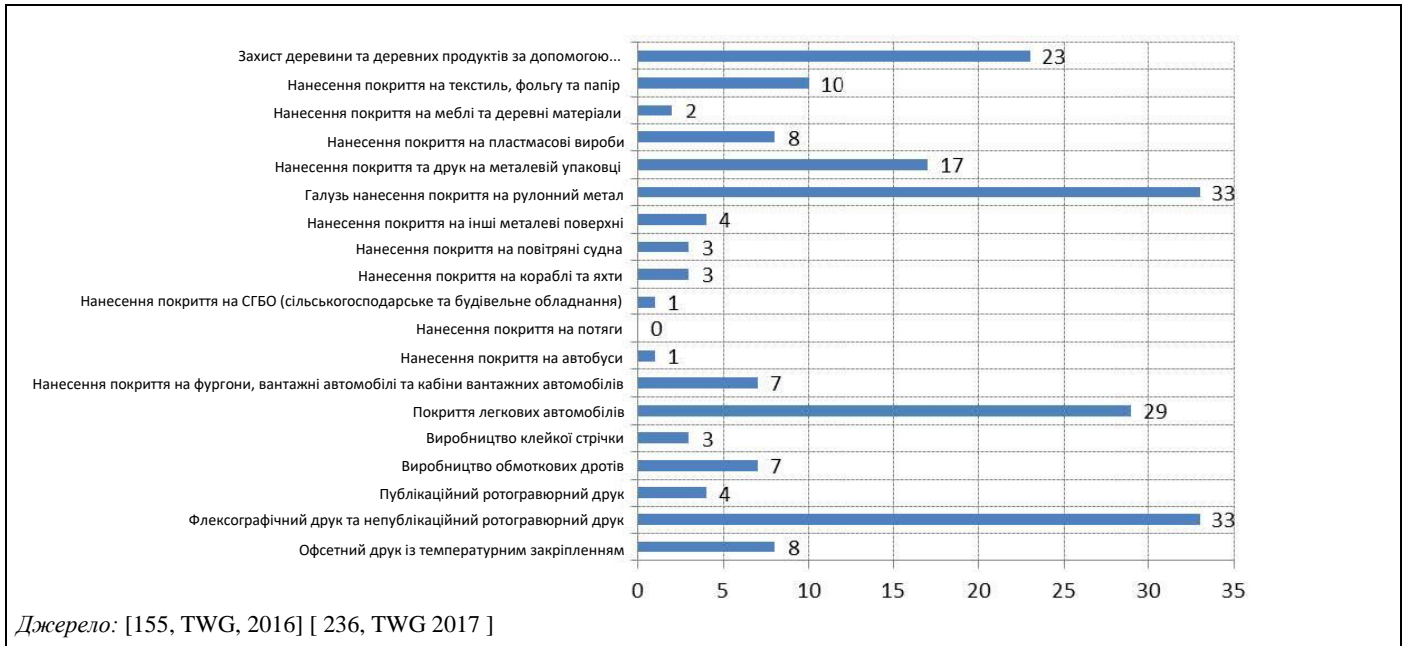


Рисунок 21.1: Кількість заводів, що беруть участь у зборі даних щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників/хімічного захисту деревини за країнами



**Рисунок 21.2: Кількість заводів, що беруть участь у зборі даних щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників/хімічного захисту деревини за секторами**



## 21.1.2 Список заводів, що беруть участь у зборі інформації щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників

| Кодовий номер | Основний сектор поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників | Країна | Установка / Об'єкт / Найменування лінії     | Найменування компанії                       | Місто                      |
|---------------|---|--------|---|---|----------------------------|
| 001           | Рулонний офсетний друк із температурним закріпленням                    | ES     | Altair                                      | Altair                                      | Сесенья (Тоledo)           |
| 002           | Рулонний офсетний друк із температурним закріпленням                    | ES     | ROTOCOBRHI SAU                              | ROTOCOBRHI SAU                              | Трес-Кантос - Мадрид       |
| 003           | Рулонний офсетний друк із температурним закріпленням                    | IT     | Coptip Industrie Grafiche Soc. Coop. A R.L. | Coptip Industrie Grafiche Soc. Coop. A R.L. | Модена (провінція Модена)  |
| 004           | Рулонний офсетний друк із температурним закріпленням                    | PT     | Lidergraf                                   | Lidergraf                                   | Віла-ду-Конде              |
| 005           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | AT     | Jodl Verpackungen GmbH                      | Jodl Verpackungen GmbH                      | Ленцинг                    |
| 006           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | AT     | TANN Papier GmbH                            | TANN Papier GmbH                            | Траун                      |
| 007           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | AT     | PAWAG Verpackungen GmbH                     | PAWAG Verpackungen GmbH                     | Вольфурт                   |
| 008           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | AT     | Lenzing Plastics GmbH                       | Lenzing Plastics GmbH                       | Ленцинг                    |
| 009           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | AT     | Constantia Teich, Австрія                   | Constantia Teich, Австрія                   | Мюльгофен                  |
| 010           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | AT     | Mondi                                       | Mondi                                       | Корнойбург                 |
| 011           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | BE     | Chiyoda Europe, Генк                        | Chiyoda Europe                              | Генк                       |
| 012           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | DE     | Constantia Hueck Weiden                     | Hueck                                       | Піркмюле                   |
| 013           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | DE     | Constantia-HuN-Hann-Muenden                 | Haendler & Natermann GmbH                   | Ганноверш-Мюнден           |
| 014           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | DE     | Rahning GmbH & Co. KG                       | Rahning GmbH & Co.KG                        | Бюнде                      |
| 015           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | DE     | AF Rinteln                                  | Amcor Flexibles                             | Рінтельн                   |
| 016           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | DK     | Danapak Flexibles A/S                       | Danapak Flexibles A/S                       | Слагельсе                  |
| 017           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | EL     | Komotini's Factory                          | Alfa Beta Roto SA                           | Комотіні, Фракія           |
| 018           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | ES     | ENPLATER                                    | Envases Plásticos del Ter, SA               | Турруеля-да-Монтрі         |
| 019           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | FR     | Amcor Tobacco Packaging France SAS          | AMCOR                                       | Юнгерсайм                  |
| 020           | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк              | IT     | Goglio, Даверіо                             | Goglio S.p.A.                               | Даверіо (провінція Варезе) |

|     |  |    |   |   |                                   |
|-----|--|----|---|---|-----------------------------------|
| 021 | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк | IT | Gruppo Fabbri Vignola S.p.A.  | Gruppo Fabbri Vignola S.p.A.                    | Віньйола (провінція Модена)       |
| 022 | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк | IT | Safta S.p.A.  | Gualapack Group                                 | П'яченца                          |
| 023 | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк | IT | Centroplast S.p.A.  | Centroplast S.p.A.                              | Мельдола (провінція Форлі-Чезена) |
| 024 | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк | IT | Завод із виробництва гнучкої, друкованої, ламінованої та різаної упаковки | Sidac S.p.A.                                    | Форлі                             |
| 025 | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк | IT | AF Lugo   | Amcor Flexibles                                 | Луго-ді-Віченца                   |
| 026 | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк | NL | Flexoplast BV   | Flexoplast BV                                   | Гарлінген                         |
| 027 | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк | PL | Emsur Polska SP. Z.O.O.   | Emsur Polska SP. Z.O.O.                         | Юзефув                            |
| 028 | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк | PL | Constantia Teich, Польща  | Teich Poland                                    | Роговець                          |
| 030 | Публікаційний ротогравюрний друк                           | FI | Helprint Oy   | Circleprinters                                  | Міккелі                           |
| 031 | Публікаційний ротогравюрний друк                           | UK | Bertelsmann Printing Group  | Prinovis UK                                     | Ліверпуль                         |
| 032 | Виробництво обмоткових дротів                              | AT | Asta Elektrodraht GmbH & Co KG  | Asta Elektrodraht GmbH & Co KG                  | Ед                                |
| 033 | Виробництво обмоткових дротів                              | DE | Schwering & Hasse Elektrodraht  | Schwering & Hasse                               | Люгдє                             |
| 034 | Виробництво обмоткових дротів                              | DE | ESSEX Germany GmbH  | ESSEX Germany GmbH                              | Брамше                            |
| 035 | Виробництво обмоткових дротів                              | SE | Dahrentrad  | Dahrentrad                                      | Юнслунд                           |
| 036 | Виробництво клейкої стрічки                                | AT | Müroll Papier und Kunststoffverarbeitung GmbH ЛІНІЯ 1                     | Müroll Papier und Kunststoffverarbeitung GmbH   | Фрастанц                          |
| 038 | Покриття легкових автомобілів                              | AT | Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG  | Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG                  | Грац                              |
| 039 | Покриття легкових автомобілів                              | BE | Volvo Cars Gent   | Volvo Cars Gent                                 | Гент                              |
| 040 | Покриття легкових автомобілів                              | BE | Audi, Брюссель  | VWAG – Audi                                     | Брюссель                          |
| 041 | Покриття легкових автомобілів                              | CZ | Hyundai Manufacturing Czech S.R.O.  | Hyundai Manufacturing Czech S.R.O.              | Нижні-Льготи                      |
| 042 | Покриття легкових автомобілів                              | CZ | Фарбувальний цех заводу Skoda, Млада Болеслав                             | Škoda Auto A.S.                                 | Млада Болеслав                    |
| 043 | Покриття легкових автомобілів                              | CZ | Фарбувальний цех заводу Skoda, Квасіни                                    | Škoda Auto A.S.                                 | Квасіни                           |
| 044 | Покриття легкових автомобілів                              | CZ | Toyota Peugeot Citroen Automobile Czech, S.R.O.                           | Toyota Peugeot Citroen Automobile Czech, S.R.O. | Колін                             |
| 045 | Покриття легкових автомобілів                              | DE | VWAG – VW, Емден  | VWAG – VW                                       | Емден                             |
| 046 | Покриття легкових автомобілів                              | DE | VWAG – VW, Ганновер   | VWAG – VW                                       | Ганновер                          |

|     |  |    |                                     |                               |                                    |
|-----|--|----|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 047 | Покриття легкових автомобілів  | DE | VWAG, Лейпциг                       | VWAG – Porsche                | Лейпциг                            |
| 048 | Покриття легкових автомобілів  | DE | BMW, Регенсбург                     | BMW Group                     | Регенсбург                         |
| 049 | Покриття легкових автомобілів  | DE | General Motors Europe, Рюссельсгайм | General Motors Europe         | Рюссельсгайм                       |
| 050 | Покриття легкових автомобілів  | DE | Daimler AG, Зіндельфінген           | Daimler AG                    | Зіндельфінген                      |
| 051 | Покриття легкових автомобілів  | ES | PSA Peugeot Citroen, Мадрид         | PSA Peugeot Citroen           | Мадрид                             |
| 052 | Покриття легкових автомобілів  | ES | PSA Peugeot Citroen, Біро           | PSA Peugeot Citroen           | Біро                               |
| 053 | Покриття легкових автомобілів  | ES | Renault Valladolid Montaje          | Renault                       | Вальядолід                         |
| 054 | Покриття легкових автомобілів  | ES | Volkswagen Navarra, S.A.U.          | Volkswagen Navarra, S.A.U.    | Арасурі                            |
| 055 | Покриття легкових автомобілів  | ES | Renault, Паленсія                   | Renault                       | Вільямур'ель-де-Серрато (Паленсія) |
| 056 | Покриття легкових автомобілів  | ES | Завод Opel, Сарагоса                | GM Spain                      | Сарагоса                           |
| 057 | Покриття легкових автомобілів  | ES | Seat, Марторель                     | Seat, S.A                     | Марторель                          |
| 058 | Покриття легкових автомобілів  | FR | Ренн / Шартр-де-Бретань             | PSA Peugeot Citroen           | Ренн / Шартр-де-Бретань            |
| 059 | Покриття легкових автомобілів  | IT | Завод FCA Melfi                     | FCA Melfi S.p.A.              | Мельфі                             |
| 060 | Нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажних автомобілів | PL | Volkswagen Poznań Sp. Z O.O.        | Volkswagen Poznań Sp. Z O.O.  | Познань                            |
| 061 | Покриття легкових автомобілів  | PT | Volkswagen Autoeuropa               | Volkswagen Autoeuropa         | Палмела                            |
| 062 | Покриття легкових автомобілів  | RO | Ford of Europe, Крайова             | Ford of Europe                | Крайова                            |
| 063 | Покриття легкових автомобілів  | RO | Renault SA, Міовень                 | Renault SA                    | Міовень                            |
| 064 | Покриття легкових автомобілів  | UK | General Motors Europe, Елсмір-Порт  | General Motors Europe         | Елсмір-Порт                        |
| 065 | Покриття легкових автомобілів  | UK | Nissan, Сандерленд                  | Nissan Motor Company          | Сандерленд                         |
| 066 | Нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажних автомобілів | AT | MAN Truck & Bus Österreich AG       | MAN Truck & Bus Österreich AG | Штайр                              |
| 067 | Нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажних автомобілів | DE | Daimler AG, Дюссельдорф             | Daimler AG                    | Дюссельдорф                        |
| 068 | Нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажних автомобілів | DE | Daimler AG, Верт                    | Daimler AG                    | Верт                               |
| 069 | Нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажних автомобілів | FR | Renault Sovab                       | Renault                       | Батії                              |
| 070 | Нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажних автомобілів | IT | Завод Sevel S.p.A., Атецца          | Sevel S.p.A.                  | Атецца (провінція К'єті)           |

|     |  |    |  |                                 |                            |
|-----|--|----|--|---------------------------------|----------------------------|
| 071 | Нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажних автомобілів | IT | Iveco, Суццара   | CNH Industrial                  | Суццара (провінція Мантуя) |
| 072 | Нанесення покриття на автобуси   | DE | Daimler AG, Ной-Ульм   | Daimler AG                      | Ной-Ульм                   |
| 073 | Нанесення покриття на сільськогосподарське та будівельне обладнання                | UK | JCB World Headquarters   | JC Bamford Excavators Limited   | Рочестер                   |
| 074 | Нанесення покриття на кораблі та яхти  | FI | Arctech Helsinki Shipyard Oy Yard  | Arctech Helsinki Shipyard Oy    | Гельсінкі                  |
| 075 | Нанесення покриття на кораблі та яхти  | PT | Mitrena Shipyard   | Lisnave – Estaleiros Navais, SA | Сетубал                    |
| 076 | Нанесення покриття на кораблі та яхти  | UK | A&P Falmouth Ltd   | A&P Falmouth Ltd                | Фалмут                     |
| 077 | Нанесення покриття на повітряні судна  | DE | Airbus Hamburg – Finkenwerder  | Airbus Operations GmbH          | Гамбург                    |
| 078 | Нанесення покриття на повітряні судна  | UK | Airbus Operations Ltd, Бротон  | Airbus Operations Ltd           | Бротон                     |
| 079 | Нанесення покриття на інші металеві поверхні                                       | DE | Thyssenkrupp Rasselstein GmbH TLA2 – лінія нанесення покриття для жерстяних листів   | Thyssenkrupp Rasselstein GmbH   | Андернах                   |
| 080 | Нанесення покриття на інші металеві поверхні                                       | DE | Thyssenkrupp Steel Europe AG, лінія нанесення покриття для товстих плит (Entzunderungs- und Farbspritzanlage – EFA Hüttenheim) | Thyssenkrupp Steel Europe AG    | Дуйсбург                   |
| 081 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | AT | Voestalpine Stahl GmbH, лінія 1, Лінц  | Voestalpine Stahl GmbH          | Лінц                       |
| 082 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | AT | Voestalpine Stahl GmbH, лінія 2, Лінц  | Voestalpine Stahl GmbH          | Лінц                       |
| 083 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | BE | Arcelor Mittal Belgium, Гел  | Arcelor Mittal Belgium          | Гел                        |
| 084 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | BE | Arcelormittal Belgium, Гент  | Arcelormittal Belgium           | Гент                       |
| 085 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | DE | BBA-2, Дуйсбург – Беккерверт   | ThyssenKrupp Steel              | Дуйсбург – Беккерверт      |
| 086 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | DE | EBA2, Беккерверт – Дуйсбург  | ThyssenKrupp Steel              | Дуйсбург – Беккерверт      |
| 087 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | DE | BBA3 Кройцталь   | ThyssenKrupp Steel              | Кройцталь - Айхен          |
| 088 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | DE | Ferdirf – Дуйсбург BBA4  | ThyssenKrupp Steel              | Дуйсбург                   |
| 089 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | DE | BNO, Бохум   | ThyssenKrupp Steel              | Бохум                      |
| 090 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | DE | Salzgitter   | Salzgitter Flachstahl GmbH      | Зальцгіттер                |
| 091 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | DE | Thyssenkrupp Rasselstein GmbH BEA – лінія нанесення покриття та ламінування для жерстяних рулонів                              | Thyssenkrupp Rasselstein GmbH   | Андернах                   |
| 092 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | EL | Завод Elval, Ойнофіта  | Elval SA                        | Ойнофіта                   |
| 093 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | EL | Завод VEPAL, Фіви  | VEPAL SA                        | Фіви                       |

|     |  |    |  |  |                                |
|-----|--|----|--|--|--------------------------------|
| 094 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал      | FI | SSAB Europe Oy, Гямеєнліна, лінія нанесення покриття на рулонний метал | SSAB   | Гямеєнліна                     |
| 095 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал      | FI | SSAB Europe Oy, Канкаанпя, лінія нанесення покриття на рулонний метал  | SSAB   | Канкаанпя                      |
| 096 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал      | FR | Arconic ALCOA  | Arconic ALCOA                                | Мерксайм                       |
| 097 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал      | FR | ArcelorMittal, Монтатер  | ArcelorMittal                                | Монтатер                       |
| 098 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал      | IT | Marcegaglia Carbon Steel S.p.A., Равенна                               | Marcegaglia Carbon Steel S.p.A.              | Равенна                        |
| 099 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал      | IT | ArcelorMittal, Пйомбіно  | ArcelorMittal                                | Пйомбіно                       |
| 100 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал      | NL | Euramax SPL Рурмонд  | Euramax                                      | Рурмонд                        |
| 101 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал      | NL | Hunter Douglas Europe, Роттердам                                       | Hunter Douglas Europe                        | Роттердам                      |
| 102 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал      | NL | Tata Steel, Еймейден   | Tata Steel                                   | Еймейден                       |
| 103 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал      | PL | ArcelorMittal Poland S.A., лінія 1 для нанесення органічного покриття  | ArcelorMittal Poland S.A.                    | Свентохловиці                  |
| 104 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал      | PL | ArcelorMittal Poland S.A., лінія 2 для нанесення органічного покриття  | ArcelorMittal Poland S.A.                    | Свентохловиці                  |
| 105 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал      | SK | U.S. Steel, Кошиці   | U.S. Steel                                   | Кошиці                         |
| 106 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал      | UK | Tata Steel, Дісайд, Флінтшир   | Tata Steel                                   | Дісайд, Флінтшир               |
| 108 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці | CZ | Ardagh, Скршивані  | Ardagh Metal Packaging Czech Republic s.r.o. | Скршивані                      |
| 109 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці | CZ | ALLTUB CEBTRAL EUROPE, Колін   | ALLTUB CEBTRAL EUROPE                        | Колін                          |
| 110 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці | DE | Ardagh Metal Packaging – Ерфтштадт                                     | Ardagh                                       | Ерфтштадт                      |
| 112 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці | DK | Glud & Marstrand A/S, Оденсе   | Glud & Marstrand A/S                         | Оденсе                         |
| 113 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці | FR | Ardagh – Ла-Флеш   | Ardagh – Ла-Флеш                             | Ла-Флеш                        |
| 114 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці | FR | Crown – Кюстін   | Crown – Кюстін                               | Кюстін                         |
| 115 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці | FR | Crown Emballage France Crown – Нант                                    | Crown Emballage France Crown – Нант          | Нант                           |
| 116 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці | IT | CROWN AEROSOLS ITALIA S.R.L.   | CROWN AEROSOLS ITALIA S.R.L.                 | Спіламберто (провінція Модена) |
| 117 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці | SE | Ball Beverage Packaging Fosie AB                                       | Ball Beverage Packaging Fosie AB             | Мальме                         |
| 118 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці | UK | Ботчербі   | CROWN Packaging UK plc                       | Карлайл                        |
| 119 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці | UK | Браунстон  | CROWN Packaging UK plc                       | Лестер                         |

|     |  |           |  |                                    |                               |
|-----|--|-----------|--|------------------------------------|-------------------------------|
| 120 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці           | UK        | Саттон-ін-Ашфілд                             | CROWN Aerosols UK Ltd              | Саттон-ін-Ашфілд              |
| 121 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці           | UK        | Ardagh Metal Packaging, Норвіч               | Ardagh Metal Packaging             | Норвіч                        |
| 122 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці           | UK        | Л11 та Л17, Скаторп                          | Can Pack UK                        | Скаторп                       |
| 123 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці           | UK        | Ardagh group, Рексем                         | Ardagh Group                       | Рексем                        |
| 124 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці           | UK        | Ardagh group, Раґбі                          | Ardagh Group                       | Раґбі                         |
| 125 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці           | UK        | Ball Beverage Packaging Europe – Мілтон-Кінз | Ball Beverage Packaging Europe BBP | Мілтон-Кінз                   |
| 126 | Нанесення покриття на пластмасові вироби                   | BE        | Plastal, Ґент                                | Plastal                            | Ґент                          |
| 127 | Флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк | CZ        | FATRA, a.s. Напаєдла                         | FATRA, a.s.                        | Напаєдла                      |
| 128 | Нанесення покриття на пластмасові вироби                   | CZ        | Automotive Lighting s.r.o. Їглава            | Automotive Lighting s.r.o.         | Їглава                        |
| 129 | Нанесення покриття на пластмасові вироби                   | CZ        | PLAKOR CZECH s.r.o.                          | PLAKOR CZECH s.r.o.                | Острава                       |
| 130 | Нанесення покриття на пластмасові вироби                   | CZ        | Magna Exteriors (Bohemia) s.r.o. Ліберець    | Magna Exteriors (Bohemia) s.r.o.   | Ліберець                      |
| 131 | Нанесення покриття на пластмасові вироби                   | IT        | Stabilimento V2 Vulcaflex SpA                | Vulcaflex SpA                      | Котіньола (провінція Равенна) |
| 132 | Нанесення покриття на пластмасові вироби                   | SE        | Plastal Arendal                              | Plastal Industri AB                | Ґетеборґ                      |
| 133 | Флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк | BE        | AMCOR FLEXIBLES TRANSPAC GENT BVBA           | AMCOR FLEXIBLES TRANSPAC GENT BVBA | Ґент                          |
| 134 | Нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір            | BE        | Sioen, Ардойе                                | Sioen Fabrics SA                   | Ардойе                        |
| 135 | Нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір            | BE        | Sioen, Мускрон                               | Sioen Fabrics SA                   | Мускрон                       |
| 136 | Нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір            | BE        | Vetex, Інґелмунстер                          | Vetex                              | Інґелмунстер                  |
| 137 | Нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір            | DE        | Eurofoil, Берлін                             | Eurofoil                           | Берлін                        |
| 138 | Нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір            | PL        | Sanwil Polska sp z o.o. Перемишль            | Sanwil Polska sp z o.o.            | Перемишль                     |
| 139 | Нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір            | UK        | Установка в Рексемі                          | Coveris Advanced Coatings          | Рексем                        |
| 140 | Нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір            | UK        | Dartex Coatings, Лонґ-Ітон                   | Dartex Coatings                    | Лонґ-Ітон                     |
| 141 | Нанесення покриття на меблі та деревні матеріали           | SE        | ІКЕА та члени ТРГ Швеції                     | IKEA Industry Älmhult AB           | Ельмґульт                     |
| 142 | Виробництво обмоткових дротів                              | Інша (CH) | Швейцарія – Electrisola Feindraht            | Швейцарія – Electrisola Feindraht  |                               |
| 143 | Публікаційний ротогравюрний друк                           | FR        | BurdaDruck France, Танн                      | BurdaDruck France                  | Танн                          |

|     |  |    |  |   |                        |
|-----|--|----|--|---|------------------------|
| 144 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | DE | Novelis Deutschland GmbH   | Novelis Deutschland GmbH                                    | Геттінген              |
| 145 | Нанесення покриття на повітряні судна  | FR | Airbus, Тулуза   | Airbus Operations France                                    | Тулуза                 |
| 146 | Покриття легкових автомобілів  | FR | Renault, Дюе   | Renault, Дюе  | Дюе                    |
| 147 | Нанесення покриття на фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажних автомобілів | FR | Renault, Мобеж   | Renault, Мобеж  | Мобеж                  |
| 148 | Рулонний офсетний друк із температурним закріпленням                               | DE | GD Gotha Druck und Verpackung GmbH & Co.KG   | GD Gotha Druck und Verpackung GmbH & Co. KG                 | Гюнтгерслебен-Вехмар   |
| 149 | Публікаційний ротогравюрний друк   | DE | Burda Druck GmbH   | Burda Druck GmbH  | Оффенбург              |
| 150 | Рулонний офсетний друк із температурним закріпленням                               | DE | WKS-Kraft- Schloetels_Essen  | WKS-Kraft-Schloetels  | Вассенберг             |
| 151 | Нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір                                    | DE | BSN medical GmbH   | BSN medical GmbH  | Гамбург                |
| 152 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | FR | Tata Steel, Мобеж  | Tata Steel  | Мобеж                  |
| 153 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | FR | NLMK Strasbourg  | NLMK Strasbourg   | Страсбург              |
| 154 | Рулонний офсетний друк із температурним закріпленням                               | DE | Nidermayer, Регенсбург   | Franz Anton Niedermayer GraphischeKunstanstalt GmbH & Co.KG | Nidermayer, Регенсбург |
| 155 | Флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк                         | DE | Bischof+Klein – Ленгеріх   | Bischof+Klein – Ленгеріх                                    | Ленгеріх               |
| 156 | Виробництво клейкої стрічки  | DE | Tesa, Гамбург  | tWHH – tesa Werk Hamburg GmbH                               | Гамбург                |
| 157 | Флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк                         | DE | Mondi Halle  | Mondi Halle GmbH  | Галле (Вестфалія)      |
| 158 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | DE | Huehoco  | Huehoco   | Вупперталь             |
| 159 | Флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк                         | DE | Debatin, Брухзаль  | Anton Debatin GmbH  | Брухзаль               |
| 160 | Виробництво обмоткових дротів  | ES | Ederfil Becker, Кооп. Е. (Леропрета)   | Ederfil Becker, Кооп.Е.                                     | Леропрета              |
| 161 | Флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк                         | FR | Amcor Flexibles, Монтрей-Белле   | Amcor Flexibles, Монтрей-Белле                              | Монтрей-Белле          |
| 162 | Рулонний офсетний друк із температурним закріпленням                               | DE | Neef + Stumme premium printing GmbH & Co. KG   | Neef + Stumme premium printing GmbH & Co. KG                | Вітінген               |
| 163 | Виробництво клейкої стрічки  | DE | monta Klebebandwerk GmbH, Імменштадт   | monta Klebebandwerk GmbH, Імменштадт                        | Імменштадт-ім-Альгой   |
| 164 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал  | DE | Hydro Aluminium Rolled Products GmbH, Завод 3 з нанесення покриття на рулонний метал | Hydro Aluminium Rolled Products GmbH                        | Гревенброх             |
| 165 | Нанесення покриття на інші металеві поверхні                                       | BE | ALRO N.V.  | ALRO N.V.   | Ділсен-Стоккем         |
| 166 | Нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір                                    | BE | Seyntex N.V. - Seyntexlaan 1   | Seyntex N.V.  | Тілт                   |

|     |  |    |  |   |                                    |
|-----|--|----|--|---|------------------------------------|
| 167 | Виробництво обмоткових дротів                              | IT | IRCE S.p.A., Імола (провінція Болонья) | IRCE S.p.A.                               | Імола (провінція Болонья)          |
| 168 | Флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк | IT | Masterpack S.p.A.                      | Masterpack S.p.A.                         | Веруно (провінція Новара), П'ємонт |
| 169 | Виробництво взуття   | IT | I.P.R S.p.A.                           | I.P.R. S.p.A.                             | Чивітанова-Марке                   |
| 170 | Виробництво взуття   | IT | Mondial Suole S.p.A.                   | Mondial Suole S.p.A.                      | Порто-Реканаті                     |
| 171 | Нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір            | IT | Chiorino S.p.A.                        | Chiorino S.p.A.                           | Б'єлла, П'ємонт                    |
| 172 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал                | BE | ArcelorMittal, Льєж                    | ArcelorMittal                             | Івоз-Рамет, Льєж                   |
| 173 | Галузь нанесення покриття на рулонний метал                | ES | ArcelorMittal, Лесака                  | ArcelorMittal España S.A.                 | Лесака                             |
| 174 | Флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк | DE | Coveris, Галле                         | Coveris Flexibles Deutschland GmbH        | Галле (Вестфалія)                  |
| 175 | Флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк | DE | Coveris, Варбург                       | Coveris Flexibles Deutschland GmbH        | Варбург                            |
| 176 | Нанесення покриття на інші металеві поверхні               | DE | EOT - Eibach Oberflächentechnik GmbH   | Eibach Oberflächentechnik GmbH            | Люденшайд                          |
| 177 | Нанесення покриття на меблі та деревні матеріали           | DE | Egger, Брілон                          | Egger Holzwerkstoffe Brilon GmbH & Co. KG | Брілон                             |
| -   | Нанесення покриття на автобуси                             | ES | Irizar S.Coop.- Лесета                 | Irizar S.Coop                             | Ормайстегі                         |



### 21.1.3 Список заводів, що беруть участь у зборі інформації щодо хімічного захисту деревини

| Скорочення / Код | Найменування установки/об'єкта           | Найменування компанії                | Країна | Місто            | Тип обробки              |
|------------------|--|--------------------------------------|--------|------------------|--------------------------|
| FR-1             | SNCF E.I.V                               | SNCF                                 | FR     | Б'яр-сюр-Сер     | Креозот                  |
| DE-5             | DB Schwellenwerk Schwandorf              | DB Netz AG Werk Oberbaustoffe Witten | DE     | Швандорф         | Креозот                  |
| PL-1             | Track Tec Lipa Sp. z o.o.                | Track Tec Lipa Sp. z o.o.            | PL     | Липа             | Креозот На водній основі |
| UK-1             | Calders & Grandidge                      | Calders & Grandidge                  | UK     | Бостон           | Креозот На водній основі |
| SE-1             | Octowood                                 | Octowood AB                          | SE     | Челарне          | Креозот На водній основі |
| FR-2             | FRANCE BOIS IMPREGNES                    | FRANCE BOIS IMPREGNES                | FR     | Буассе-ле-Монрон | Креозот На водній основі |
| DE-9             | Imprägnierwerk Wülknitz                  | Imprägnierwerk Wülknitz GmbH         | DE     | Вюлькніц         | Креозот На водній основі |
| DE-8             | Zimmer Zäune GmbH                        | Zimmer Zäune GmbH                    | DE     | Марінг-Нофіанд   | Креозот На водній основі |
| DK-1             | Frøslev Træ A/S                          | Frøslev Træ A/S                      | DK     | Падборг          | На водній основі         |
| UK-2             | Arch Timber Protection                   | Lonza                                | UK     | Вулвергемптон    | На водній основі         |
| UK-3             | Sodra Wood, Данді (колишня Crown Timber) | Sodra Wood, Данді                    | UK     | Данді            | На водній основі         |
| UK-4             | Windymains Sawmills                      | Glennon Brothers                     | UK     | Хамбі            | На водній основі         |
| IT-1             | Stella S.p.A                             | Stella S.p.A. ad Unico Socio         | IT     | Кунео            | На водній основі         |
| SE-2             | Bergs Timber Bitus                       | Bergs Timber Production AB           | SE     | Нюбру            | На водній основі         |
| SE-3             | Varberg Timber AB                        | Varberg Timber AB                    | SE     | Варберг          | На водній основі         |
| FR-3             | Société Forestière ORIEL                 | ORIEL                                | FR     | Корсьє           | На водній основі         |
| FR-4             | PIVETEAU BOIS                            | PIVETEAU BOIS                        | FR     | Сент-Флоренс     | На водній основі         |
| FI-1             | Ab Pâras Oy                              | Ab Pâras Oy                          | FI     | Круунупюу        | На водній основі         |
| DE-6             | Fürstenberg-THP GmbH / Гюфінген          | Fürstenberg-THP GmbH                 | DE     | Гюфінген         | На водній основі         |
| IT-2             | Margaritelli Ferroviaria SpA/Родалло     | Margaritelli Ferroviaria SpA/Родалло | IT     | Родалло          | На водній основі         |
| DE-7             | Klenk Holz AG, Werk Baruth               | Klenk Holz AG, Werk Baruth           | DE     | Барут (Марк)     | На водній основі         |
| FR-5             | ISB France                               | Groupe ISB – PBM Import              | FR     | Сен-Мало         | На водній основі         |
| DK-2             | Superwood A/S                            | Superwood A/S                        | DK     | Хампен           | CO2                      |

#### 21.1.4 Надання даних щодо викидів у відпрацьованих газах

У розділах, присвячених конкретним секторам, є графіки, що показують повідомлені рівні викидів ЛОС, пилю, NO<sub>x</sub> і СО у відхідних газах.

Загалом і на основі застосовуваної періодичності моніторингу був використаний такий підхід до повідомлення даних про викиди ЛОС, NO<sub>x</sub> і СО:

- Для періодичного моніторингу періодичність моніторингу вказана як «А/р», де А – це кількість вимірювань, які здійснюються на рік (р).
- Для заводів/точок викидів, що повідомляють про частоту моніторингу один раз на рік (1/рік) або рідше (наприклад, 1/2 роки, 1/3 роки), на відповідних графіках показані лише середні повідомлені значення концентрації, оскільки в цьому випадку передбачається, що максимальне й мінімальне значення представляють найвищі та найнижчі значення, виміряні під час одного заходу вимірювання.
- Для заводів/точок викидів, що повідомляють про частоту моніторингу двічі на рік (2/рік), на відповідних графіках показані лише повідомлені мінімальні та максимальні значення концентрації, які відповідають двом середнім значенням заходів вимірювання.
- Для заводів/точок викидів, що повідомляють про частоту моніторингу тричі на рік (3/рік) або більше (наприклад, 4/рік, 12/рік, безперервний), усі повідомлені значення концентрації (тобто середнє, мінімальне, максимальне та 95<sup>й</sup> перцентиль, якщо є) показані на відповідних графіках.

## 21.2 ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПОВІДОМЛЕНЕ ВИКОРИСТАННЯ НДТМ У РІЗНИХ СЕКТОРАХ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКІВ

[ 262, ESVOC et al. 2019 ]

У наступній таблиці міститься інформація, надана ТРГ із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників щодо поточного використання НДТМ, описаних у цьому документі для різних секторів поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників. Інформація в цій таблиці являє собою наявні знання ТРГ із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників щодо НДТМ, що наразі використовуються (на момент написання документа) у різних секторах поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників у країнах-членах Європейського Союзу. Вона не може розглядатися як показник застосовності цих НДТМ відповідно до Статті 3(10)(b) ДПВ. Інформацію про застосовність можна знайти в пунктах про застосовність глави про висновки щодо НДТМ цього документа (Глава 18), а також у детальних описах технологій у Главі 17 та/або в розділах X.4 для технологій за відповідними секторами, які необхідно враховувати у визначенні НДТМ.

Таблиця 21.1: ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПОВІДОМЛЕНЕ ВИКОРИСТАННЯ НДТМ У РІЗНИХ СЕКТОРАХ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКІВ

| Номер розділу довідкового документа | Найменування технології  | Нанесення покриття на транспортні засоби |         |                     |                              |          | Нанесення покриття на інші металеві та пластмасові поверхні | Нанесення покриття на рулонний метал | Виробництво обмоткового дроту | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці | Рулонний офсетний друк із температурним закріпленням | Флексографічний друк та непублікаційний ротогравюрний друк | Публікаційний ротогравюрний друк | Нанесення покриття на кораблі та яхти | Нанесення покриття на повітряні судна | Виробництво клейкої стрічки | Нанесення покриття на текстиль, фольгу та папір | Нанесення покриття на деревні поверхні | Відповідний номер НДТМ у Главі 18 |
|-------------------------------------|--|--|---------|---------------------|------------------------------|----------|---|--------------------------------------|-------------------------------|--|--|--|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---|--|-----------------------------------|
|                                     |  | Легкові автомобілі                       | Фургони | Вантажні автомобілі | Кабіни вантажних автомобілів | Автобуси |   |                                      |                               |  |  |  |                                  |                                       |                                       |                             |   |  |                                   |
| 17.2.1                              | Підготовка та реалізація плану запобігання та контролю витоків та розливів   | В  | В       | В                   | В                            | В        | В   | В                                    | В                             | В  | В  | В  | В                                | В                                     | В                                     | В                           | В   | В                                      | 5a                                |
| 17.2.2.1                            | Герметизація або накриття контейнерів та обвалована зона зберігання  | В  | В       | В                   | В                            | В        | В   | В                                    | В                             | В  | В  | В  | В                                | В                                     | В                                     | В                           | В   | В                                      | 5b                                |
| 17.2.2.2                            | Мінімізація зберігання шкідливих матеріалів у виробничих зонах   | В  | В       | В                   | В                            | В        | В   | В                                    | В                             | В  | В  | В  | В                                | В                                     | В                                     | В                           | В   | В                                      | 5c                                |
| 17.2.3.1                            | Технології запобігання витокам та розливам під час перекачування   | В  | В       | В                   | В                            | В        | В   | В                                    | В                             | В  | В  | В  | В                                | В                                     | В                                     | В                           | В   | В                                      | 5d                                |
| 17.2.3.2                            | Технології запобігання переливам під час перекачування   | В  | В       | В                   | В                            | В        | В   | В                                    | В                             | В  | В  | В  | В                                | В                                     | В                                     | В                           | В   | В                                      | 5e                                |
| 17.2.3.3                            | Вловлювання парів ЛОС під час доставляння матеріалів, що містять розчинник   | Н  | Н       | Н                   | Н                            | Н        | В   | В                                    | В                             | В  | Н  | В  | В                                | Н                                     | Н                                     | В                           | В   | В                                      | 5f                                |
| 17.2.3.4                            | Утримування розливів та/або швидке поглинання під час поводження з матеріалами, що містять розчинники  | В  | В       | В                   | В                            | В        | В   | В                                    | В                             | В  | В  | В  | В                                | В                                     | В                                     | В                           | В   | В                                      | 5g                                |
| 17.2.4.1                            | Удосконалена система змішування  | Н  | Н       | Н                   | Н                            | Н        | В   | В                                    | Н                             | В  | Н  | В  | Н                                | Н                                     | В                                     | В                           | В   | В                                      | 6b                                |
| 17.2.4.2                            | Централізоване подання матеріалів, що містять ЛОС (наприклад, друкарських фарб, покриттів, клейких речовин, очищувальних засобів)  | В  | В       | В                   | В                            | В        | В   | В                                    | В                             | В  | В  | В  | В                                | Н                                     | В                                     | В                           | Н   | В                                      | 6a                                |
| 17.2.4.3                            | Подання матеріалів, що містять ЛОС (наприклад, друкарських фарб, покриттів, клейких речовин, очищувальних засобів) у точці застосування з використанням закритої системи | В  | В       | В                   | В                            | В        | В   | В                                    | В                             | В  | В  | В  | В                                | В                                     | В                                     | В                           | В   | В                                      | 6c                                |
| 17.2.5                              | Автоматизація зміни кольору  | В  | В       | В                   | В                            | В        | В   | Н                                    | Н                             | Н  | Н  | В  | Н                                | Н                                     | Н                                     | Н                           | Н   | В                                      | 6d                                |
| 17.2.5                              | Нанесення за допомогою робота  | В  | В       | В                   | В                            | В        | В   | Н                                    | Н                             | Н  | Н  | Н  | Н                                | В                                     | В                                     | Н                           | Н   | В                                      | 7o                                |
| 17.2.5                              | Нанесення за допомогою машини  | В  | В       | Н                   | В                            | В        | В   | Н                                    | Н                             | В  | Н  | Н  | Н                                | В                                     | В                                     | Н                           | Н   | В                                      | 7p                                |
| 17.2.5.1                            | М'яке продування в розпиленні  | В  | Н       | Н                   | Н                            | Н        | Н   | Н                                    | Н                             | Н  | Н  | Н  | Н                                | Н                                     | В                                     | Н                           | Н   | В                                      | 6f                                |
| 17.2.6                              | Визначення критично важливого обладнання   | В  | В       | В                   | В                            | В        | В   | В                                    | В                             | В  | В  | В  | В                                | В                                     | В                                     | В                           | В   | В                                      | 13a                               |
| 17.2.6                              | Перевірка, технічне обслуговування та моніторинг   | В  | В       | В                   | В                            | В        | В   | В                                    | В                             | В  | В  | В  | В                                | В                                     | В                                     | В                           | В   | В                                      | 13b                               |
| 17.3.2                              | Впровадження системи моніторингу розчинника  | В  | В       | В                   | В                            | В        | В   | В                                    | В                             | В  | В  | В  | Н                                | В                                     | В                                     | В                           | В   | В                                      | 10b                               |
| 17.3.3                              | Повна ідентифікація та кількісна оцінка відповідних вхідних та вихідних потоків розчинника, включно з відповідною невизначеністю   | В  | В       | В                   | В                            | В        | В   | В                                    | В                             | В  | В  | В  | В                                | В                                     | В                                     | В                           | В   | В                                      | 10a                               |

|          |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
|----------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| 17.3.4   | Моніторинг змін, які можуть вплинути на невизначеність даних балансу маси розчинника   | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | 10с |
| 17.4.1   | План використання водних ресурсів та аудити водних ресурсів  | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | В | В | В | В | Н | В | Н | В | Н | 20а |
| 17.4.3   | Зворотне касадне промивання  | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | В | 20b |
| 17.4.4   | Повторне використання та/або рециркуляція води   | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н | Н | В | В | Н | Н | Н | Н | В | 20с |
| 17.5.1   | План з енергоефективності  | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | 19а |
| 17.5.2   | Реєстрація балансу енергії   | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | 19b |
| 17.5.3   | Теплова ізоляція резервуарів та чанів, що містять охолоджені або нагріті рідини, а також спалювальних та парових систем  | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | Н | Н | В | В | Н | В | 19с |
| 17.5.4   | Регенерація тепла шляхом когенерації – СНР (комбіноване утворення тепла та електроенергії) або ССНР (комбіноване охолодження, утворення тепла та електроенергії) | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | В | В | Н | В | В | Н | В | В | Н | В | Н | 19d |
| 17.5.5   | Регенерація тепла з потоків гарячого газу  | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | В | В | В | В | 19е |
| 17.5.7   | Регулювання потоку технологічного повітря та відхідних газів   | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | 19f |
| 17.5.8   | Рециркуляція відхідних газів камери для фарбування розпиленням   | В | В | Н | В | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | В | 19g |
| 17.5.9   | Оптимізована циркуляція теплого повітря в камерах затвердіння для великого обсягу з використанням повітряного турбулізатора                                      | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | 19h |
| 17.6.1   | Використання сировини з низьким рівнем впливу на довкілля  | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | 3а  |
| 17.6.1   | Використання речовин, що не є ЛОС або є ЛОС із нижчою леткістю   | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | В | В | Н | В | В | В | Н | В | Н | 4h  |
| 17.6.2   | Оптимізація використання розчинників у процесі   | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | 3b  |
| 17.6.2.1 | Групування кольорів  | В | В | В | В | Н | В | В | Н | В | Н | В | Н | Н | Н | В | Н | В | Н | 6e  |
| 17.7.2.1 | Використання фарб / покриттів / лаків // друкарських фарб / клейких речовин на основі розчинника з високим вмістом твердих частинок                              | В | В | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | В | В | В | В | Н | В | Н | 4а  |
| 17.7.2.2 | Використання фарб / покриттів / друкарських фарб / лаків / клейких речовин на водній основі  | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н | В | Н | В | В | В | В | В | В | 4b  |
| 17.7.2.3 | Використання друкарських фарб / покриттів/ фарб / лаків / клейких речовин, що твердіють за допомогою випромінювання  | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | В | Н | В | Н | Н | В | В | Н | В | Н | 4с  |
| 17.7.2.4 | Використання двокомпонентних клейких речовин без вмісту розчинника   | В | В | В | В | В | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | В | В | В | Н | В | Н | 4d  |
| 17.7.2.5 | Використання термоклеїв  | В | В | В | В | В | Н | Н | Н | Н | Н | В | В | Н | В | В | В | В | В | 4e  |
| 17.7.2.6 | Використання порошкового покриття  | Н | Н | В | В | Н | В | В | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | 4f  |
| 17.7.2.8 | Нанесення ламінувальної плівки на стрічковий або рулонний метал  | Н | Н | Н | Н | Н | В | В | Н | В | Н | В | Н | Н | В | В | В | В | В | 4g  |
| 17.7.3.1 | Валкове нанесення  | Н | Н | Н | Н | Н | В | В | Н | В | Н | Н | Н | В | В | В | Н | В | Н | 7а  |
| 17.7.3.2 | Ракель над валиком   | Н | Н | Н | Н | Н | В | В | Н | В | Н | Н | Н | В | Н | В | В | В | В | 7b  |

|           |  |   |   |    |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |     |
|-----------|--|---|---|----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|-----|
| 17.7.3.3  | Нанесення покриттів на рулони за технологією «без промивання» («висихання на місці»)                   | Н | Н | Н  | Н | Н  | Н | В | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н  | В | Н | В | 7c  |
| 17.7.3.4  | Нанесення покриття поливанням (лиття)  | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н  | В | Н | В | 7d  |
| 17.7.3.6  | Електроосадження (ел. осадження)   | В | В | В  | В | В  | В | Н | Н | В | Н | Н | Н | В | Н  | Н | Н | Н | 7e  |
| 17.7.3.5  | Заливання  | В | В | Н  | Н | Н  | В | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н | В | 7f  |
| 17.7.3.7  | Коекструзія  | Н | Н | Н  | Н | Н  | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н  | В | Н | В | 7g  |
| 17.7.3.8  | Комбіноване безповітряно-повітряне розпилення.   | В | В | В  | В | В  | В | Н | Н | В | Н | Н | Н | В | Н  | Н | Н | В | 7h  |
| 17.7.3.9  | Пневматичне розпилення інертними газами  | В | Н | ІВ | Н | Н  | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н | Н | 7i  |
| 17.7.3.10 | Розпилення у великому об'ємі під низьким тиском (HVLP)   | В | В | В  | В | В  | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | ІВ | Н | Н | В | 7j  |
| 17.7.3.11 | Електростатичне розпилення (повністю автоматизоване)   | В | В | Н  | В | ІВ | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | ІВ | Н | Н | Н | 7k  |
| 17.7.3.12 | Електростатичне повітряне або безповітряне розпилення  | В | В | В  | В | В  | В | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | В  | Н | Н | В | 7l  |
| 17.7.3.13 | Гаряче розпилення  | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н  | Н | Н | В | 7m  |
| 17.7.3.14 | Застосування системи «розпилення, гумового валика і промивання» в процесі нанесення покриття на рулони | Н | Н | Н  | Н | Н  | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н | Н | 7n  |
| 17.8.1    | Конвективне сушіння/затвердіння за допомогою інертного газу  | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н  | В | Н | Н | 8a  |
| 17.8.2    | Індукційне сушіння/затвердіння   | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | В | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н | Н | 8b  |
| 17.8.3    | Сушіння за допомогою надвисокочастотного та високочастотного випромінювання                            | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | В  | Н | Н | В | 8c  |
| 17.8.5    | Затвердіння за допомогою випромінювання  | Н | Н | Н  | Н | В  | В | В | В | В | Н | В | Н | Н | В  | В | Н | В | 8d  |
| 17.8.4    | Комбіноване конвективне сушіння/сушіння інфрачервоним випромінюванням                                  | В | В | В  | В | В  | В | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | В  | В | В | В | 8e  |
| 17.8.6    | Конвективне сушіння/затвердіння в комбінації з регенерацією тепла                                      | В | В | В  | В | В  | В | В | В | В | В | В | В | Н | В  | Н | Н | В | 8f  |
| 17.9.2    | Захист зон та обладнання розпилення  | В | В | В  | В | В  | В | Н | Н | В | Н | В | В | В | В  | Н | Н | В | 9a  |
| 17.9.3    | Видалення твердих частинок перед повним очищенням  | В | В | В  | В | В  | В | В | В | В | Н | В | В | В | В  | Н | В | В | 9b  |
| 17.9.4    | Ручне очищення попередньо просоченими серветками   | В | В | В  | В | В  | В | В | В | В | Н | В | Н | Н | В  | Н | Н | В | 9c  |
| 17.9.5    | Використання низьколетких очищувальних засобів   | В | В | В  | В | В  | В | В | В | В | В | В | В | Н | В  | Н | В | В | 9d  |
| 17.9.6    | Очищення на основі води  | В | В | В  | В | В  | В | В | В | В | Н | В | Н | В | В  | Н | Н | В | 9e  |
| 17.9.7    | Закриті мийні машини   | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | В | Н | В | В | Н | В  | Н | Н | В | 9f  |
| 17.9.8    | Продування з відновленням розчинника   | В | В | В  | В | В  | В | В | Н | Н | Н | В | Н | В | В  | Н | В | В | 9g  |
| 17.9.9    | Очищення за допомогою розпилення води під високим тиском   | В | В | В  | В | В  | В | В | Н | Н | Н | В | Н | В | В  | Н | Н | В | 9h  |
| 17.9.10   | Ультразвукове очищення   | Н | Н | Н  | Н | Н  | Н | Н | Н | В | Н | В | Н | Н | Н  | Н | Н | Н | 9i  |
| 17.9.11   | Очищення сухим льодом (CO <sub>2</sub> )   | В | В |    | В | Н  | В | Н | Н | В | Н | В | В | Н | В  | Н | Н | Н | 9j  |
| 17.9.12   | Дробоструминне очищення пластмаси  | В | В | В  | В | В  | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н | Н | 9k  |
| 17.10.1   | Вибір, проєктування та оптимізація системи   | В | В | В  | В | В  | В | В | В | В | В | В | В | В | В  | В | В | В | 14a |
| 17.10.2.1 | Витяжка повітря якомога ближче до точки нанесення фарби/покриття                                       | В | В | В  | В | В  | В | В | Н | В | Н | В | В | Н | В  | В | В | В | 14b |

|                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| 17.10.2.2               | Витяжка повітря якомога ближче до місця приготування фарб/покриттів/друкарських фарб  | В | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н | В | Н | Н | В | В | В | В | 14c |
| 17.10.2.4               | Витяжка повітря з процесу сушіння/затвердіння   | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | В | В | В | 14d |
| 17.10.2.3               | Мінімізація неорганізованих викидів та втрат тепла з печей/сушарок або шляхом герметизації входу та виходу печей для затвердіння/сушарок, або шляхом застосування під час сушіння тиску нижче атмосферного. | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | В | В | В | 14e |
| 17.10.2.5               | Витяжка повітря із зони охолодження   | В | В | Н | Н | Н | Н | В | Н | В | В | В | В | Н | Н | В | Н | Н | Н | 14f |
| 17.10.2.6               | Витяжка повітря із зон зберігання сировини, розчинників та відходів, що містять розчинники  | Н | Н | Н | Н | В | Н | В | Н | В | Н | Н | В | В | В | В | В | В | Н | 14g |
| 17.10.2.7               | Витяжка повітря із зон очищення   | Н | Н | Н | Н | В | В | В | Н | В | Н | В | В | Н | В | В | В | В | В | 14h |
| 17.10.3.1               | Підтримання концентрації ЛОС, що спрямовуються в систему очищення відхідних газів, за допомогою частотно-регульованих приводів  | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н | В | В | Н | Н | Н | В | В | В | 16a |
| 17.10.3.2               | Внутрішня концентрація розчинників у відхідних газах  | В | В | В | В | В | В | В | Н | Н | Н | В | В | Н | Н | В | Н | В | В | 16b |
| 17.10.3.3               | Зовнішня концентрація розчинників у відхідних газах через адсорбцію   | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н | В | Н | Н | Н | Н | В | В | В | 16c |
| 17.10.3.4               | Технологія повітророзподільної камери для зменшення обсягу відпрацьованого газу   | Н | Н | Н | Н | В | В | В | Н | Н | В | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | 16d |
| 17.10.4.1               | Камера для фарбування розпиленням із мокрим відділенням (омивана імпульсна панель)  | Н | Н | В | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | В | В | 18a |
| 17.10.4.2               | Абсорбція за допомогою відповідної рідини (мокре скрубне очищення)  | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | В | В | 18b |
| 17.10.4.3               | Сухе відділення надлишку розпилення за допомогою матеріалу з попередньо нанесеним покриттям   | В | В | В | В | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | 18c |
| 17.10.4.4               | Сухе відділення надлишку розпилення за допомогою фільтрів   | В | В | В | В | В | В | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | В | В | 18d |
| 17.10.4.5               | Електростатичний фільтр   | В | В | Н | В | Н | В | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | 18e |
| 17.10.5.1               | Спрямування відпрацьованих газів на спалювальну установку   | Н | Н | Н | Н | Н | В | В | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | 15d |
| 17.10.5.2               | Термічне окиснення  | Н | Н | Н | Н | Н | В | В | Н | В | В | В | Н | Н | Н | В | Н | В | В | 15i |
| 17.10.5.3               | Рекуперативне термічне окиснення  | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | В | В | Н | Н | Н | В | В | В | В | 15e |
| 17.10.5.4–<br>17.10.5.5 | Регенеративний термічний окисник із кількома шарами або з безклапанним обертовим повітророзподільником  | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | Н | Н | Н | В | В | В | В | 15f |
| 17.10.5.6               | Каталітичне окиснення   | В | Н | Н | Н | Н | В | В | В | В | Н | В | Н | Н | Н | В | В | В | В | 15g |
| 17.10.6.1               | Конденсація   | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н | В | В | Н | Н | Н | В | Н | В | В | 15a |
| 17.10.6.2               | Адсорбція з використанням активованого вугілля або цеолітів   | В | В | Н | В | В | В | В | Н | В | Н | В | В | Н | Н | В | В | В | В | 15b |
| 17.10.6.3               | Абсорбція за допомогою відповідної рідини   | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н | В | Н | Н | В | Н | В | В | В | 15c |
| 17.10.7                 | Біологічне очищення відхідних газів   | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | В | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | 15h |
| 17.10.8.1               | Оптимізація умов термічної обробки (конструкція та експлуатація)  | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | Н | Н | Н | В | В | В | 17a |

|           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |    |   |   |   |   |   |     |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|----|---|---|---|---|---|-----|
| 17.10.8.2 | Пальники з низьким рівнем виходу NOX  | В | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | ІВ | В | Н  | Н | Н | В | Н | Н | 17b |
| 17.11.1.2 | Зрівнювання   | В | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н  | Н | Н  | В | В | Н | Н | В | 21a |
| 17.11.1.1 | Нейтралізація   | В | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н  | Н | Н  | В | В | В | Н | В | 21b |
| 17.11.1.3 | Фізичне розділення  | В | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н  | Н | Н  | В | В | Н | Н | В | 21c |
| 17.11.2.3 | Адсорбція   | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | В | Н | Н  | Н | Н  | Н | В | Н | Н | В | 21d |
| 17.11.2.2 | Вакуумне дистилювання   | Н | Н | Н | Н | В | В | Н | Н | В | Н | Н  | Н | Н  | Н | В | Н | Н | В | 21e |
| 17.11.2.4 | Осадження   | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н | Н  | Н | В  | Н | Н | Н | Н | В | 21f |
| 17.11.2.1 | Хімічне відновлення   | Н | Н | Н | Н | Н | В | В | Н | Н | Н | Н  | Н | В  | Н | В | Н | Н | В | 21g |
| 17.11.2.5 | Іонний обмін  | В | В | В | В | В | В | В | Н | Н | Н | Н  | Н | В  | Н | В | Н | Н | В | 21h |
| 17.11.2.6 | Продувка  | В | В | В | В | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | Н | Н | В | Н | Н | 21i |
| 17.11.3   | Біологічне очищення   | Н | Н | Н | Н | Н | В | В | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | Н | В | 21j |
| 17.11.4.1 | Коагуляція та флотація  | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н | Н  | Н | Н  | В | В | Н | Н | В | 21k |
| 17.11.4.2 | Седиментація  | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | Н | В | 21l |
| 17.11.4.3 | Фільтрування  | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | Н | В | 21m |
| 17.11.4.4 | Флоатація   | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | Н | Н  | Н | ІВ | В | Н | Н | Н | В | 21n |
| 17.12.1   | План управління відходами   | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В  | В | В  | В | В | В | В | В | 22a |
| 17.12.2   | Моніторинг кількостей викидів   | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В  | В | В  | В | В | В | В | В | 22b |
| 17.12.3   | Відновлення/перероблення розчинників  | В | В | В | В | В | В | В | Н | В | В | В  | В | В  | Н | В | В | В | В | 22c |
| 17.12.4   | Технології для відповідних потоків відходів   | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В | В  | В | В  | В | В | В | В | В | 22d |
| 2.4.2.1   | Змішане покриття (SB-mix)   | В | В | В | В | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | Н | Н | Н | Н | Н | 24a |
| 2.4.2.2   | Покриття на водній основі (WB)  | В | В | В | В | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | Н | Н | Н | Н | Н | 24b |
| 2.4.2.3   | Інтегрований процес нанесення покриття  | В | В | Н | В | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | Н | Н | Н | Н | Н | 24c |
| 2.4.2.4   | Процес Three-wet  | В | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | Н | Н | Н | Н | Н | 24d |
| 4.4.9.1   | Розділення потоків відходів та стічних вод  | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | Н | Н | 25a |
| 4.4.2.1   | Часткове закриття зон обробки   | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | Н | Н | 25c |
| 4.4.2.2   | Повне закриття зон обробки  | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | Н | Н | 25d |
| 4.4.2.3   | Обмеження за несприятливих погодних умов  | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | Н | Н | 25b |
| 4.4.3.1   | Суха струминна обробка в закритій системі   | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | Н | Н | 25e |
| 4.4.3.2   | Волога струминна обробка  | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | Н | Н | 25f |
| 4.4.3.3   | Обробка струменем води (над)високого тиску або дробоструминна обробка (над)високого тиску ((Н)ВТ) | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | Н | Н | 25g |
| 4.4.3.4   | Зняття покриттів шляхом індукційного нагрівання   | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | Н | Н | 25h |
| 4.4.3.5   | Система підводного очищення корпусу та гребного гвинта  | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | В | Н | Н | Н | Н | 25i |
| 5.4.2.2   | Закриття  | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н  | Н | Н  | Н | В | Н | Н | Н | 26a |



|          |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
|----------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| 5.4.2.3  | Прямий друк  | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н | 26b |
| 9.4.3.1  | Інтегроване в процес окиснення ЛОС   | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | 27a |
| 9.4.2.2  | Мастила без вмісту розчинника  | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | 27b |
| 9.4.2.3  | Самозмащувальні покриття   | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | 27c |
| 9.4.2.1  | Емалеве покриття з високим вмістом твердих частинок  | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | 27d |
| 11.4.2.1 | Використання добавок із низьким вмістом ІПС або без ІПС у зволожувальних розчинах                                    | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | 28a |
| 11.4.2.3 | Офсетний друк без зволоження   | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | 28b |
| 11.4.4.2 | Використання розчинників, які не містять ЛОС, або розчинників із низькою леткістю для автоматичного очищення полотна | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | 28c |
| 11.4.3.2 | Сушарка для рулонного офсетного друку, інтегрована з очищенням відхідних газів.                                      | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | 28d |
| 11.4.3.1 | Витяжка та очищення повітря з друкарського цеху або ізолювання друкарської машини                                    | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | 28e |
| 13.4.1.1 | Використання затримувальних фарб   | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | 29a |
| 13.4.3.1 | Автоматичні системи очищення, підключені до системи відновлення толуолу  | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | В | Н | Н | Н | Н | Н | 29b |

Примітка:

В: повідомляється про використання на момент написання цього документа; Н: повідомляється, що не використовується на момент написання документа; ІВ: інформація відсутня.

Джерело: [ 262, ESVOC et al. 2019 ]

## 21.3 Моделі оцінювання екологічних та економічних ефектів (витрати та прибуток)

### 21.3.1 Звіти TFTEI, інструмент ERICCa\_VOC та довідкові документи EGTEI

[ [147, TFTEI 2016](#) ] [ [210, TFTEI 2017](#) ] [ [227, TFTEI 2017](#) ]

TFTEI<sup>94</sup> розробила серію звітів, спрямованих на оцінку економічних та екологічних ефектів заходів щодо боротьби з викидами. Наразі (2018 р.) доступні звіти для:

- сектора друку на гнучкій упаковці; та
- виробництва автомобілів (див. посилання в наступній таблиці).

Крім того, TFTEI розробила методологію (ERICCa\_VOC) для оцінки витрат на варіанти боротьби з викидами ЛОС для установок у секторі друку на гнучкій упаковці та виробництва автомобілів із вхідним потоком розчинника понад 200 тонн на рік (установки, що охоплюються Додатком I ДПВ). Проте планування та витрати на заходи щодо скорочення викидів ЛОС аналогічні для багатьох інших секторів зі спільномірними умовами експлуатації. Тому очікується, що розроблений інструмент буде широко застосований. Методологія надає дані про витрати на первинні заходи (заміщення продуктів із високим вмістом розчинника з деякими обмеженнями (оскільки витрати на первинні заходи залежать від сектору та заводу)) та на вторинні заходи термічного окиснення та адсорбції з відновленням розчинника. Для вторинних заходів інструмент можна використовувати для будь-якого виду діяльності та розміру заводів (навіть споживання нижче 200 т/рік) незалежно від первинних заходів. Витрати оцінюються різних цілей регулювання на підставі методології плану управління розчинниками або ні.

Інструмент «ERICCa\_VOC» доступний за посиланням:

[http://tftci.citepa.org/images/files/costs\\_reduction\\_techniques\\_large\\_users\\_solvents/ERICCa\\_VOC\\_0.49.xlsx](http://tftci.citepa.org/images/files/costs_reduction_techniques_large_users_solvents/ERICCa_VOC_0.49.xlsx).

Методологія для оцінки витрат на скорочення викидів пояснюється у відповідному звіті:

[http://tftci.citepa.org/images/files/costs\\_reduction\\_techniques\\_large\\_users\\_solvents/TFTEI-VOC-cost\\_calculation\\_methodology\\_2017\\_02-01.pdf](http://tftci.citepa.org/images/files/costs_reduction_techniques_large_users_solvents/TFTEI-VOC-cost_calculation_methodology_2017_02-01.pdf)

На довідкові документи та пов'язану з ними зведену довідкову інформацію, розроблені EGTEI з 2003 до 2006 року для кількох видів діяльності, що спричиняють викиди ЛОС, також дається посилання в наступній таблиці. Зазначається, що ці документи надані тільки для інформації, оскільки вони тепер вважаються неактуальними відповідно до TFTEI.

<sup>94</sup> На своїй 33-й сесії у грудні 2014 року Виконавчий орган (рішення ВО 2014/2) Конвенції Європейської економічної комісії Організації Об'єднаних Націй (ЄЕК ООН) про трансграничне забруднення повітря на великі відстані (ТЗПВВ) затвердив оновлення Групи експертів з техніко-економічних питань (EGTEI) до Цільової групи з техніко-економічних питань, TFTEI. Рішення про створення колишньої Групи експертів з техніко-економічних питань (EGTEI) було ухвалено Виконавчим органом у грудні 2001 р. у межах діяльності після пропозиції французького Міністерства екології та сталого розвитку. Більше інформації про TFTEI можна знайти за посиланням: <http://tftci.citepa.org/en/>.

Таблиця 21.2: Таблиця зведеної довідкової інформації EGTEI, звітів TFTEI та довідкових документів EGTEI, що стосуються цього документа

| Глава ДД НДТМ для поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників | Сектор/вид діяльності   | URL-адреса відповідного звіту TFTEI  | Код діяльності ДПВ, Додаток VII(2) |
|---|---|--|------------------------------------|
| 2   | Нанесення покриття на транспортні засоби  | Підсумковий звіт про виробництво автомобілів:<br><a href="http://tftci.citepa.org/images/files/costs_reduction_techniques_large_users_solvents/TFTEI-VOC-car-industry-final.pdf">http://tftci.citepa.org/images/files/costs_reduction_techniques_large_users_solvents/TFTEI-VOC-car-industry-final.pdf</a>   | Додаток VII(3)                     |
| 11  | Флексографічний друк та неpubлікаційний ротогравюрний друк                          | Підсумковий звіт про сектор флексографічного друку на гнучкій упаковці:<br><a href="http://tftci.citepa.org/images/files/costs_reduction_techniques_large_users_solvents/TFTEI-VOC_packaging%20printing_2017_03_23.pdf">http://tftci.citepa.org/images/files/costs_reduction_techniques_large_users_solvents/TFTEI-VOC_packaging%20printing_2017_03_23.pdf</a> | 3                                  |
| <b>Довідковий документ EGTEI (розроблений у період 2003–2006 рр.)</b>     |   |  |                                    |
| 10  | Рулонний офсетний друк із температурним закріпленням                                | <a href="http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_heat_set_offset_170503.pdf">http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_heat_set_offset_170503.pdf</a>  | 1                                  |
| 12  | Публікаційний ротогравюрний друк  | <a href="http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_publication_gravure_170603.pdf">http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_publication_gravure_170603.pdf</a>  | 2                                  |
| 9   | Виробництво обмоткових дротів   | <a href="http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_wire_coating_311003.pdf">http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_wire_coating_311003.pdf</a>  | 9                                  |
| 7   | Виробництво клейкої стрічки (EGTEI: Застосування клейкої речовини в промисловості)  | <a href="http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_adhesive_application_081203.pdf">http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_adhesive_application_081203.pdf</a>  | 16                                 |
| 2   | Нанесення покриття на вантажні автомобілі та фургони                                | <a href="http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_trucks_and_vans_coating_150703.pdf">http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_trucks_and_vans_coating_150703.pdf</a>  | Додаток VII(3)                     |
| 2   | Нанесення покриття на кабіни вантажних автомобілів                                  | <a href="http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_truck_cabin_coating_150703.pdf">http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_truck_cabin_coating_150703.pdf</a>  | Додаток VII(3)                     |
| 2   | Нанесення покриття на автобуси  | <a href="http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_buses_coating_150703.pdf">http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_buses_coating_150703.pdf</a>  | Додаток VII(3)                     |
| 3   | Нанесення покриття на потяги  | Див.: Інші галузі нанесення покриття   | 8                                  |
| 3   | Нанесення покриття на СГБО (сільськогосподарське, будівельне та подібне обладнання) | Див: Інші галузі нанесення покриття :<br><a href="http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_paint_general_industry_aggregated_v3_141_204.pdf">http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_paint_general_industry_aggregated_v3_141_204.pdf</a>                                       | 8                                  |

|    |  |  |                   |
|----|--|--|-------------------|
| 4  | Нанесення покриття на кораблі та яхти            |  | 8                 |
| 5  | Нанесення покриття на повітряні судна            |  | 8                 |
| 3  | Нанесення покриття на інші металеві поверхні     |  | 8                 |
| 6  | Нанесення покриття на рулонний метал             | <a href="http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_tec_hniques_costs/bd_coil_coating_160603.pdf">http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_tec_hniques_costs/bd_coil_coating_160603.pdf</a>  | 7                 |
| 10 | Нанесення покриття та друк на металевій упаковці | Цю галузь не охоплено в спеціальному довідковому документі EGTEI. Частина (наприклад, жорстка металева упаковка) розглядається в довідковому документі «Інші галузі нанесення покриття». Інші частини галузі пов'язані з гнучкою упаковкою   | 3 та 8 (частково) |
| 3  | Нанесення покриття на інші пластмасові поверхні  | Див: Інші галузі нанесення покриття :<br><a href="http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_tec_hniques_costs/bd_paint_general_industry_aggregated_v3_141_204.pdf">http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_tec_hniques_costs/bd_paint_general_industry_aggregated_v3_141_204.pdf</a> | 8                 |
| 14 | Нанесення покриття на деревні поверхні           | <a href="http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_tec_hniques_costs/bd_wood_coating_300603.pdf">http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_tec_hniques_costs/bd_wood_coating_300603.pdf</a>  | 10                |
| 15 | Захист деревини                                  | <a href="http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_tec_hniques_costs/bd_preservation_wood_v2_170304.pdf">http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_tec_hniques_costs/bd_preservation_wood_v2_170304.pdf</a>  | 12                |
| 16 | Дзеркала   | Див: Інші галузі нанесення покриття :<br><a href="http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_tec_hniques_costs/bd_paint_general_industry_aggregated_v3_141_204.pdf">http://tftci.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_tec_hniques_costs/bd_paint_general_industry_aggregated_v3_141_204.pdf</a> | 8                 |

### 21.3.2 Регіональна модель екологічних витрат (МКМ, MilieuKostenModel)

#### Опис

У Фландрії, Бельгія, модель екологічних витрат (MilieuKostenModel або МКМ) була розроблена паралельно з роботою EGTEI. За допомогою цього інструменту можна отримати огляд потенційних заходів щодо боротьби з викидами, їхньої вартості та потенціалу скорочення викидів, а також знайти економічно ефективні або найдешевші рішення.

Взаємодії та компроміси для складних ситуацій враховуються в МКМ за допомогою змішаного цілочислового програмування. Модель можна використовувати для оптимізації (наприклад, найдешевшого рішення щодо скорочення викидів або кривої граничних витрат для конкретної забруднювальної речовини) та для моделювання (наприклад, впливу суворіших екологічних цілей на найдешевше рішення, або який вплив має скорочення забруднювальної діяльності) для одного чи кількох забруднювальних речовин одночасно.

У довідковому звіті описуються використовувані визначення, такі як витрати, пов'язані з охороною довкілля, та економічна ефективність, а також методологія аналізу економічної ефективності заходів щодо боротьби з викидами.

МКМ була розроблена для визначення витрат на екологічну політику та сприяння більш ефективній екологічній політиці, вказуючи, як екологічні цілі можуть бути реалізовані економічно ефективним способом. Завдання полягало в тому, щоб:

- розробити узгоджену базу даних із природоохоронними заходами, їхнім потенціалом скорочення викидів та витратами;
- розробити інструмент економічно ефективного розподілу зусиль зі скорочення викидів між різними цільовими групами;
- розробити інструмент для обліку впливу багатьох видів забруднювальних речовин;
- розробити інструмент для аналізу економічної ефективності інструментів політики;
- розробити інструмент, який можна зв'язати з іншими моделями, як-от екологічні моделі, економічні моделі (наприклад, RAINS).

Залежно від наявних даних, джерела викидів визначаються на агрегованому рівні (наприклад, на рівні сектору або галузі) або на рівні окремих джерел (наприклад, окремих компаній). Формат бази даних дає змогу описувати джерела викидів як окремі установки або як «референтні установки». «Референтна установка» є репрезентативною категорією установок, для яких доступні одні й ті самі заходи щодо боротьби з викидами, і для яких конкретний захід боротьби з викидами має аналогічні результати скорочення і витрати. Для кожної забруднювальної речовини викиди пов'язані з видом діяльності, що є джерелом забруднення, наприклад, кількість споживаного розчинника. Отже, МКМ можна використовувати для прогнозування викидів на підставі еволюції видів діяльності або коефіцієнта викидів. Крім того, можна порівнювати дані із вхідними даними інших моделей, наприклад, RAINS та зв'язати МКМ, наприклад, з таблицями витрат-випуску або моделями загальної рівноваги.

На додаток до даних про викиди в базу даних для кожної (референтної) установки можна ввести дані про споживання енергії, години роботи, потужність тощо.

Для кожного заходу щодо боротьби з викидами в базу даних може бути введена така інформація: інвестиційні витрати, експлуатаційні витрати, строк служби, потужність, ефективність скорочення.

Розробка моделі зосереджена на одному критерії: економічна ефективність. Проте інші критерії можуть бути важливими у визначенні екологічної політики, наприклад, екологічна ефективність та здійсненність. Важливо зазначити, що модель екологічних витрат (МКМ) не є інструментом для аналізу інвестицій конкретної компанії. Ця модель є інструментом підтримки фламандського уряду в оцінці витрат на

екологічну політику для різних цільових груп. Таку інформацію можна використовувати, наприклад, для розподілу зусиль зі скорочення викидів між цільовими групами.

Заходи та технології, що обговорюються в цьому документі, що були проаналізовані за допомогою цієї моделі, наприклад, для сектору нанесення покриттів:

- технології/системи фарбування, тобто з високим вмістом твердих частинок (див. Розділ 17.7.2.1), на водній основі (див. Розділ 17.7.2.2), порошкове покриття (див. Розділ 17.7.2.3) та фарба УФ-затвердіння (див. Розділ 17.7.2.3);
- технології очищення відхідних газів, тобто адсорбція активованим вугіллям (див. Розділ 17.10.6.2), термічне окиснення (див. Розділ 17.10.5.2) та біологічне очищення (біофільтри) (див. Розділ 17.10.7).

У цьому документі описано більше заходів для скорочення викидів ЛОС, але не всі вони можуть бути проаналізовані за допомогою цієї моделі.

До бази даних МКМ можна звернутися щодо таких галузей: нанесення покриття, друк, знежирення, клейкі речовини та автомобільна промисловість. Як приклад ефективності інструмента результати для секторів нанесення покриття показані в Таблиці 21.3 та Таблиці 21.4.

\*Примітка: ці дані отримані зі МКМ, і треба звертатися до виносок.

#### Довідкова література

Сторінка МКМ: <https://emis.vito.be/nl>

Довідковий звіт: (Мейнертс Е., Очелен С., Веркемст П., Milieukostenmodel voor Vlaanderen – Achtergronddocument, 2003 р.).  
[ 48, VITO 2005 ] [ 78, TWG 2005 ]

**Таблиця 21.3: Середні витрати та потенціал зменшення викидів ЛОС усіх заходів, проаналізованих у рамках моделі**

| Технологія                     | Експлуатаційні витрати на фарбу (євро на кг)                    | Витрати на енергію (євро на годину) | Залишки (євро/кг)  | Вміст ЛОС у фарбі (передбачається % мас.) |                               |
|--------------------------------|---|-------------------------------------|--|---|-------------------------------|
| Звичайна                       | 3,11  | 6,7                                 | 0,3  | ІВ  |                               |
| Високий вміст твердих частинок | 3,5   | 6,4                                 | 0,3  | < 30%                                     |                               |
| На водній основі               | 8,43  | 7,21                                | 0,2  | 7,50%                                     |                               |
| Порошкове покриття             | 15,39***  | 2,9                                 | 0  | 0%  |                               |
| УФ-фарба                       | 3,78***   | 3,76                                | 0  | 3,50%                                     |                               |
|                                | Інвестиційні витрати (тисяча євро на 1 000 м <sup>3</sup> /год) | Активоване вугілля (євро на кг)     | Експлуатаційні витрати   | ЛОС скорочення (%)                        | Концентрація викидів ЛОС      |
| Активоване вугілля*            | 5–10  | 1,2                                 | 0,5–2,30 євро за м <sup>3</sup> /год із початковою концентрацією ЛОС 1–10 г/м <sup>3</sup> | 85%                                       | 5–100 мг ЗОВ/м <sup>3</sup>   |
| Термічне окиснення**           | 5–40  | НД                                  | 0,45–4,50 євро за 1 000 м <sup>3</sup> /год (додаткова енергія)                            | 95–99%                                    | < 20–50 мг ЗОВ/м <sup>3</sup> |

\* Варіант скорочення, коли викиди ЛОС становлять від 8 до 20 тонн на рік, скорочення на 85%.

\*\* Варіант скорочення, коли викиди ЛОС становлять від > 20 тонн на рік, скорочення на 95%.

\*\*\* У Розділах 17.7.2.3 та 17.7.2.6 зазначені витрати в розмірі 3,01–5,38 євро/кг як для фарб, що твердіють за допомогою випромінювання, так і для порошкових фарб.

Джерело: [ 48, VITO 2005 ]

Таблиця 21.4: Можливі економічно ефективні заходи для скорочення викидів ЛОС для галузі

| Галузь                    | Кількість працівників                   | Можливі заходи в процесі (1)            |                      |   | Можливі заходи наприкінці виробничого циклу |                           |
|---------------------------|---|---|----------------------|---|---|---------------------------|
|                           |   |   |                      |   |   |                           |
| Металеві поверхні         | 1–19                                    | 60% з високим вмістом твердих частинок  | 40% на водній основі | 50% порошкові   |   |                           |
|                           | 20–199                                  | 80% з високим вмістом твердих частинок  | 40% на водній основі | 50% порошкові   |   |                           |
|                           |   | 100% з високим вмістом твердих частинок |                      | 60% порошкові   |   | Установка для спалювання  |
|                           |   |   |                      |   |   | Установка для спалювання* |
|                           | 200–499                                 | 80% з високим вмістом твердих частинок  |                      | 50% порошкові   |   |                           |
|                           |   |   |                      |   | Активоване вугілля*                         | Установка для спалювання  |
|                           |   |   |                      |   |   | Установка для спалювання* |
|                           | 500–999                                 | 80% з високим вмістом твердих частинок  |                      | 50% порошкові   | Активоване вугілля*                         |                           |
|                           |   | 80% з високим вмістом твердих частинок  |                      |   |   | Установка для спалювання  |
|                           | 1 000–1 000+                            | 80% з високим вмістом твердих частинок  |                      |   |   |                           |
|                           | 100% з високим вмістом твердих частинок | На водній основі                        |                      |   |   |                           |
| Металева упаковка – бочки | 20–99                                   |   |                      |   |   | Установка для спалювання* |
|                           | 100–199                                 |   |                      |   |   | Установка для спалювання* |
|                           | 500–999                                 | Оптимізація очищувальних засобів        |                      |   |   |                           |
| Меблі                     | 10–499                                  |   |                      | 80% порошкові (для таких, що досі використовує вологі покриття) |   |                           |
|                           | 5–199                                   |   | 60% на водній основі | 40% порошкові   | Активоване вугілля*                         |                           |
| Кораблі                   | 10–499                                  | 60% з високим вмістом твердих частинок  |                      |   |   |                           |
| Потяги                    | 10–1 000+                               | 70% з високим вмістом твердих частинок  |                      | 30% порошкові   | Активоване вугілля*                         | Установка для спалювання* |
| Інші                      | 1–49                                    | 60% з високим вмістом твердих частинок  |                      | 30% порошкові   |   |                           |
|                           | 50–99                                   |   | 30% на водній основі | 30% порошкові   |   |                           |
|                           | 100–199                                 | 60% з високим вмістом твердих частинок  |                      | 30% порошкові   |   |                           |
|                           | 200–499                                 | Відсутні додаткові заходи               |                      |   |   |                           |
|                           | 500–999                                 |   |                      |   | Активоване вугілля                          |                           |

| Галузь    |                 | Кількість працівників | Можливі заходи в процесі (1)           |                      |          | Можливі заходи наприкінці виробничого циклу |                           |
|-----------|-----------------|-----------------------|--|----------------------|----------|---|---------------------------|
| ДЕРЕВО    | Меблі           | 1–9                   | 30% з високим вмістом твердих частинок | 30% на водній основі |          |   |                           |
|           |                 | 10–19                 | 30% з високим вмістом твердих частинок | 30% на водній основі |          |   |                           |
|           |                 | 20–49                 | 30% з високим вмістом твердих частинок | 30% на водній основі | УФ-фарба | Активоване вугілля*                         | Біофільтр*                |
|           |                 |                       |  | на водній основі     | УФ-фарба |   |                           |
|           |                 | 50–99                 | 30% з високим вмістом твердих частинок | 30% на водній основі | 10% УФ   | Активоване вугілля*                         | Біофільтр*                |
|           |                 | 100–199               | 30% з високим вмістом твердих частинок | 30% на водній основі | 10% УФ   |   |                           |
|           |                 | 200–499               | 30% з високим вмістом твердих частинок | 30% на водній основі | 10% УФ   | Активоване вугілля*                         | Установка для спалювання* |
|           | Столярні вироби | 1–499                 | 30% з високим вмістом твердих частинок | 40% на водній основі | 10% УФ   |   | Установка для спалювання  |
|           | Інші            | 5–199                 | 30% з високим вмістом твердих частинок | 40% на водній основі | 10% УФ   |   |                           |
| Пластмаса |                 | 1–4                   | 50% з високим вмістом твердих частинок | 30% на водній основі |          |   | Установка для спалювання* |
|           |                 | 5–9                   | 50% з високим вмістом твердих частинок |                      |          |   | Установка для спалювання* |
|           |                 | 10–19                 | 50% з високим вмістом твердих частинок |                      |          |   | Установка для спалювання* |
|           |                 | 50–99                 | 50% з високим вмістом твердих частинок | 40% на водній основі |          |   |                           |
|           |                 | 100–199               |  | 50% на водній основі |          |   |                           |
|           |                 | 200–499               | 50% з високим вмістом твердих частинок | 40% на водній основі |          |   | Установка для спалювання* |
|           |                 | 500–999               | 50% з високим вмістом твердих частинок |                      | УФ-фарба |   | Установка для спалювання  |

(1) Відсотки можливих заходів пов'язані з максимальним технічним впровадженням, вони не ґрунтуються на рентабельності

\* Під час опитування було зібрано недостатньо даних, щоб зробити висновок. У цих випадках використовувалося загальне правило: окисники технічно застосовні, коли викиди ЛОС становлять > 20 т/рік, а адсорбція активованим вугіллям та біофільтри технічно застосовні, коли викиди ЛОС коливаються від 8 т/рік до 20 т/рік. Проте в Розділі 17.10 цього документа показано, що вибір пов'язаний з об'ємом та концентрацією повітря, а не із загальним споживанням.

Заходи, виділені курсивом, були відхилені й не враховувалися в моделі, оскільки вони мають вищі витрати та нижчу ефективність у порівнянні з іншими заходами.

Джерело: [ 48, VITO 2005 ]



## 21.4 Вимірювання неорганізованих викидів – прямий метод

[ 16, Aminimal et al. 2002 ] [ 38, TWG 2004 ] [ 97, TWG 2006 ]

### Крок 1: Визначити всі джерела неорганізованих викидів на заводі

Усі пари розчинників, які не спрямовуються в систему боротьби з викидами, виділяються в повітря й роблять внесок у неорганізовані викиди. Більшість галузей промисловості, що розглядаються в цьому документі, мають багато джерел неорганізованих викидів. Нижче наводиться кейс-стаді щодо приблизно 10 заводів флексографічного друку (гнучка упаковка) у Фландрії, Бельгії та Нідерландах. Проте принципи, описані в наступних кроках, легко переносяться в інші галузі промисловості. Більшість заводів матиме певну кількість джерел, і більшість із них призведе лише до невеликих або дуже малих викидів. У більшості випадків на заводі є від одного до трьох джерел, які роблять значний внесок у неорганізовані викиди. Може знадобитися визначення більше одного коефіцієнта викидів для джерела для підвищення точності або зручності.

Завод із виробництва гнучкої упаковки має багато джерел неорганізованих викидів. Джерела, виявлені наразі, перелічені нижче, хоча більшість заводів матиме лише кілька з них. У деяких випадках джерел може бути більше, або інша класифікація може бути зручнішою.

Джерелами неорганізованих викидів для флексографічного друку є:

- вентилявання друкарського цеху під час друку;
- вентиляція сушарки під час приладжування;
- вентиляція сушарки під час очікування;
- місцева витяжка між друкарськими секціями;
- відділення очищення;
- відділення змішування друкарської фарби;
- вміст розчинника в друкарських фарбах, фарбах та клейких речовинах;
- розчинники, що використовуються у виробничих машинах, не підключених до установки для спалювання;
- залишковий розчинник у продуктах;
- розчинники, що скидаються у воду;
- викиди розчинника з установки з очищення відпрацьованих вод;
- втрати на випаровування з резервуарів тощо.

Необхідно уникати подвійного врахування. Наприклад, якщо фарба змішується поряд із друкарською машиною, тоді розчинник, що випаровується, буде видалятися за допомогою місцевої витяжки між друкарськими секціями й системою вентиляції приміщення, і тому нема потреби в окремому визначенні.

### Крок 2: Вивчити систему вентиляції та переконатись, що вона працює належним чином

Зокрема, у виробничих зонах конструкція вентиляційної системи визначає, які джерела неорганізованих джерел викидів присутні, і як мають оцінюватись або вимірюватись обсяги викидів. Системи вентиляції зазвичай не працюють, як передбачається на заводі. Або система була побудована іншим способом, ніж як запам'яталося або було записано, та/або налаштування керування системою були повністю змінені з часом. Система вентиляції, яка дійсно працює належним чином, трапляється дуже нечасто.

Деякі приклади, які дійсно траплялися на практиці:

- Фактична система повітроводів відрізнялася від креслення. Вентилятори та повітроводи встановлювались або видалялись, а модифікації не були точно задокументовані.

- Автоматичні регулятори позитивного та негативного тиску не працювали відповідно до проєкту. Поліграфічні підприємства, які мали працювати за тиску вище атмосферного, насправді працювали за тиску нижче атмосферного, і навпаки.
- Деякі компоненти системи вентиляції мали більше функцій, ніж очікувалося. Вентилятор для фарб на водній основі на одній із друкарських секцій виявився також підключеним до місцевої витяжки між друкарськими секціями.
- Між різними частинами будівлі були значні потоки повітря.

Поки система вентиляції працює не ідеально, немає сенсу вимірювати або оцінювати неорганізовані викиди, на які вона впливає. Якщо параметри системи вентиляції пізніше потрібно відрегулювати, оцінювання та вимірювання будуть марними. Отже, перша дія має полягати в тому, щоб забезпечити повне розуміння системи вентиляції у виробничих зонах. Повітроводи та вентилятори необхідно порівняти з кресленнями. Потрібно перевірити технічне обслуговування. Неналежне технічне обслуговування та очищення можуть знизити потік повітря на 50%. Належною практикою є коригування будь-якого незадовільного технічного обслуговування перед здійсненням будь-яких вимірювань.

У процесі порівняння проєкту з наявною системою необхідно поставити такі питання:

- Чи були замінені фільтри та приводні ремені відповідно до графіків технічного обслуговування постачальників?
- Чи чисті лопаті вентилятора та теплообмінники?
- Де розташовані витяжки?
- Де розташовані входи для свіжого повітря?
- Які витяжки підключені до одного і того ж повітроводу?
- Який вентилятор обслуговує яку частину системи?
- Коли заслінки та клапани автоматично відкриваються або закриваються?
- Які елементи автоматичного керування наявні?
- Які вимірювання передбачені для них?
- Які теоретичні швидкості потоку для вентиляторів?
- Як мають працювати системи керування?
- У чому різниця між літнім та зимовим режимами керування?

У більшості випадків існує чітка різниця між теорією та практикою. Потім необхідно вирішити, що насправді необхідно, і відповідним чином відрегулювати параметри вентиляції. Потім необхідно перевірити, чи система вентиляції дійсно дає необхідні результати на різних етапах виробничого процесу (наприклад, приладжування, друк, очищення). На практиці це може бути відносно легко зробити. Наприклад, напрямок потоку повітря через двері, вікна та інші отвори можна легко встановити за допомогою тонкої вузької смужки пластикової плівки. Неорганізовані викиди можна визначити лише після того, як система вентиляції буде відрегульована відповідно до вимог керівництва заводу. Очевидно, що керівництво також має забезпечувати підтримання вдосконаленого режиму.

### **Крок 3: Зробити обґрунтовану оцінку для кожного джерела у формі коефіцієнта викидів, помноженого на виробничий параметр**

Необхідно провести оцінку викидів із кожного джерела та викидів, які не можна не враховувати. У цьому етапі необхідно встановити порядок величин. Пізніше буде вирішуватись, чи рівні викидів достатньо високі для здійснення додаткових вимірювань. Очевидно, що оцінки повинні мати надійну основу, але на цьому етапі кількість вимірювань має бути мінімізована. Мета полягає в тому, щоб використовувати лише дані, що вже доступні на заводі, та дані, які легко виміряти.

Нижче наведені деякі приклади корисної інформації, яка вже доступна на заводі, або яку можна легко виміряти:

- потужність вентиляторів, вказана виробником;
- інформація про вплив розчинників на робочому місці;
- вимірювання залишкового розчинника в продуктах, які здійснюються для замовників;
- кількість отриманих розчинників, друкарських фарб, фарб і клейких речовин без тари;
- прості експерименти у відділі змішування друкарських фарб;
- прості баланси розчинників для відділення очищення тощо;
- вимірювання концентрації за допомогою ФІД на місцевих витяжних системах;
- перевірка напрямку вентиляційного потоку друкарського цеху.

Приклад у Таблиці 21.5 стосується заводу з річним вхідним потоком розчинника в розмірі 1 000 тонн. Приклад ясно показує, що лише два з одинадцяти джерел становлять понад 70% неорганізованих викидів.

**Таблиця 21.5: Викиди, пов'язані з джерелами з заводів, що обробляють 1 000 тонн розчинників**

| Джерело   | Викиди в кг    | % від вхідного потоку | % неорганізованих викидів |
|---|----------------|-----------------------|---------------------------|
| Вентилювання друкарського цеху під час друку                | 9 000          | 0,90                  | 8,0                       |
| Вентиляція сушарки під час приладжування                    | 5 400          | 0,54                  | 4,8                       |
| Вентиляція сушарки під час очікування                       | 22 500         | 2,25                  | 20,0                      |
| Місцева витяжка між друкарськими секціями                   | 56 550         | 5,66                  | 50,3                      |
| Відділення очищення   | 8 750          | 0,88                  | 7,8                       |
| Відділення змішування друкарської фарби                     | 7500           | 0,75                  | 6,7                       |
| Вміст розчинника в друкарських фарбах на водній основі тощо | 2 500          | 0,25                  | 2,2                       |
| Залишковий розчинник у продуктах                            | 200            | 0,02                  | 0,2                       |
| Розчинники, що скидаються у воду                            | -              | -                     | -                         |
| Викиди розчинника з установки з очищення відпрацьованих вод | -              | -                     | -                         |
| Втрати на випаровування з резервуарів тощо.                 | 67             | 0,01                  | 0,1                       |
| <b>Усього</b>   | <b>112 467</b> | <b>11,26</b>          | <b>100,1</b>              |

На цьому етапі іншим варіантом може бути скорочення викидів з основних джерел або їхнє повне усунення до здійснення будь-яких додаткових вимірювань. Наприклад, за достатньої потужності спалювальної установки місцева витяжка між друкарськими секціями або витяжка відділення очищення можуть бути підключені до спалювальної установки. Це дасть змогу повністю усунути ці джерела неорганізованих викидів.

#### Крок 4. Визначити, яке з джерел потребує більшої точності

Оцінки, зроблені на Кроці 3, не дуже точні. Проте вони ясно вказують на те, що величина неорганізованих викидів дуже відрізняється від джерела до джерела. Втрати на випаровування з резервуарів дуже малі, тоді як місцева витяжка між друкарськими секціями є особливо важливою.

Тепер необхідно визначити точність розрахунків загальних неорганізованих викидів. Мають бути обрані параметри викидів, які потребують більшої точності. Це робиться з використанням підходу розгляду найгіршого випадку: оцінюється максимальна можлива похибка для кожного джерела, та розраховується отримані максимальні потенційні неорганізовані викиди з відповідного джерела. Сума всіх цих максимальних потенційних викидів є «найгіршим випадком».

Більшість оцінок викидів, зроблених на Кроці 3, були розраховані шляхом множення двох або більше досить неточних цифр. Наприклад, теоретичний потік повітря може бути помножений на орієнтовне вимірювання концентрації та оцінену кількість годин роботи. У такому випадку похибку кожного з параметрів необхідно оцінювати окремо, і ця інформація

використовується для розрахунку потенційних максимальних викидів із кожного джерела, якби найбільша можлива потенційна похибка справді мала місце. Результатом є максимальні можливі викиди з відповідного джерела.

Максимальні можливі викиди з усіх різних джерел потім підсумовуються для розрахунку максимальних загальних неорганізованих викидів, як якби початкові оцінки викидів для кожного джерела були надто низькими. Це дуже консервативний підхід. Так само ймовірно, що оцінки викидів були не надто низькими, а надто високими. У цьому випадку фактичні неорганізовані викиди будуть нижчими за оцінені. Насправді будуть допущені помилки з обох сторін, і фактичні викиди будуть ближчими до початкової оцінки, ніж можна було б припустити на основі розрахунку потенційних максимальних викидів.

Приклад у Таблиці 21.6 показує оцінку максимальної похибки для кожного джерела. Проте зверніть увагу, що більша частина неточності пов'язана з обмеженим обсягом інформації про вентиляційні потоки та концентрації розчинників.

**Таблиця 21.6: Приклад можливого результату розрахунку неточностей**

| Джерело   | Неорганізовані викиди як % від вхідного потоку | Макс. показник похибки | Макс. % від вхідного потоку |
|---|--|------------------------|-----------------------------|
| Вентилювання друкарського цеху під час друку                | 0,90   | 2,25                   | 2,03                        |
| Вентиляція сушарки під час приладжування                    | 0,54   | 1,50                   | 0,81                        |
| Вентиляція сушарки під час очікування                       | 2,25   | 2,00                   | 4,50                        |
| Місцева витяжка між друкарськими секціями                   | 5,66   | 2,25                   | 12,72                       |
| Відділення очищення   | 0,88   | 2,00                   | 1,75                        |
| Відділення змішування друкарської фарби                     | 0,75   | 1,50                   | 1,13                        |
| Вміст розчинника в друкарських фарбах на водній основі тощо | 0,25   | 1,25                   | 0,31                        |
| Залишковий розчинник у продуктах                            | 0,02   | 1,25                   | 0,03                        |
| Втрати на випаровування з резервуарів тощо.                 | 0,01   | 1,00                   | 0,01                        |
| <b>Усього</b>   | <b>11,26</b>                                   |                        | <b>23,29</b>                |

Цифри найгіршого випадку, отримані таким чином, все одно можуть легко вдвічі перевищити початкову оцінку. Деякі джерела будуть настільки малі, що не вплинуть на результат незалежно від того, наскільки точно вони будуть виміряні. У цьому прикладі це:

- вміст розчинника в друкарських фарбах, фарбах та клейких речовинах;
- залишковий розчинник у продуктах;
- втрати на випаровування з резервуарів.

Детальніше вивчати ці джерела немає сенсу. Два джерела в списку явно набагато важливіші за інші:

- місцева витяжка між друкарськими секціями;
- вентиляція сушарки під час очікування.

Ці джерела вимагають подальшого вивчення, але разом вони становлять понад 70% неорганізованих викидів.

Примітка: це лише приклад. Насправді різні джерела можуть бути джерелами з високими або низькими викидами.

## Крок 5. Покращити неточні оцінки для великих джерел

Обсяг, глибина та деталізація подальших досліджень залежатимуть від цілей. У більшості випадків неточність двох або трьох джерел має бути мінімізована для значного покращення результату в підході розгляду найгіршого випадку.

Подальше дослідження має бути адаптоване до особливостей заводу перетворення. Як зазначалося раніше, подальше дослідження необхідне лише для джерел неорганізованих викидів, які є відносно великими та невизначеними.

Цей крок (Крок 5) описує, як можна мінімізувати неточність більшості початкових оцінок. У випадках, коли потік повітря та концентрація розчинника множаться, очевидним варіантом покращення точності оцінок є фактичне вимірювання концентрації. Це можна зробити відносно легко за допомогою пасивних пробовідбірників. Якщо втрати розчинника з джерела можна визначити за допомогою вимірювання ваги, кількість зважувань можна збільшити для підвищення точності. Приклад результатів підвищення точності наведений у Таблиці 21.7.

Таблиця 21.7: Приклад, що демонструє результати підвищення точності

| Джерело  | Викиди в кг    | % від вхідного потоку | % неорганізованих викидів |
|--|----------------|-----------------------|---------------------------|
| Вентилювання друкарського цеху під час друку (позитивний тиск)   | 9 000          | 0,90                  | 8,0                       |
| Відділення очищення  | 8 750          | 0,88                  | 7,8                       |
| Відділення змішування друкарської фарби  | 7500           | 0,75                  | 6,7                       |
| Вміст розчинника в друкарських фарбах на водній основі тощо  | 2 500          | 0,25                  | 2,2                       |
| Залишковий розчинник у продуктах   | 200            | 0,02                  | 0,2                       |
| Розчинники, що скидаються у воду   | -              | -                     | -                         |
| Викиди розчинника з установок з очищення відпрацьованих вод  | -              | -                     | -                         |
| Втрати на випаровування з резервуарів тощо.  | 67             | 0,01                  | 0,1                       |
| <b>Підсумок джерел, що не досліджуються додатково</b>  | <b>28 017</b>  | <b>2,81</b>           | <b>21,1</b>               |
| Вентиляція сушарки під час приладжування   | 8 000          | 0,80                  | 6,0                       |
| Вентиляція сушарки під час очікування  | 24 750         | 2,48                  | 18,6                      |
| Місцева витяжка між друкарськими секціями  | 72 200         | 7,22                  | 54,3                      |
| <b>Підсумок джерел, що досліджуються детально</b>  | <b>104 950</b> | <b>10,50</b>          | <b>78,9</b>               |
| <b>Усього неорганізованих викидів</b>  | <b>132 967</b> | <b>13,31</b>          | <b>100</b>                |
| <b>Попередній результат (до додаткового дослідження)</b>   | <b>112 467</b> | <b>11,25</b>          |                           |
| Примітка: Підсумок джерел, що не досліджуються додатково як відсоток неорганізованих викидів, має становити 25%. |                |                       |                           |

У цьому прикладі додаткове дослідження значно підвищило точність 3 із 11 джерел. Найгірший випадок тепер відрізняється від фактичної оцінки лише на кілька відсотків. Як приклад нижче наведено результати нових оцінок точності.

Приклад: Підвищена точність, як показано в Таблиці 21.8 нижче.

Таблиця 21.8: Приклад, що демонструє результати підвищеної точності

| Джерело та примітки                       | Оцінений % від вхідного потоку | Показник макс. залишкової похибки | Макс. % від вхідного потоку, підвищена точність оцінки |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|--|
| Вентиляція сушарки під час приладжування  | 0,80                           | 1,20                              | 0,96   |
| Вентиляція сушарки під час очікування     | 2,48                           | 1,20                              | 2,97   |
| Місцева витяжка між друкарськими секціями | 7,22                           | 1,20                              | 8,66   |
| Інші джерела (незмінені)                  | 2,80                           |                                   | 5,24   |
| <b>Усього</b>                             | <b>13,30</b>                   |                                   | <b>17,83</b>   |
| <b>Попередній результат</b>               | <b>11,25</b>                   |                                   | <b>23,28</b>   |

Зверніть увагу, що тут розраховуються лише потенційні похибки, що призводять до збільшення викидів. Проте похибки, що призводять до зменшення викидів, однаково можливі.

Якщо неорганізовані викиди потрібно визначити ще точніше, можна розглянути інші джерела викидів для подальшого дослідження. У цьому прикладі ймовірними кандидатами є відділення очищення та вентиляція друкарського цеху. Одна третина різниці, що залишилася, між фактичною оцінкою й найгіршим випадком (4,5%) у цьому прикладі пов'язана з відділенням очищення, а одна п'ята – з вентиляцією цеху.

#### Крок 6: Встановити систему обліку, з якої можна легко отримати річні параметри виробництва.

Простота починається із вибору правильних параметрів. Де це можливо, вони мають ґрунтуватися на інформації, яка вже збирається. Проте треба визначити, чи цифри, отримані з інших записів, дійсно точно відображають параметр, з яким пов'язаний коефіцієнт викидів, і необхідно бути обережним. Нижче наведено приклади можливих розбіжностей між наявними записами та необхідними параметрами:

- Години очікування та інші зупинки, зареєстровані у виробничому відділі, можуть траплятися як під час приладжування, так і під час друку. Проте для розрахунку неорганізованих викидів мають значення лише періоди, коли друкарські секції містять друкарську фарбу, але фактично не виробляють.
- До виробничих годин (необхідних для розрахунку викидів від витяжок між друкарськими секціями) не можуть належати години очікування та інші зупинки під час друку відповідно до виробничих записів. Проте для розрахунків необхідно встановити повний період, протягом якого в секції міститься друкарська фарба.
- Якщо частина друкарської фарби змішується не у відділенні змішування друкарських фарб, а в друкарській машині, втрати розчинника, що виникають у результаті, підуть у вентиляцію друкарського цеху та місцеві витяжки. Це може призвести до подвійного врахування.

#### Крок 7: Розрахувати річні викиди з кожного джерела шляхом множення виробничих параметрів та відповідних коефіцієнтів викидів

Цей етап не потребує додаткових пояснень.

#### Крок 8: Внести результати в річний план управління розчинниками та порівняти неорганізовані викиди з граничним значенням

Цей етап не потребує додаткових пояснень.

**Крок 9: Визначити нові коефіцієнти викидів у випадку істотної зміни асортименту обладнання, операцій або вентиляції.**

Нові коефіцієнти викидів мають визначатися у випадку істотних змін на заводі. Істотною зміною може бути зміна системи вентиляції виробничих зон, купівля нових машин, продаж старих машин, суттєва зміна асортименту продукції або зміна методів роботи.

На практиці визначення коефіцієнтів викидів не є одноразовим заходом. Коли завод адаптується до роботи з неорганізованими викидами, рівень інформованості про ці викиди також підвищиться. Зі свого боку це призведе до вдосконалення ведення обліку, повторення та повторної перевірки вимірювань, а також до бажання підвищити точність менш важливих коефіцієнтів викидів. Крім того, буде визначено варіанти скорочення неорганізованих викидів. Це також призведе до нових коефіцієнтів викидів.

**21.4.1 Застосування в поліграфічному секторі****Опис**

Цей метод був випробуваний на двох фламандських заводах із виробництва гнучкої упаковки, на великому заводі гравюрного друку на упаковці та середньому заводі флексографічного друку. Він ґрунтується на прямих вимірюваннях неорганізованих викидів. Ефективність уловлювання є відсотком випарених розчинників, які видаляються з відхідними газами. Решта випаровується у вигляді неорганізованих викидів.

**Вступ та термінологія до альтернативного (прямого) методу**

Джерела неорганізованих викидів: Неорганізовані викиди на поліграфічному підприємстві мають багато різних причин. Вони виникають під час друку, очищення, змішування друкарських фарб, переміщення розчинників тощо. Кожен із цих видів діяльності є джерелом неорганізованих викидів. Неорганізовані викиди на заводі можна віднести до 10 або 20 різних джерел.

Коефіцієнт викидів: Чим частіше здійснюється діяльність або чим довше вона триває, тим вище будуть рівні неорганізованих викидів. Під час змішування 20 бочок із друкарською фарбою кількість неорганізованих викидів буде вдвічі більше, під час змішування 10 бочок. Друк протягом 4 годин призводить до більшої кількості неорганізованих викидів, ніж друк протягом 2 годин.

Коефіцієнт викидів може бути визначений для кожного джерела. Цей коефіцієнт вказує на кількість неорганізованих викидів за кожен раз або кожну годину, коли здійснюється діяльність.

Коефіцієнти викидів необхідно визначати лише один раз. Вони залежать від машини та методу роботи. Якщо ні машина, ні метод роботи не змінюються, коефіцієнт викидів також залишається незмінним.

Виробничий параметр: Для розрахунку викидів необхідно помножити коефіцієнт викидів на виробничий параметр. Цей виробничий параметр є показником діяльності у відповідному джерелі неорганізованих викидів. Чим вищий виробничий параметр, тим вище рівень неорганізованих викидів.

Приклади: Для операцій очищення як параметр можна використовувати кількість разів використання очисної установки, а для змішування друкарської фарби – обсяг змішаної друкарської фарби.

Для отримання виробничих параметрів потрібно вести ефективний облік. Коротко метод полягає в таких діях:

- Оцінити або виміряти відповідні коефіцієнти викидів та створити систему обліку для річних виробничих параметрів. Це потрібно зробити лише один раз.

- Розрахунки неорганізованих викидів мають виконуватися щороку. Це робиться шляхом множення відповідних виробничих параметрів за рік на коефіцієнти викидів.

Очевидно, найскладнішим кроком є визначення коефіцієнтів викидів. Це робиться у два або більше етапів. Перший крок полягає в тому, щоб зробити добре обґрунтовану оцінку. Це робиться для різних джерел неорганізованих викидів. Для великої кількості джерел із дуже низьким рівнем викидів жодних подальших дій не потрібно. Другий крок виконується тільки для невеликої кількості більших джерел, де здійснюються більш точні вимірювання.

### **Точність**

Виробничі параметри можуть бути точно визначені. Краще, щоб ці параметри були цифрами, які вже є частиною виробничих записів або які мають бути зібрані в будь-якому випадку для інших частин плану управління розчинниками.

Прикладами таких параметрів є кількість годин роботи виробничого обладнання, кількість замовлень, оброблених у кожній машині, обсяг купленої друкарської фарби та кількість змішаних тонн друкарської фарби. Параметри завжди є показниками діяльності: чим вищий параметр, тим вище мають бути відповідні рівні неорганізованих викидів.

Коефіцієнти викидів є показником викидів на одиницю діяльності. Наприклад, втрата розчинника на кілограм змішаної друкарської фарби або втрата розчинника через місцеві витяжки між друкарськими секціями за годину роботи.

Рівень точності коефіцієнтів викидів варіюється. Чим ширші вимірювання та дослідження, тим точнішими будуть коефіцієнти. Різні джерела неорганізованих викидів не потребують вимагають однакового рівня точності.

Точність можна також підвищити, використовуючи більше одного коефіцієнта викидів для діяльності. Замість використання одного коефіцієнта викидів для всіх операцій змішування друкарської фарби можна розділити їх на змішування великих і малих партій друкарської фарби, змішування в спекотні або холодні дні та змішування вручну або в машині. Іншими словами, можна визначити або один або п'ять різних коефіцієнтів. В останньому випадку точність буде вищою.

Проте визначення більш ніж одного коефіцієнта викидів для кожного виду діяльності або підвищення їхньої точності також призведе до збільшення обсягу роботи. Непродуктивно витратити багато часу на незначне джерело, яке майже не впливає на неорганізовані викиди. Тому рекомендується почати з оцінювання порядку величини викидів із кожного джерела, а потім визначити, яке джерело потребує найбільш точних коефіцієнтів викидів.

Необхідна точність для джерела залежить від двох різних чинників:

1. Величина загальних неорганізованих викидів: якщо загальні неорганізовані викиди значно нижчі за граничні значення, то допускається відносно велика потенційна похибка.

Приклад: із граничним значенням 20% (для ДПВ) фактичний викид від 5% до 10% буде прийнятним, але фактичний викид від 15% до 30% – не буде. В останньому випадку точність необхідно підвищити.

2. Внесок джерела в загальні викиди: якщо необхідно підвищити точність загального значення, треба зосередитися на джерелах, які є відносно великими та мають низьку точність.

Приклад: Із граничним значенням 20% та фактичними викидами від 15% до 30%, з внеском відділення змішування друкарських фарб від 1% до 2% та внеском місцевої витяжки між друкарськими секціями від 10% до 20%, очевидно, було б вигідно підвищити точність другого джерела.



### **Досягнуті екологічні переваги**

Точність моніторингу неорганізованих викидів значно підвищується. Отримане уявлення про походження та причин неорганізованих викидів сприяє скороченню цих викидів.

### **Технічні особливості, пов'язані із застосуванням**

Застосовується до заводів із виробництва гнучкої упаковки, які застосовують метод усунення забруднення довкілля, спрямований на знищення.

### **Приклади заводів**

Цей метод було випробувано на заводах із виробництва гнучкої упаковки.

### **Довідкова література**

[ [38, TWG 2004](#) ]

## 21.5 БАЛАНС МАСИ РОЗЧИННИКА (БМР)

### 21.5.1 Баланс маси розчинника для цеху з фарбування транспортних засобів

[ 143. ACEA 2017 ]

#### 21.5.1.1 Межі застосування балансу маси розчинника

Дуже важливо точно визначити межі застосування кожного розрахованого балансу маси розчинника та забезпечити, щоб ці межі також відповідали межам затверджених загальних викидів установки.

Відправною точкою для визначення меж застосування, як правило, є опис у Додатку VII, частина 3 ДПВ для установок автомобільної промисловості: «...усі етапи процесу, що здійснюються на одній установці, від електрофоретичного покриття або будь-якого іншого виду процесу нанесення покриття до остаточного нанесення воску та полірування верхнього покриття зокрема, а також розчинників, що використовуються для очищення виробничого обладнання, у тому числі камер фарбування розпиленням, та іншого стаціонарного обладнання як під час виробничого періоду, так і поза ним».

Проте практичний досвід показав, що є багато додаткових аспектів, які потрібно враховувати. До них належать:

- Необхідність підготування кількох балансів маси розчинника для технічно незалежних установок на одному заводі.
- Підготування спільного балансу маси розчинника для кількох аналогічних установок (наприклад, фарбувальних цехів різного типу) або різних видів діяльності (наприклад, типів, процесів склеювання у виготовленні автомобільних кузовів і остаточному збиранні, установок для очищення деталей або використання розчинників в очищенні установок).
- Виключення етапів процесу, що не є частиною установки, що охоплюється в ДПВ, наприклад:
  - захисний транспортувальний віск, що наноситься на готовий транспортний засіб перед відправленням;
  - ремонт фарбового покриття на повністю зібраних транспортних засобах у кінці лінії збирання;
  - етапи процесу, якщо використовується матеріал, що не містить розчинників (приклад: віск для порожнин).
- Нанесення покриття на компоненти та запасні деталі в системі фарбування транспортних засобів, які зазвичай не проходять через усі етапи процесу та виходять із процесу нанесення покриття після етапів нанесення покриття електроосадженням або нанесення ґрунтовки у вигляді окремих деталей, а не цілих одиниць транспортних засобів.
- Нанесення покриття розпиленням на кузова, на які в іншому місці було нанесено покриття електроосадженням.
- У деяких випадках доцільними є зміни в підрахунку кузова/продукту та поверхні. Типовим прикладом є фарбування запасних частин у цеху фарбування транспортних засобів, які зазвичай випускаються з установки після нанесення покриття електроосадженням або нанесення ґрунтовки. Іншим прикладом є фарбування дрібних заводських деталей на об'єкті з виробництва транспортних засобів, які призначені для встановлення на іншому об'єкті, а не на об'єкті виробництва.

Щодо розрахунку БМР для конкретної установки, варто подбати про те, щоб вхідні дані, як-от вхідний потік розчинника, площа поверхні продуктів, на які наноситься покриття, та визначення всіх вихідних масових потоків, відповідали межам застосування БМР конкретної установки та відображали операції з пониженою потужністю для запасних деталей тощо.

#### 21.5.1.2 Основні рівняння

Немає двох однакових установок, тому БМР необхідно адаптувати до об'єкта, і їх не можна порівнювати безпосередньо між установками.

Загальні правила та терміни, що використовуються, визначені в Частині 7 Додатка VII до Директиви про промислові викиди. Визначення та рівняння, надані в ньому, можна узагальнити так:

$$I = I1 + I2 = \sum_{i=1}^9 O_i$$

Рівняння 1

$$E = O1 + O2 + O3 + O4 + O9$$

прямий метод

Рівняння 2

$$E = I1 - O5 - O6 - O7 - O8$$

непрямий метод

Рівняння 3

$$E_r = \frac{E}{A}$$

Рівняння 4

де

A            площа поверхні;  
O1            O1.1 + O1.2.

(Дуже часто з практичних причин оброблені (O1.1) та необроблені (O1.2) вловлювані викиди визначаються та повідомляються окремо.)

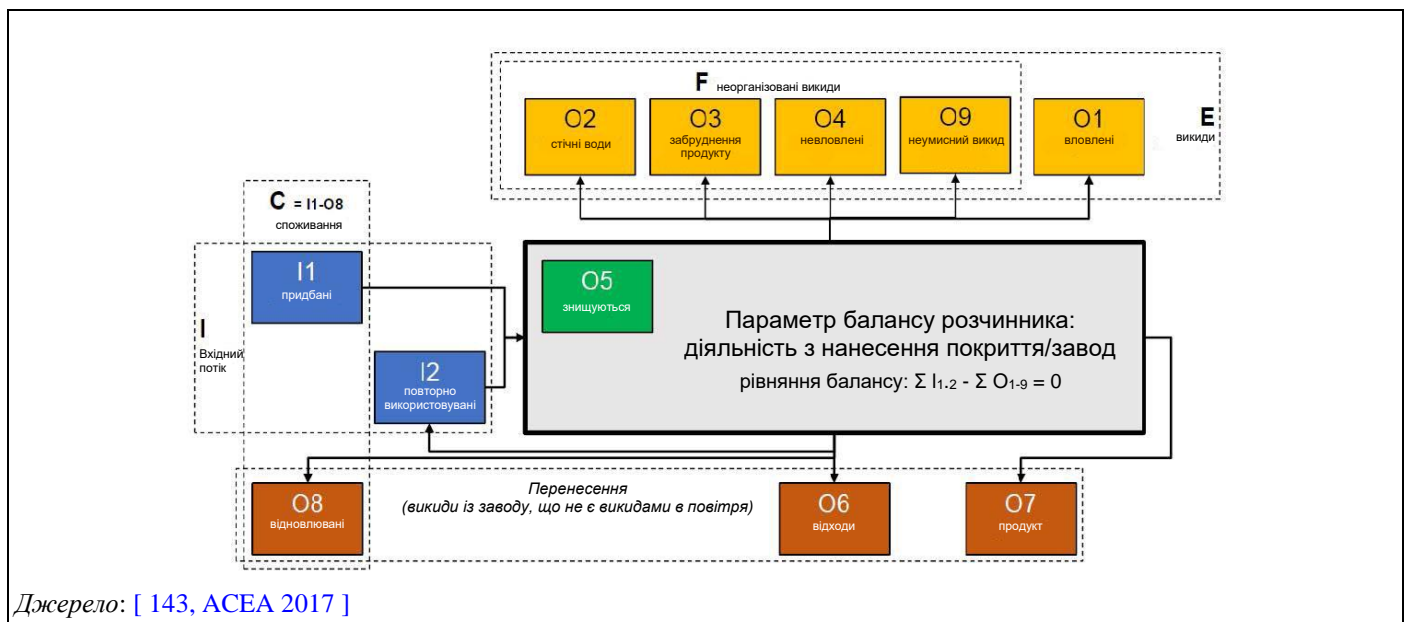


Рисунок 21.3: Масовий потік розчинника у фарбувальному цеху

На рисунку вище показані всі типи масового потоку, зазначені в Частині 7 Додатка VII до ДПВ. Лише деякі з них актуальні або мають бути визначені точно для розрахунку загальних викидів E або для демонстрації відповідності граничним значенням викидів.

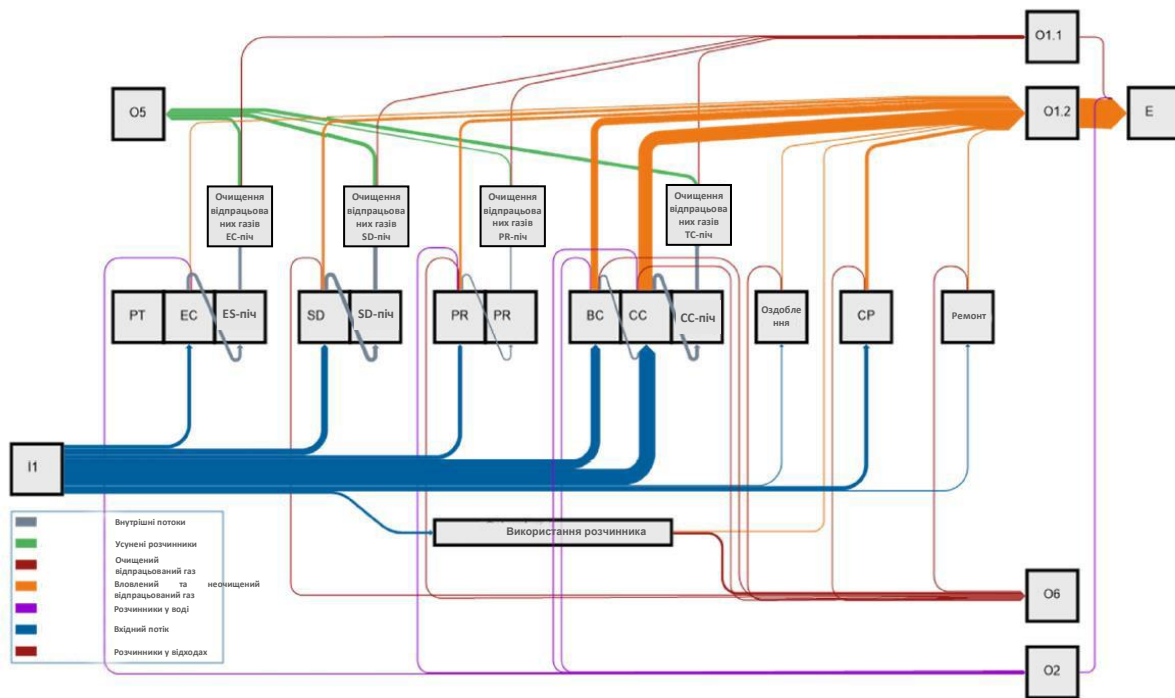
#### 21.5.1.2.1 Відповідні масові потоки органічних розчинників

Типові значення масового потоку органічних розчинників у фарбувальному цеху з ґрунтовкою та базовим покриттям на водній основі, що є панівною концепцією покриття в європейських фарбувальних цехах (сімейство фарбувальних цехів WB), показані на Рисунку 21.4. Ці концепції покриттів, як-от ґрунтовка на основі розчинника та/або базове покриття на основі розчинника, інтегровані процеси без ґрунтовки або захисту порожнини без вмісту розчинника, можуть дати інші співвідношення між різними масовими потоками.

Щоб уникнути надмірних витрат і трудових ресурсів, варто досліджувати тільки ті масові потоки розчинника, які мають істотний вплив на загальний викид розчинника. Решта потоків

можуть бути внесені до розрахунків БМР із використанням фіксованих стандартних значень (наприклад, наведених тут), або навіть дорівнювати нулю. Проте це залежатиме від конкретної ситуації на установці, особливо якщо розрахункове значення викидів близьке до ГДЗВ. У таких випадках необхідне більш детальне дослідження.

Дотримуючись цих двох принципів і з огляду на практичний досвід (див. Рисунок 21.4), масові потоки, визначені в рівняннях 1-3, можна впорядкувати відповідно до їхньої релевантності, як показано в Таблиці 21.9.



Source: [ 143, ACEA 2017 ]

Рисунок 21.4: Масовий потік розчинника на лінії фарбувальному цеху (приклад)

Таблиця 21.9: Релевантність різних масових потоків

| Скорочення   | Масовий потік  | Пояснення<br>(a, b, c, вказують на зменшення релевантності)  | Релевантний,<br>якщо<br>застосовується<br>... метод |
|--|--|--|---|
| <b>Масові потоки першорядного значення</b>   |  |  |   |
| Чисельне визначення для кожного розрахунку БМР. Невизначеності, пов'язані з визначенням цих параметрів, впливають на загальну невизначеність результату.   |  |  |   |
| I1   | Вхідний потік розчинників  | ЛОС як розчинники у фарбах; розріджувачі та промивні агенти для нанесення; очищувальні засоби для очищення рослин.   | Непрямий  |
| O1.2   | Вловлені та неочищені викиди   | Зони нанесення без очищення витяжного повітря:<br>a. CC, BC, PR,<br>b. SD, CP,<br>c. Оздоблення, приміщення для змішування   | Прямий  |
| O5   | Розчинники, знищені за допомогою методів усунення забруднення довкілля | Зазвичай шляхом спалювання в процесі очищення відпрацьованих газів, але необхідно розглядати й будь-який інший процес, за умови, що він здійснюється в межах балансу маси розчинника і призводить до остаточного перетворення органічних розчинників в інші речовини.  | Непрямий  |
| O6   | Розчинники у вигляді відходів  | a. Зібраний розчинник/фарба з процесу зміни кольору та продування (PR, BC, CC).<br>b. Відходи фарби.<br>c. Відходи пластизолів (захисне покриття низу кузова, герметизація швів).<br>d. Інші відходи, забруднені розчинником.  | Непрямий  |
| O8   | Відновлені розчинники  | До них належать:<br>• Різниця в запасах розчинників/фарб на початку та наприкінці кожного періоду балансу розчинників.<br>• Зберігання вловлених розчинників для повторного використання в на тій самій установці після внутрішнього або зовнішнього відновлення. <sup>95</sup><br>O8 змінюється на I2, якщо розчинники вводяться в процес нанесення покриття протягом того самого звітного періоду. | Непрямий  |
| <b>Масові потоки другорядного значення</b>   |  |  |   |
| Індивідуальне рішення в кожному конкретному випадку, чи потрібне кількісне визначення (вимірювання) для кожного розрахунку БМР. Залежно від ситуації із відповідністю ГДЗВ може бути достатньо використання емпіричних значень або оцінок. |  |  |   |
| O1.1   | Вловлені та очищені викиди   | За нормальних умов експлуатації відповідного обладнання для очищення відхідних газів внесок у загальні викиди дуже малий. Проте визначення O5 вимагає визначення викидів очищених газів, а іноді необхідне визначення концентрації викидів, щоб продемонструвати відповідність граничним значенням викидів для конкретних точкових джерел.   | Прямий або непрямий                                 |
| O2   | Стічні води  | Переважно через скидання циркуляційної води зі скрубєрів для надлишку розпилення фарби, незначна кількість зі стічних вод від ЕС.  | Прямий  |
| O3   | Забруднення продукту   | Релевантне лише в тому випадку, якщо використовується віск для порожнин на основі розчинника; невелика кількість розчинників може залишитися у восковій плівці та випаруватися під час остаточного збирання. Усі шари фарби повністю твердіють у сушарках фарбувального цеху, перш ніж транспортні засоби надходять на лінію остаточного збирання.   | Прямий  |
| O4   | Невловлені викиди в повітря  | Відкриті або напівзакриті робочі зони:<br>a. оздоблювальне покриття, CP, SD,   | Прямий  |

<sup>95</sup> У деяких країнах-членах розчинники, які передаються як «відходи для відновлення» на установку переробки відходів, враховуються як O6, за винятком випадків, коли ці розчинники повертаються на ту саму установку.

| Скорочення   | Масовий потік                 | Пояснення<br>(а, б, с, вказують на зменшення релевантності)   | Релевантний,<br>якщо<br>застосовується<br>... метод |
|--|-------------------------------|---|---|
|  |                               | б. місія очищення відпрацьованих вод та поводження з відходами.   |   |
| <b>09</b>  | Неумисні викиди               | Незвичні та нерегулярні викиди, як-от розливи та аварії.  | Прямий  |
| <b>I2</b>  | Перероблений розчинник        | Вилучений із вловлених розчинників, відновлений та повторно використовуваний на тій самій установці.<br>Лише у рідкісних випадках (використання як очищувального розчинника). | Непрямий  |
| <b>Масові потоки, що не пов'язані з цехом фарбування транспортних засобів (0%)</b> |                               |   |   |
| <b>07</b>  | Розчинники у вигляді продукту | Цехи фарбування транспортних засобів не виробляють продуктів із розчинниками.   |   |

### 21.5.1.2.2 Вибір прямого або непрямого методу

У деяких фарбувальних цехах відхідні гази викидаються з декількох спільних димових труб (2–8), але на багатьох установках кожен окремий потік відхідних газів з'єднаний зі своєю власною димовою трубою, що призводить до наявності більше ніж 30, а іноді й до 70 димових труб різного розміру.

Рівняння 2 та 3 визначають два альтернативні способи розрахунку загальних викидів ЛОС.

**Прямий метод** (рівняння 2) вимагає визначення викидів від кожного відповідного потоку відхідних газів (01): або уловленого й очищеного (01.1), або уловленого й неочищеного (01.2). Зазвичай це досягається визначенням аналітичним шляхом із періодичними або безперервними вимірюваннями (див. Розділ 21.5.1.4). Крім того, необхідно визначити неорганізовані викиди з відкритих або напівзакритих зон фарбувального цеху (04) і перенесення розчинника в стічні води (02).

За допомогою **непрямого методу** (рівняння 3) визначаються кількості розчинників, які вводяться в установку (I1) і не викидаються, а знищуються на установках очищення відхідних газів (05) або збираються й утилізуються як відходи (06). Пряме вимірювання викидів на окремих димових трубах може не знадобитися. Також можна пропустити технічно дуже складне визначення неорганізованих викидів із відкритих або напівзакритих зон фарбувального цеху або визначення розчинників у стічних водах.

#### Обидва методи рівнозначні

Обидва методи загалом рівнозначні з юридичної точки зору (обидва описані в Додатку VII до ДПВ, Частина 7). Оператор установки може вільно вибрати метод, який найкраще відповідає його/її конкретним місцевим умовам, за умови, що відповідність ГДЗВ може бути продемонстрована з достатньою надійністю, і він відповідає вимогам місцевого дозвільного органу.

Проте прямий метод часто не застосовується з таких причин:

- Кількість димових труб, а отже, кількість точок моніторингу зазвичай велика. Прямі вимірювання в багатьох джерелах викидів дуже дорогі, а невизначеності вимірювань кожного окремого результату вимірювання сумуються.
- Невловлені викиди нелегко виміряти.

Як правило, непрямий метод є найбільш авторитетним (навіть в інших секторах) і дає вищу точність, оскільки визначення викидів за димовими трубами демонструє сильні коливання та потребує безперервних вимірювань.

### 21.5.1.3 Вхідний потік розчинників (I1)

Якщо БМР встановлюється за допомогою непрямого методу (рівняння 3), необхідно визначити вхідний потік розчинника (розчинники у фарбах та інших матеріалах покриття, розчинники, що використовуються як розріджувачі або очищувальні засоби). Проте доцільно реєструвати та документувати дані про споживання розчинника ( $C = II-O8$ ) для всіх установок, оскільки це запускає класифікацію установки відповідно до різних рівнів правових вимог ДППВ (Додаток I, діяльність 6.7).

Визначення вхідного потоку розчинника, який охоплює всі матеріали, що використовуються для процесу нанесення покриття, а також для очищення обладнання та фарбувальних камер, та його розподіл між різними підпроцесами нанесення покриття виконується у два етапи: визначення споживання матеріалу (див. Розділ 21.5.1.3.1) та визначення вмісту розчинника в матеріалах покриття (див. Розділ 21.5.1.3.2).

#### 21.5.1.3.1 Споживання матеріалу

У Таблиці 21.10 показана типова ситуація в цеху фарбування транспортних засобів із широко використовуваною концепцією покриття. Для інших концепцій покриття (інтегровані процеси без ґрунтовки або верхні покриття без прозорого шару покриття) будуть отримані інші результати. Якщо з двома або більше постачальниками укладено контракт на один і той самий тип матеріалу, кількість різних матеріалів відповідно зростатиме.

Таблиця 21.10: Типове різноманіття матеріалів покриття в цеху фарбування легкових автомобілів

| Підпроцес   | Матеріал   | Кількість різних матеріалів                  |
|---|--|--|
| EC  | Покриття електроосадженням   | 2–10   |
| SD  | Пластизолі для герметизації та покриття кузова. Розпилювальні шумопоглинальні матеріали.   | < 10   |
| PR  | Ґрунтовка, яку також називають ґрунт-шпаклівкою або заповнювачем. Іноді застосовуються різні кольори.  | 1–10   |
| BC  | Базовий шар, дуже багато кольорів та типів ефектів (однотонний, металік, перламутровий тощо). У споживанні переважає невелика кількість великосерійних кольорів. | 50–400 (всі кольори)<br>< 10 (великосерійні) |
| CC  | Прозорий шар покриття (у тому числі 2K отверджувачі).  | < 10   |
| Оздоблювальне покриття, ремонт фарбового покриття | Ґрунтовки, базові покриття, прозорі покриття, отверджувачі та розріджувачі. Кольори мають відповідати BC.  | > 400  |
| CP  | Захист порожнини.  | < 10   |
| Очищення та промивання                            | Розчинники, що використовуються як розріджувачі або очищувальні засоби, використовуються в різних підпроцесах.   | < 10   |

Як правило, для визначення надходження матеріалів у фарбувальний цех загалом та їхнє точне використання в різних підпроцесах, потрібна база даних матеріалів, що містить від 200 до 1000 різних матеріалів. У розрахунках БМР розріджувачі та очищувальні засоби зазвичай стосуються загального підпроцесу «Очищення та промивання», і їхнє використання не стосується конкретних застосувань фарби.<sup>96</sup>

<sup>96</sup> Для встановлення балансу розчинників необхідно визначити кількість розчинників, що викидаються у повітря під час нанесення. Для цього необхідно визначити кількість речовин, зібраних та утилізованих як відходи розчинників. Різниця з використовуваними кількостями, враховуючи додаткову кількість фарби в старих розчинниках, використовується для визначення загального коефіцієнта викидів для «очищення та промивання».

### 21.5.1.3.2 Вміст розчинника в матеріалах покриття

У найкращому випадку постачальники матеріалів надають вичерпні звіти про вміст розчинника, які оператор повинен зберігати. Ці звіти мають надаватися постачальниками матеріалів щомісячно або щорічно.

Деякі виробники створили власні бази даних компанії з детальною інформацією, у тому числі з перевіреними та конфіденційними даними про склад усіх випробуваних та затверджених матеріалів процесу. Якщо звіти постачальників недоступні, інформацію про вміст розчинника можна отримати з цих джерел.

По-третє, можна використовувати вміст розчинника, зазначений у паспорті безпеки (вміст ЛОС у % м). Варто пам'ятати, що в Розділі 3 паспортів безпеки ЄС концентрації компонентів є базовими складами, що використовуються для отримання класифікації небезпеки. Індивідуальні постачання на об'єкт можуть мати інший (нижчий) вміст розчинника.

Зверніть увагу, що для відповідності вимогам статті 59.5 ДПВ важливо перевіряти вміст застосованих розчинників щодо речовин CMR або інших шкідливих органічних речовин. Рекомендується вимагати від постачальників письмове підтвердження та додатково перевіряти дані про компоненти в Розділі 3 паспортів безпеки.

ДПВ не пропонує конкретний спосіб публікації вмісту розчинника в матеріалах покриття<sup>97</sup>. Зазвичай значення надаються у відсотках за масою. Проте вміст розчинника в продуктах для повторного оздоблення транспортних засобів має бути вказаний як «*грами/літр (г/л) у складі продукту в стані готового до використання*» (Директива Decoraaint, Стаття 2.6). Деякі постачальники фарб також використовують це визначення для загальних матеріалів покриття. Отже, якщо для розрахунку вхідного потоку розчинника беруться «готові до використання» концентрації розчинника, кількість розчинника, яка додається на місці для приведення фарби до заданого вмісту розчинника, не повинна враховуватися як вхідний потік.

Постачальники фарб розраховують вміст розчинника за даними рецептів своєї продукції. Прямі аналітичні вимірювання вмісту ЛОС у фарбах, як описано в EN ISO 11890-1 та -2, а також EN ISO 17895, не є характерними.

У Таблиці 21.11 показані типові діапазони вмісту розчинників у різних системах фарбування.

<sup>97</sup> Що стосується вказування вмісту розчинників у матеріалах покриття, існують два відповідних європейських законодавчих акти: (а) ДПВ, в якій ЛОС визначаються відповідно до тиску їхньої пари, та (b) Директива 2004/42/ЄС (Директива Decoraaint), яка визначає ЛОС відповідно до точки їхнього кипіння. Речовини з температурою кипіння або тиском пари, близькими до відповідних граничних значень (0,01 ± 0,005 кПа) або (250 ± 20 °C), можуть класифікуватися як ЛОС тільки в одній із двох Директив. Дані щодо ЛОС, що ґрунтуються на Директиві Decoraaint, слід використовувати лише після ретельної перехресної перевірки. Проте для покриттів транспортних засобів ці відмінності рідко мають значення, оскільки основні компоненти розглядаються як ЛОС в обох Директивах. У разі сумнівів слід зв'язатись із постачальником.

Відповідальністю постачальника фарби є публікування даних про концентрацію ЛОС разом з одиницями вимірювання та посиланням на відповідну директиву, у тому числі звіт про те, чи є це значення «готовим до використання» значенням або реальним вмістом розчинника в матеріалі, що продається. У деяких країнах-членах національне законодавство запровадило спеціальні терміни з різними одиницями вимірювання для вмісту розчинника (масові відсотки, г/л, г/л без урахування води тощо).



Таблиця 21.11: Типовий вміст твердих частинок та розчинників у матеріалах покриття

| Тип речовини  | Вміст твердих частинок (%) | Вміст органічного розчинника (%) |
|---|----------------------------|----------------------------------|
| <b>Покриття електроосадженням</b>   |                            |                                  |
| - Резервуар для обробки шляхом занурення, готові до використання  | 16,0–20,0                  | 1,0–2,0                          |
| - Поповнення: смола   | -                          | 2,5                              |
| - Поповнення: пігментна паста   | -                          | 9,0                              |
| <b>Захисне покриття низу кузова, герметизація швів</b>  |                            |                                  |
| - Покриття низу кузова  | 95–98                      | 2–5                              |
| - ПВХ покриття низу кузова  | 97,2–97,6                  | 2,4–2,8                          |
| - Остаточне нанесення воску   | 79,8                       | 20,2                             |
| - Шовний герметик   | 95–98                      | 2–5                              |
| <b>Шумопоглинальний матеріал, що наноситься в рідкому вигляді</b>   | 79–99                      | 0–3                              |
| <b>Грунтовка на основі розчинника</b>   | 50–65                      | 35–50                            |
| <b>Грунтовка на водній основі</b>   | 45–55                      | 5–12<br>5,5–5,9                  |
| <b>Верхній шар на основі розчинника <sup>(1)</sup></b>  |                            |                                  |
| - 1К  | 45–60                      | 40–55                            |
| - 2К  | 55–70                      | 30–45                            |
| <b>Верхній шар на водній основі <sup>(1)</sup></b>  |                            |                                  |
| - 1К  | 45–55                      | 5–13                             |
| - 2К  | 45–50                      | 12–18                            |
| <b>Базовий шар на основі розчинника</b>   |                            |                                  |
| - Стандартний <sup>(2)</sup>  | 18–22 (40)                 | (60) 78–82                       |
| - З високим вмістом твердих частинок <sup>(2)</sup>   | 35–45 (50)                 | (50) 55–65                       |
| Великосерійне виробництво   | 30–53                      | 47–70                            |
| - Спеціальні кольори  | 30–62                      | 38–70                            |
| - З надвисоким вмістом твердих частинок <sup>(3)</sup>  | -                          | -                                |
| - Інтегрований процес WB1/2   | -                          | -                                |
| <b>Базовий шар на водній основі</b>   |                            |                                  |
| - Стандартний базовий шар <sup>(2)</sup>  | 16–22 (40)                 | 12–17                            |
| - Інтегрований процес (WB1+WB2) <sup>(2)</sup>  | 16–30 (40)                 | 10–10                            |
| <b>Прозорий шар на основі розчинника</b>  | 47–54                      | 46–53<br>43–49                   |
| - 1К із високим вмістом твердих частинок  | 55–60                      | 40–45                            |
| - 2К із високим вмістом твердих частинок  | 55–65                      | 35–45                            |
| <b>Віск для захисту порожнини</b>   | <sup>(4)</sup>             |                                  |
| - Гарячий віск  | 100                        | 0                                |
| - Стандартний віск на основі розчинника   | 50                         | 50                               |
| - Віск на основі розчинника з високим вмістом твердих частинок  | 48                         | 20                               |
| - Стандартний віск на водній основі   | 35                         | 0                                |
| - Вдосконалений віск на водній основі   | 39                         | 0                                |
| <sup>(1)</sup> Покриття без додаткового прозорого шару.<br><sup>(2)</sup> Значення в дужках стосуються тільки відтінків кольору з низьким рівнем непрозорості, наприклад, білого.<br><sup>(3)</sup> Не використовується для покриття легкових автомобілів.<br><sup>(4)</sup> Віск, добавки, заповнювачі, мінеральна олива.<br>Джерело даних: VDI 3455:2013, Контроль викидів. Великосерійні заводи фарбування автомобільних кузовів, Рьодер, Т., Сучасний захист порожнин, у: Automotive Circle (вид.) 2016 р. – Strategies in Car Body Painting, Бад-Наугайм, 2016 р., дані від постачальників фарб. Діапазони концентрацій є варіаціями, що трапляються для найчастіше використовуваних матеріалів кожного класу. |                            |                                  |

## 21.5.1.4 Вимірювання викидів у вихлопних газах

### 21.5.1.4.1 Вимірювання ПІД

Стандартний підхід полягає у вимірюванні викидів розчинників за допомогою полум'яно-іонізаційного детектора (ПІД). Ця процедура описана в EN 12619:2013. Робота ПІД ґрунтується на виявленні іонів, що утворюються під час згорання органічних сполук у водневому полум'ї. Утворення цих іонів пропорційне концентрації органічних сполук у пробі газового потоку.

Результати вимірювання ПІД зазвичай повідомляються як «пропанові еквіваленти», тобто як кількість пропану, яка спричиняє той самий сигнал (відгук). Вимірювання ПІД часто позначають як «загальний органічний вуглець» (ЗОВ), «загальна кількість вуглеводнів» або «загальний вміст вуглеводнів» (ЗВВ), хоча більш точною назвою було б «загальний вміст легких вуглеводнів» (ЗВЛВ), оскільки конденсовані вуглеводні не виявляються. Робочий діапазон ПІД не повністю відповідає визначенню ЛОС; зокрема, ПІД не може розрізняти розчинник та не розчинник.

Фактично вимірний сигнал ПІД залежить не тільки від вмісту вуглецю в присутніх компонентах, але й від типу вуглецевого зв'язку в молекулі, і необхідно враховувати певну чутливість інструмента. Через ці фактори необхідно визначити коефіцієнт чутливості  $Rf$  і використовувати його для модифікації сигналу пропанового еквівалента.

$$Rf = \frac{C_{\text{пропановий екв.}}}{C_{\text{речовина}}} \quad \text{Рівняння 5}$$

де:

$C_{\text{пропановий екв.}}$  Показання ПІД в ppm C або мг C/м<sup>3</sup>;

$C_{\text{речовина}}$  концентрація вимірюваної речовини у відпрацьованому газі в ppm або в мг/м<sup>3</sup>.

Коефіцієнти чутливості для легких сполук, які часто використовуються, зазвичай можна отримати в постачальника інструмента. У Таблиці 21.12 надані діапазони коефіцієнтів чутливості для розчинників, що зазвичай використовуються.

Цей підхід до вимірювання добре зарекомендував себе та є загальноповсюдним. Він простий у використанні, економічно ефективний та може надавати інформацію протягом репрезентативного проміжку часу. Проте результати вимірювання ПІД, наведені в одиницях концентрації атомів вуглецю (ЗОВ у ppm або мг C/м<sup>3</sup>), мають бути перетворені на концентрацію розчинника в мг/м<sup>3</sup>.

### 21.5.1.4.2 Коефіцієнти перерахунку

Для перерахунку результатів ПІД (наданих у вигляді загального вуглецю) у розчинники (необхідні для балансу маси розчинника) необхідно знати хімічну ідентичність основних газоподібних органічних компонентів, що містяться в потоці відпрацьованого газу. Найчастіше 80% загальної маси складається з п'яти різних компонентів. Ці основні речовини можна визначити шляхом додаткового відбору проб (адсорбція з використанням твердого адсорбенту, десорбція та розділення, ідентифікація та кількісне визначення окремих компонентів за допомогою газової хроматографії (CEN/TS 13649:2014)), але через технічні обмеження аналітичних методів, як правило, не всі відповідні сполуки будуть вловлені, проаналізовані та кількісно визначені. Як альтернатива, склад потоку відпрацьованого газу можна розрахувати, використовуючи дані про склад розчинника або суміші фарби. Проте склад рідкої (фарба, розчинник) і парової (відпрацьований газ) фаз може відрізнитися, оскільки інтенсивність випаровування та парціальний тиск парів відповідних легких речовин різні. Доступні теоретичні моделі, але вони застосовні лише після ретельної перевірки.

Для перетворення сигналу ПД загальної концентрації вуглецю  $c_{TOC}$  на концентрацію ЛОС  $c_{VOC}$  (або масовий потік  $\bar{M}_{VOC}$ ), яка є ціллю моніторингу, необхідно визначити коефіцієнт перерахунку  $f_s$ :

$$f_s = \frac{c_{VOC}}{c_{TOC}} \cong \frac{\bar{M}_{VOC}}{\bar{M}_C} \quad \text{Рівняння 6}$$

де:

- $\bar{M}_{VOC}$  середня молярна маса суміші ЛОС;  
 $\bar{M}_C$  середня молярна маса вуглецю суміші ЛОС;  
 S індекс для сегмента заводу, що підлягає моніторингу.

Якщо ця додаткова інформація про основні компоненти недоступна для отримання коефіцієнтів перерахунку, для перерахунку ЗОВ на концентрацію розчинника можна використовувати контрольні значення, зазначені в Таблиці 21.12. Таблиці 21.12 наведено список коефіцієнтів перерахунку (перерахунок з мг С на мг речовини) і коефіцієнтів чутливості (використовуються для розрахунку концентрацій розчинника на основі вимірювань ПД у концентрації ЗОВ) для звичайних розчинників і фарб.

Оскільки склади органічних розчинників у матеріалах покриття або розріджувачах для фарб відрізняються, очікується, що викиди від наступних сегментів заводу (S) матимуть різні коефіцієнти перерахунку.

- EC: нанесення покриття електроосадженням;  
 SD: нанесення герметиків, покриттів для низу кузова та розпилювальних шумопоглинальних матеріалів;  
 PR/BC: нанесення ґрунтовки або базових шарів фарб (оскільки обидва типи покриттів є покриттями або на основі розчинника (SB), або на водній основі (WB), обидві фарбові системи матимуть однакові коефіцієнти перерахунку);  
 CC: нанесення прозорого шару покриття;  
 відпрацьований газ: очищений газ із системи термічного очищення;  
 частковий ремонт: суміш ґрунтовки/базового покриття та прозорого покриття.

Таблиця 21.12: Коефіцієнти перетворення та коефіцієнти чутливості для звичайних розчинників та фарб

| Речовини   | Вміст вуглецю (%) | Коефіцієнт перерахунку | Розширена невизначеність 95% | Коефіцієнт чутливості | Розширена невизначеність 95% |
|--|-------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| <b>Суміші розчинників</b>  |                   |                        |                              |                       |                              |
| Аліфатичні вуглеводні  | 80                | 1,2                    |                              |                       |                              |
| Заміщені ароматичні вуглеводні   | 90                | 1,1                    |                              |                       |                              |
| Кисневмісні вуглеводні   | 60                | 1,7                    |                              |                       |                              |
| Спирти (від C1 до C5)  | 37–65             | 1,70                   |                              | 0,79                  | 0,18<br>( <sup>1</sup> )     |
| Органічні кислоти (від C1 до C4)   | 40–54             | 1,85–2,50              |                              | 0,69                  |                              |
| Кетони (від C3 до C6)  | 62–72             | 1,38–1,61              |                              | 0,76–0,83             | 0,16<br>( <sup>1</sup> )     |
| Складні ефіри (від C3 до C6)   | 49–62             | 1,61–2,04              |                              | 0,68–0,83             | 0,16<br>( <sup>1</sup> )     |
| Гліколеві ефіри (від C4 до C6)   | 45–61             | 1,64–2,22              |                              |                       |                              |
| Складні гліколеві ефіри (C6 до C8)   | 55–60             | 1,67–1,82              |                              |                       |                              |
| Аліфатичні вуглеводні (від C4 до C10)  | 83–86             | 1,16–1,20              |                              | 0,94–1,00             | 0,05<br>( <sup>1</sup> )     |
| Ароматичні вуглеводні (від C6 до C8)   | 90–92             | 1,09–1,11              |                              | 0,93–1,00             | 0,05<br>( <sup>1</sup> )     |
| <b>Розчинники у фарбах (<sup>2</sup>)</b>  |                   |                        |                              |                       |                              |
| Фарбувальні цехи сімейства WB (загальний коефіцієнт для всіх типів покриттів і розчинників, що використовуються)   | 70                | 1,4                    |                              |                       |                              |
| Фарба на водній основі   | 68                | 1,47                   | 0,06                         |                       |                              |
| Фарба на основі розчинника   | 72                | 1,39                   | 0,06                         |                       |                              |
| SB 2K прозорий шар   | 82                | 1,22                   | 0,06                         |                       |                              |
| Фарби у фарбувальних цехах з інтегрованим процесом   | 53                | 1,88                   |                              |                       |                              |
| Фарби у фарбувальних цехах з інтегрованим процесом   | 78                | 1,29                   |                              |                       |                              |
| Відпрацьований газ резервуара для обробки шляхом занурення для ЕС  |                   | 1,67                   | 0,05                         | 0,72                  | 0,02                         |
| Вихлопний газ сушильної печі ЕС  |                   | 2,3                    | 0,07                         | 0,72                  | 0,02                         |
| <p>(<sup>1</sup>) Цифри описують діапазон індивідуальних факторів чутливості, визначених за допомогою різних систем ПДД. Невизначеність у визначенні кожного коефіцієнта чутливості набагато менша (~ 0,003).</p> <p>(<sup>2</sup>) Вміст С в матеріалах покриття наведено тільки як вміст С в органічних розчинниках (без врахування вмісту води та твердих речовин).</p> |                   |                        |                              |                       |                              |

### 21.5.1.4.3 Моніторинг

Як безперервний, так і періодичний моніторинг є усталеними підходами до розробки балансів маси розчинників.

#### Безперервний моніторинг

Безперервний моніторинг викидів розчинників із точкових джерел зазвичай здійснюється за допомогою автоматичних, офіційно затверджених полум'яно-іонізаційних детекторів (ПІД). Калькулятор викидів та програмне забезпечення, що використовується, також мають відповідати стандартам оцінки. Внутрішнє калібрування обладнання здійснюється через регулярні інтервали часу.

Виміряні значення (у ppm пропанового еквівалента) у принципі мають використовуватися для отримання середніх значень за 30 хвилин і перераховуватися у відповідні середні значення за пів години  $\text{мг/м}^3$  для розчинника. Зазвичай вихідні дані перетворюються на частоту потрапляння в класи концентрацій викидів різних рівнів, і ці дані використовуються як вихідні дані для подальших розрахунків. Програмне забезпечення для моніторингу викидів виявляє несправності в роботі системи та час простою в холостому режимі. Отже, повідомлені дані охоплюють лише дійсні вимірювання за нормальних умов експлуатації, за яких можуть відбуватися викиди розчинників.<sup>98</sup> У порівнянні зі щорічними вимірюваннями, безперервне визначення концентрацій ЗОВ коштує у 8–10 разів більше.

#### Періодичний моніторинг

Періодичний моніторинг зазвичай здійснюється за допомогою методу ПІД, описаного в EN 12619. Первинним результатом є потік вихідних даних «ЗОВ ppm». Вони перетворюються на концентрації розчинника, як описано в Розділі 21.5.1.4.2 (коефіцієнти перерахунку).

Тільки у виняткових випадках моніторинг здійснюється шляхом відбору проб та газового хроматографічного (ГХ) аналізу зібраних органічних речовин за межами об'єкта (CEN/TS 13642).

### 21.5.1.5 Розрахунок масового потоку на основі вимірювань концентрації викидів

Вимірювані масові потоки викидів із димових труб завжди визначаються на основі одночасного вимірювання концентрацій речовин та обсягу димових газів. Якщо визначення масового потоку розчинника є частиною вимірювальної задачі, тоді одночасно визначаються необхідні параметри для розрахунку об'ємного потоку вихлопних газів на додаток до фактичного вимірювання забруднювальних речовин. Отже, масові потоки розчинника, які визначаються або безперервно, або періодично, зазвичай ґрунтуються на відповідних парах значень концентрації речовини та потоку відпрацьованих газів. Варто зазначити, що вимірювання об'ємного потоку є важливим фактором, що робить внесок у невизначеність розрахунку загального масового викиду.

#### 21.5.1.5.1 Коефіцієнти викидів

Один зі способів подолання цього недоліку, властивого періодичному моніторингу, полягає в тому, щоб доповнити кожен операцію з відбору проб та моніторингу для конкретної точки викиду реєструванням кількості кузовів для покриття (одиниць продукту) та/або матеріалу покриття (розчинників), що проходять через процес нанесення, пов'язаний із відповідною точкою викидів  $p$ . Потім можна розрахувати коефіцієнт викидів  $ef_p$ , який є співвідношенням між виміряним масовим потоком викидів (наприклад,  $\text{кг/год}$ ) й обсягом продуктів або матеріалу покриття/розчинника, що проходять через процес.

$$ef_s = \frac{E_p}{n_p} \quad \text{або} \quad ef_p = \frac{E_p}{l_p} \quad \text{Рівняння 7}$$

<sup>98</sup> Практика показує, що після завершення процесів фарбування виділення розчинників не повертається різко до нуля. Зокрема, розчинені розчинники далі вивільняються (видаляються) з мокрих скрубєрів протягом більш тривалого часу (1–2 години). Це необхідно враховувати в конфігурації програмного забезпечення для розрахунку викидів

де:

$E_p$  масовий потік викидів із димової труби  $p$  під час моніторингу, у кг/год;

$n_p$  обсяг виробництва (кількість покритих кузовів) в од./год;

$l_p$  матеріал або розчинники, які споживаються в кг/год на попередньому етапі процесу нанесення під час моніторингу;

Перевага цього методу полягає в тому, що досягається більш реалістичний результат щодо річних викидів, особливо якщо завод працює зі змінним рівнем виробництва.

### 21.5.1.5.2 Вловлені розчинники (O1)

Тільки якщо прямий метод (рівняння 2) використовується для розрахунку балансу маси розчинника, прямі викиди мають вимірюватися або оцінюватися для всіх джерел викидів із вловленими розчинниками.

Проте для визначення ефективності боротьби з викидами необхідно вимірювати концентрації розчинників у неочищеному газі та очищеному газі на установках очищення відпрацьованих газів.

Розчинники, що містяться в очищеному газі з установок очищення відхідних газів, зазвичай становлять приблизно від 1,5% до 3,0% від загальних викидів фарбувальних цехів. Отже, моніторинг викидів буде спрямований на надання доказів правильної роботи системи очищення відхідних газів за всіх умов експлуатації, а не на точне визначення масових потоків викидів.

У випадку термічних окисників контроль температури згорання є стандартною процедурою функціонального контролю. Цільові значення встановлюються для кожної окремої камери згорання в такий спосіб, щоб усі граничні значення викидів, які необхідно враховувати (наприклад, ЗОВ, CO, NO<sub>x</sub>), підтримувалися з мінімальним можливим споживанням палива. Рекомендується, щоб ці калібрування виконувалися після введення в експлуатацію або після технічних модифікацій системи або в попередньому процесі нанесення покриття й повторювалися через регулярні проміжки часу.

O1.1 можна розрахувати для кожного точкового джерела  $p$  декількома способами (див. також VDI 3455:2013):

- З використанням результату останнього калібрування

$$O1.1_p = c_p \times \dot{V}_p \times t_p \quad \text{Рівняння 8}$$

де:

$c_p$  концентрація викиду розчинника останнього періодичного вимірювання точкового джерела  $p$ ;

$\dot{V}_p$  середній потік димових газів;

$t_p$  час роботи установки очищення відхідних газів  $p$ .

Ці вимірювання треба виконувати після введення в експлуатацію або після технічних модифікацій системи або в попередньому процесі нанесення покриття, і їх можна повторювати кожні 3–5 років.

- З використанням коефіцієнтів викидів

Як описано в Розділі 21.5.1.5.1 (Коефіцієнти викидів, рівняння 7), викиди з точкового джерела можна розрахувати, якщо відомо співвідношення між відповідною діяльністю, як-от споживання розчинників у процесі нанесення покриття, та викидами, що виникають у результаті. У випадку викидів із системи очищення відхідних газів коефіцієнт викидів  $ef_p$  може бути виражений як комбінація коефіцієнта  $tf_s$  перенесення та ефективності боротьби з викидами  $af_p$ :

$$O_{1.1p} = I_s \times t_{f_{sp}} \times (1 - af_p) \quad \text{Рівняння 9}$$

де:

- $I_s$             вхідний потік розчинників у сегмент S фарбувального цеху перед системою боротьби з викидами;
- $t_{f_{sp}}$         коефіцієнт перенесення між сегментом S фарбувального цеху та системою очищення відхідних газів P;
- $af_p$            ефективність боротьби з викидами системи очищення газів P.

Замість використання даних вхідного потоку розчинника розрахунок також може ґрунтуватися на даних підрахунку кузовів (див. Розділ 21.5.1.5.6). Ці вимірювання треба виконувати після введення в експлуатацію або після технічних модифікацій системи або в попередньому процесі нанесенні покриття.

- З використанням граничних значень викидів

Замість виміряної концентрації розчинника у рівнянні 8 можна використовувати граничне значення викидів. Оскільки реальні викиди не повинні перевищувати граничних значень викидів, результат, отриманий за допомогою цього методу, є консервативною оцінкою фактичного викиду розчинника, за умови, що належне функціонування системи очищення відхідних газів може бути продемонстровано безперервним моніторингом роботи (наприклад, температура згорання).

- З використанням безперервного вимірювання

Безперервний моніторинг розчинників в очищеному відпрацьованому газі використовується нечасто. ДПВ вимагає безперервного моніторингу лише в тому випадку, якщо вихідний потік очищеного газу у відповідній димовій трубі перевищує 10 кг ЗОВ/год. За передбачуваної концентрації викидів 50 мг ЗОВ /м<sup>3</sup> це граничне значення досягається тільки у випадку швидкості потоку вихлопних газів 200 000 м<sup>3</sup>/год.

Як описано вище, існує певна кількість однаково надійних методів, які можна використовувати, і вибір методу визначення масових викидів для димових труб залежить від рішення об'єкта/установки.

### 21.5.1.5.3    Знищені розчинники (O5)

Кількість усунених розчинників необхідно визначати лише в тому випадку, якщо БМР розраховується непрямим методом.

До O5 належать усі розчинники, які були введені в процесі та трансформуються в результаті хімічних реакцій у речовини, які більше не є леткими органічними сполуками. У цехах фарбування транспортних засобів цими реакціями зазвичай є термічне окиснення на установках для очищення відхідних газів. Каталітичне окиснення або біологічне розкладання є можливими, але незвичними альтернативами.

Розчинники, які вловлюються на установці поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників та переміщаються в БМР як розчинники (як відходи розчинника або розчинник, що міститься у відходах, у воді, у вигляді продукту або забруднення продукту тощо), не можуть вважатися O5.

Кількість  $O5_p$   $O5_p$  (на систему очищення P) – це різниця між кількістю розчинника, що надходить до системи очищення з одного або кількох сегментів застосування з неочищеними димовими газами, та масовим потоком очищених димових газів. Масові потоки неочищеного газу та очищеного газу системи очищення можуть або вимірюватись одночасно (рівняння 10), або бути розраховані з використанням коефіцієнтів перенесення та скорочення викидів (рівняння 11):

$$O5_p = O1.1_{SP}^{in} - O1.1_p \quad \text{Рівняння 10}$$

$$O5_s = I_s \times tf_{SP} \times af_p \quad \text{Рівняння 11}$$

де:

$O1.1_{SP}^{in}$  розчинники в димових газах, що надходять із сегмента S фарбувального цеху в обладнання для очищення відхідних газів P;

$tf_{SP}$  коефіцієнт перенесення розчинників із сегмента S фарбувального цеху в систему очищення відхідних газів P;

$af_p$  коефіцієнт скорочення викидів системи очищення відхідних газів P (див. нижче).

Якщо середній рівень використання потужності фарбувального цеху значно відхиляється, значення, визначені для  $O5$  за допомогою рівняння 10, можливо, доведеться перерахувати. У цих випадках  $O5$  можна визначити, наприклад, за допомогою коефіцієнтів перенесення та коефіцієнтів викидів відповідно до рівняння 11.

Оскільки  $O5$  є дуже важливою величиною для непрямого методу, для кожної установки необхідно знайти відповідний спосіб визначення надійних значень. Як правило, він має бути узгоджений із компетентним органом. Якщо коефіцієнти перенесення невідомі або не можуть бути виміряні з достатньою надійністю, повторні точкові вимірювання масового потоку розчинника неочищених газів можуть

бути доцільними для отримання надійних річних  $O1.1_{SP}^{in}$  даних. У випадку централізованих установок боротьби з викидами, де збираються відпрацьовані гази з кількох кабін нанесення або сушильних печей, безперервні вимірювання можуть бути економічно ефективною альтернативою.

#### 21.5.1.5.4 Ефективність боротьби з викидами

Ефективність боротьби з викидами  $af_p$  установки очищення відхідних газів визначається як:

$$af_p = \left(1 - \frac{m_{TOC}^{out}}{m_{TOC}^{in}}\right) \quad \text{Рівняння 12}$$

де:

$m_{TOC}^{in/out}$  вхідний та вихідний масові потоки загального органічного вуглецю.

У нормальних умовах для цієї формули також можна використовувати виміряні прямим способом концентрації ЗОВ, оскільки стандартні об'ємні потоки до й після установки очищення відхідних газів є практично постійними. Дійсно, об'ємний потік вихлопних газів збільшується приблизно на 1% шляхом додавання природного газу (палива), а також через випаровування рідких речовин та утворення нових органічних сполук під час зшивання смол покриття плюс близько 1% неконтрольованого потрапляння повітря в систему, що працює в низькому вакуумі. Проте загалом цей вплив є незначним для звичайної ефективності боротьби з викидами відхідних газів > 90%.

Якщо надійні дані щодо ефективності боротьби з викидами експлуатованої системи очищення відхідних газів відсутні, можна використовувати дані з Таблиці 21.13. Також див. інформацію про ефективність боротьби з викидами в Таблиці 21.28 та Таблиці 21.29.



**Таблиця 21.13: Повідомлена ефективність боротьби з викидами систем очищення відхідних газів, що використовуються в цехах фарбування транспортних засобів**

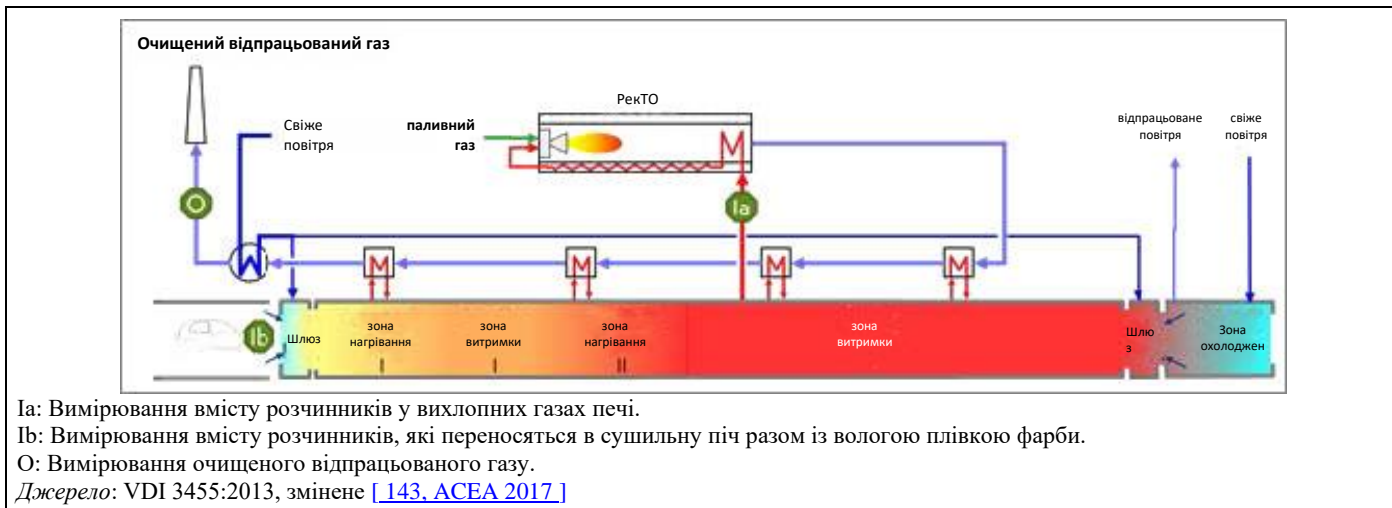
| Система очищення відхідних газів | Ефективність боротьби з викидами (%) | Коментарі   |
|----------------------------------|--------------------------------------|---|
| РекТО                            | 98,13                                | Середнє значення повідомлене з 38 фарбувальних цехів. 50% середній діапазон 97,4–99,5%.       |
| РТО-2 шари                       | 90,73                                | Середнє значення повідомлене з 4 фарбувальних цехів. Діапазон мін.– макс. значень 99,5–66,1%. |
| РТО-3 шари                       | 93,87                                | Середнє значення повідомлене з 4 фарбувальних цехів. Діапазон мін.– макс. значень 98–87,8%.   |
| РТО-БОПР                         | 96,03                                | Середнє значення повідомлене з 4 фарбувальних цехів. Діапазон мін.– макс. значень 99,1–90%.   |
| ТО                               | 97,12                                | Середнє значення повідомлене з 19 фарбувальних цехів. 50% середній діапазон 94,5–97,1%.       |
| Джерело: [155. TWG 2016]         |                                      |   |

Дуже часто установки для очищення відхідних газів підключені до однієї або декількох сушильних печей або є невіддільною частиною сушильної системи (як і більшість рекуперативних окисників, які також використовуються для нагрівання печі). У цьому випадку вимірювання  $01.1_{SP}^{in}$  можна здійснювати у двох місцях (Рисунок 21.5):

- 1а. Точка вимірювання розташована між сушаркою й системою очищення відхідних газів. Це звичайне місце, і процедура відбору проб є стандартною процедурою вимірювання на димових трубах.  
До результатів вимірювання також належатимуть органічні речовини, які випаровуються лише за підвищених температур (температура печі > 130 °C), та леткі органічні продукти реакції затвердіння смоли фарби (особливо якщо використовуються меламінові смоли, наприклад, у покритті електроосадженням від 8% до 15% твердих речовин переходять у газоподібні продукти).
- 1b. Точка вимірювання розташована між кабіною для нанесення фарби та підключеною сушильною піччю. Тестові кузови оснащені декількома шарами металевої плівки (приблизно від 0,1 м до 0,3 м), пофарбовані та висушені, як зазвичай. Кожний шар плівки зважують перед нанесенням покриття, а також до та після циклу сушіння. Для фарб на водній основі необхідно також визначити вміст води у вологому шарі лаку.  
Процедура вимірює перенесення розчинників із вологого шару покриття в піч. Ці розчинники потім обробляються в системі очищення відхідних газів. Проте кількість розчинника, що подається в сушарку через всмоктувальний вентиляційний отвір із камери фарбування розпиленням через шлюз у сушарку, цим методом не реєструється. Пряме вимірювання цього потоку вимагало б дуже складних процедур відбору проб.

Процедура 1b є стандартним методом у Сполучених Штатах Америки, але не використовується в Європі з таких причин:

- важко здійснювати;
- високий рівень невизначеності вимірювань;
- додаткові надходження з повітрям із зони нанесення не реєструються.



**Рисунок 21.5: Точки вимірювання для визначення ефективності боротьби з викидами на установках з очищення відхідних газів у комбінації очищення відхідних газів сушильної печі**

### 21.5.1.5.5 Розчинники у відходах (Об)

Кількість відходів розчинників або розчинників, що містяться у відходах, необхідно визначати лише в тому випадку, якщо БМР розраховується непрямим методом.

#### Типи відходів

Оцінка інформації, що міститься в анкетах щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, показує, що в цехах фарбування транспортних засобів актуальними є такі типи відходів, що містять розчинники [144, ACEA 2017].

#### Відходи фарби

Під відходами фарби розуміється фарбовий матеріал із вичерпаним терміном придатності або фарба, що підлягає утилізації з інших причин. Її склад нагадує склад нового матеріалу; проте, невеликі кількості розчинників можуть бути додані на об'єкті для регулювання в'язкості.<sup>99</sup> Зазвичай вміст розчинника у відходах пропорційний вмісту розчинника в новій фарбі: для фарб на водній основі – менше ніж 30%, для 2К СС – близько 50%, а для фарб на основі розчинника – зазвичай понад 50%. У більшості випадків відходи фарби збираються та утилізуються як суміш усіх типів фарб. Тоді повідомлений вміст розчинника у відходах фарби буде відрізнятися від вмісту розчинника в різних використовуваних фарбових системах.

#### Пластизолі, у тому числі герметики та клейкі речовини

Пластизолі, як-от матеріали для герметизації швів, клейкі речовини або покриття для низу кузова, зазвичай наносяться після покриття електроосадженням і перед операціями фарбуванням розпиленням. За хімічною характеристикою вони є високомолекулярними матеріалами (ПВХ, ПУ, гума або епоксидні смоли тощо) з різним вмістом пластифікаторів, іноді з леткістю, подібною до ЛОС. Відходами пластизолу є матеріал із вичерпаним строком придатності в контейнерах, пластикова плівка з послідом або шпаклювальний матеріал із прилиплим герметиком, або покриття дна кузова.

#### Використані розчинники

Використані розчинники зазвичай є розріджувачами або органічними очищувальними засобами, змішаними з різною кількістю фарби. Вони утворюються в процесі зміни фарби або очищення чаші. Можна виділити три підтипи використаних розчинників із різним вмістом розчинника:

«Н» висока концентрація розчинника: нанесення прозорого шару або у випадку використання фарб на основі розчинника.

<sup>99</sup> Якщо початковий постачальник фарби забирає фарбу для повторного використання, на неї не поширюються правила законодавства про відходи, але для розрахунку балансу маси розчинника ці кількості повинні бути додані до Об, а не відняті від П.

«М» середня концентрація розчинника: зберігання відходів розчинників типу «Н» та «L» в одному резервуарі.

«L» низька концентрація розчинника: зазвичай є сумішшю бутилгліколю і води з ґрунтовкою або базовим покриттям на водній основі.

### Осад фарби

Надлишок розпилення фарби від операцій фарбування розпиленням вводиться в системи очищення відхідних газів для зниження концентрації часток (фарби) у витяжному повітрі. Осаджені частинки фарби видаляються з резервуара з водою систем мокрих скрубєрів шляхом коагуляції та седиментації. Первинний осад фарби далі зневоднюється з використанням різних технологій, які дають пастоподібні (>80% води) або тверді (<40% води) відходи.

Донедавна скрубєри Вентурі або еквівалентні системи мокрих скрубєрів використовувалися у всіх великих цехах фарбування транспортних засобів. На нових установках замість них тепер зазвичай встановлюються сухі протиаерозольні фільтри, і частинки фарби або вловлюються меленим вапняком, або адсорбуються картонних фільтрувальних коробках.

### Вапняк

Мелений вапняк використовується як матеріал для попереднього покриття протиаерозольних фільтрів. Використаний матеріал містить краплі сухої фарби та невеликі кількості розчинників.

### Інші відходи, що містять розчинники

До цієї групи належать усі інші відходи, що містять розчинники. Приклади: матеріал упаковки, фільтри, відпрацьовані воски, тканини для протирання.

Зазвичай управління відходами охоплює всі види діяльності заводу, а значення перенесення відходів доступні лише як загальнозаводські дані. Якщо на тому ж об'єкті здійснюються інші види діяльності з використанням розчинників, може бути складно визначити правильний масовий потік для фарбувального цеху, для якого необхідно встановити БМР.

Таблиця 21.14: Відходи, що містять розчинники

| Відходи  | Концентрація розчинника (% мас.) |                  | Внесок в Об (г/м <sup>2</sup> ) |                  | Коментарі                           |
|--|----------------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|-------------------------------------|
|  | Медіана                          | Діапазон значень | Медіана                         | Діапазон значень |                                     |
| Відходи фарби  | 28                               | 12–50            | 0,3                             | 0,2–0,6          |                                     |
| Пластизолі, герметики, клейкі речовини   | 2,2                              | 1,2–4-1          | 0,1                             | 0,0–0,3          |                                     |
| Використані розчинники   |                                  |                  |                                 |                  | Внесок в Об показує великі варіації |
| Висока концентрація розчинника   | 92                               | 88–99            | 5,7                             | 2,9–11,6         |                                     |
| Середня концентрація розчинника  | 53                               | 50–55            |                                 |                  |                                     |
| Низька концентрація розчинника   | 10                               | 3–17             |                                 |                  |                                     |
| Осад фарби   | 2,0                              | 0,6–3,8          | 0,3                             | 0,1–0,6          |                                     |
| Вапняк   | 0,2                              |                  | 0,2                             |                  | Лише 1 проба                        |
| Інші відходи, що містять розчинники  | 1,5                              | 0,5–29           | < 0,1                           | 0,0–0,3          |                                     |
| <i>Джерело:</i> дані анкет щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників [144, ACEA 2017] та додаткова інформація від ТРГ із поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників. Діапазони вказані як 50% середній діапазон. |                                  |                  |                                 |                  |                                     |

### Визначення вмісту розчинника у відходах

У деяких випадках вміст розчинника у відходах вимірюється підприємством з утилізації відходів, але тільки щодо розчинників, які утилізуються для повторного використання, це робиться на регулярній основі. Аналіз вхідного потоку підприємств з утилізації відходів орієнтований на інші параметри.

Як можна побачити з Таблиці 21.14, у параметрі *Об* зазвичай домінує кількість використаних розчинників, які відновлюються або утилізуються. Часто відомо походження відходів розчинника, наприклад, зміна кольору або продування чаші, тому склад відходів розчинника можна оцінити за складом залучених інгредієнтів ( $x$  % розчинника +  $y$  % фарби), і пов'язана з цим невизначеність такої оцінки може бути нижче 10%.

Очевидно, не існує загальноприйнятого аналітичного методу для розчинників у відходах. Для пастоподібних відходів або осадів у деяких випадках використовується аналітичний метод адаптований до стандарту EN ISO 11890-1 (визначення розчинників у рідких фарбах). Вміст розчинника визначають за втратою маси під час сушіння проби відходів за 110 °C протягом 1 години. Як альтернатива, вміст розчинників визначають аналітичним шляхом визначення окремих летких речовин із використанням методів ГХ. Така процедура рекомендується для визначення розчинників у рідких фарбах, якщо передбачається, що концентрація розчинника нижча за 15% (EN ISO 11890-2).

Репрезентативний відбір проб твердих та пастоподібних відходів є особливо важливим аспектом. Багато типів відходів за своєю природою неоднорідними. Крім того, очікується, що проба, відібрана з поверхні відходів, що зберігаються довше, буде мати інший склад розчинника, ніж проба із центру відходів.

На додаток до невизначеностей застосовуваного аналітичного методу, пов'язаного з відбором проб і особливостями процесу, під час оцінювання результатів вимірювань слід також мати на увазі, що результати, іменовані «леткими органічними сполуками», можуть не відповідати критеріям ДПВ для «органічного розчинника».

Очікувана надійність вимірювання вмісту розчинника в пастоподібних відходах або осаді дуже низька. Проте, як можна побачити з Таблиці 21.14, очікуваний внесок цих типів відходів в *Об* зазвичай дуже малий, тому навіть високі рівні невизначеності не впливають суттєво на загальний результат.

Якщо дані щодо конкретної установки недоступні, можна використовувати дані про вміст розчинника з цієї таблиці. Проте через великий розкид цих середніх значень рекомендується визначати вміст розчинника у фракції відходів, якщо її внесок, виражений у  $г/м^2$ , перевищує 3% від загальних викидів установки.

#### **Розчинники в стічних водах (O2)**

Відповідний вміст розчинника можна знайти тільки в циркуляційній воді мокрих сепараторів для надлишку розпилення фарби, у конденсаті сушильної печі та в стічних водах електрофоретичного покриття зануренням. Мокрі сепаратори для надлишку розпилення зазвичай працюють як системи із замкнутим циклом і досягають строку служби понад 1 рік. Осад фарби та розчинник безперервно видаляються з промивної води та утилізуються як осад фарби (*Об*).

Отже, стічні води, що містять розчинники, утворюються нерегулярно або з невеликими безперервними потоками. Повідомляється вміст розчинника від 2,2 г/л до 3,2 г/л. Отже, внесок у загальні викиди дуже малий.

Нові установки із сухим фільтруванням надлишку розпилення не утворюють стічні води з розчинниками.

Якщо органічні розчинники у воді обробляються на установці з очищення відпрацьованих вод (УОВВ), яка працює на тому ж об'єкті, усунена кількість належить до *O5*, і лише залишкова кількість, що виходить з установки, належить до *O2*.

Для визначення вмісту розчинника використовують різні методи вимірювання, розроблені для моніторингу вмісту органічних забруднювальних речовин у стічних водах. Оцінюючи результати цих вимірювань варто зазначити, що термін «ЛОС», що використовується під час аналізу води, не можна ототожнювати з терміном «ЛОС», визначеним у ДПВ. Насправді не існує затвердженого стандарту для вимірювання розчинників, як визначено в ДПВ.

### 21.5.1.5.6 Контрольна площа (A)

#### Річна загальна площа поверхні

Загальна площа поверхні продукту, покритого на установці у відповідному році або звітному періоді, тому числі нові транспортні засоби та будь-які інші нові деталі, які, зрештою, будуть застосовуватися для транспортних засобів.

Загальна площа поверхні *A* отримується з площі поверхні виробів із покриттям, які переміщуються з фарбувального цеху на остаточне збирання або використовуються в іншому місці (наприклад, запасні деталі з покриттям і заводські деталі з покриттям для немісцевих об'єктів).

Під час фарбування одного й того ж кузова вдруге (повторний цикл) його поверхня враховуватиметься в розрахунку поверхні лише один раз. Якщо кількість продукції не оцінюється між фарбувальним цехом та остаточним збиранням, натомість можуть застосовуватися кількості готової продукції після остаточного збирання.

У деяких випадках доцільними можуть бути зміни в підрахунку кузова/продукту та поверхні. Типовим прикладом є фарбування запасних частин у цеху фарбування транспортних засобів, які зазвичай випускаються з установки після нанесення покриття електроосадженням або нанесення ґрунтовки. Іншим прикладом є фарбування дрібних заводських деталей на об'єкті з виробництва транспортних засобів, які призначені для встановлення на іншому об'єкті, а не на об'єкті виробництва.

#### Розрахунок поверхні кузова

Площа поверхні, яка має бути визначена для розрахунку відносних викидів розчинника *E<sub>r</sub>* визначається за допомогою систем розрахунку САПР.

У виробництві транспортних засобів деталі проектування кожної частини корпусу кузова обробляються в САПР. Існують різні системи, але всі вони можуть розраховувати поверхню деталі. Стан конструкції корпусів кузова, що подаються у фарбувальний цех, можна дізнатися зі відомостей про матеріали (ВІМ) або протоколів складання.

Поверхня кузова визначають у два етапи:

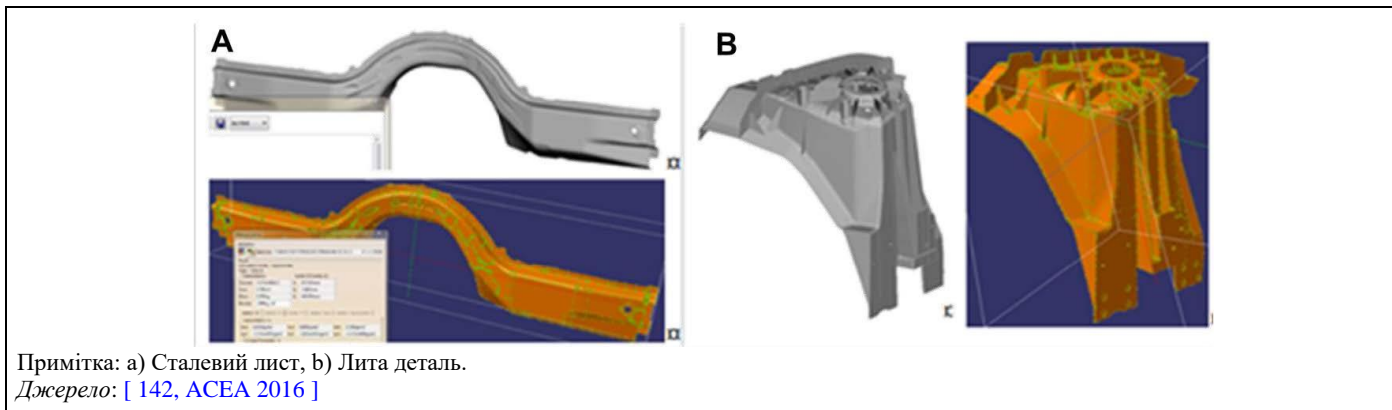
- Визначення моделей та варіантів моделей, що мають бути розраховані. Оскільки навіть для кузова в білому корпусі існує до декількох сотень виробничих варіантів, необхідно зробити репрезентативний вибір від одного до близько п'яти варіантів моделі – з урахуванням кількості деталей і різних поверхонь.
- Визначення загальної площі поверхні відповідних окремих деталей шляхом поєднання даних САПР та ВІМ. З практичних міркувань визначення може бути обмежене найважливішими деталями, наприклад, 90% загальної маси корпусу кузова. Потім можна визначити загальну площу методом екстраполяції.

**Таблиця 21.15: Приклад автоматизованого проектування площ поверхонь деталей транспортних засобів**

| САПР               | Сталевий лист |                            | Лита деталь |                            |
|--------------------|---------------|----------------------------|-------------|----------------------------|
|                    | ANSA®         | CATIA®                     | ANSA®       | CATIA®                     |
| Поверхня 1 сторона | 0,395 м2      |                            | 0,379 м2    |                            |
| 2<br>сторони       | 0,790 м2      | <u>0,799 м<sup>2</sup></u> | 0,758 м2    | <u>0,682 м<sup>2</sup></u> |
| Відмінності        | 1%            |                            | 11%         |                            |

Примітка: Система ANSA® забезпечує площу лише з однієї сторони. У випадку штампованих деталей загальна площа поверхні може бути розрахована дублюванням із достатньою точністю. Для складних кузовів, як-от виливки, варто використовувати лише такі системи як CATIA®, які розраховують повну площу поверхні виробу.

Джерело: [ 142. ACEA 2016 ]



**Рисунок 21.6: Приклад автоматизованого проєктування площ поверхонь деталей транспортних засобів**

Площа поверхні кузова в білому корпусі може бути розрахована з підвищеною невизначеністю < 2%.

Різні типи або модифікації транспортних засобів та їхня відповідні площі поверхні (м<sup>2</sup>/од.), які обробляються у відповідному фарбувальному цеху, мають бути перелічені у звіті щодо БМР у таблиці з типом виробленого транспортного засобу разом із кількістю вироблених одиниць та площею поверхні. Нарешті, середня площа поверхні визначається шляхом сумування площ усіх вироблених транспортних засобів, розділених на загальну кількість вироблених транспортних засобів.

Зазначені нижче статистичні дані були отримані за середніми площами поверхонь, повідомленими для 73 цехів для фарбування легкових автомобілів (у тому числі LCV) в ЄС за 2012 рік [142, ACEA 2016]:

- середня контрольна площа поверхні: 97 м<sup>2</sup>;
- 50% середній діапазон: від 88 м<sup>2</sup> до 107 м<sup>2</sup>,
- максимум: 160 м<sup>2</sup>.

Цифри стосуються середнього значення для різних типів транспортних засобів, пофарбованих на відповідних установках.

Розрахунок поверхні транспортного засобу за даними САПР і ВПМ нечасто використовується для цехів для фарбування шасі вантажних автомобілів та автобусів, оскільки існує занадто багато окремих варіантів із великими відмінностями в площі поверхні, але малим обсягом виробництва для кожного варіанту. Зі схвалення компетентних дозвільних органів застосовуються альтернативні формули розрахунку, кожна з яких адаптована до конструкції шасі або кузова міжміського автобуса, а також до обсягу робіт із нанесення покриття.

### 21.5.1.6 Міркування невизначеності

#### 21.5.1.6.1 Підвищений рівень невизначеності

Неможливо уникнути невизначеності навіть найкращого результату вимірювання. Це стосується також розрахованої кількості загальних викидів отриманої з розрахунків балансу маси розчинника, оскільки в операції використовуються виміряні або оцінені дані.

Можна визначити кілька джерел невизначеності для відповідних елементів балансу маси розчинника:

- 1) Невизначеність вхідного потоку ІІ: Невизначеність у визначенні ІІ пов'язана з неточностями у визначенні точної кількості використовуваних фарб. У великих фарбувальних цехах рівень цієї невизначеності вважається

дуже низьким. Крім того, ще одним джерелом невизначеності є відмінності у вмісті розчинника в різних фарбах, що надаються постачальником фарби. Заходи щодо зниження рівня невизначеності ІІ:

- Відстеження споживання матеріалу на колір.
  - Відстеження кількості розчинника, який використовується для регулювання в'язкості, а також відстеження вмісту ЛОС для кожного кольору.
- 2) Невизначеність кількості розчинників, що викидаються і знищуються (O1 та O5): На невизначеність, пов'язану з ЛОС у відпрацьованих газах, впливає ефективність знищення допалювача, кількість розчинника, що відводиться в допалювач, і час роботи обладнання. Додатковим фактором є невизначеність вимірювання ЛОС.  
Заходи щодо зниження рівня невизначеності O1 та O5:
- Баланс маси розчинника має враховувати вихід із ладу контрольно-вимірювального обладнання.
  - Використання акредитованих лабораторій для вимірювання ЛОС.
- 3) Невизначеність розчинника у відходах O6: Невизначеність O6 пов'язана зі відмінностями вмісту розчинника в партії відходів та методом аналізу.  
Заходи щодо зниження рівня невизначеності O6:
- Аналіз вмісту розчинника у відходах, де O6 має значний вплив на баланс маси розчинника.
  - Використання акредитованої лабораторії для аналізу відходів.

Розчинник у стічних водах O2 зазвичай присутній у дуже невеликій кількості, а розчинник у продукті O7 не стосується балансу маси розчинника для цеху фарбування транспортних засобів.

### 21.5.1.7 Облік / звітність щодо БМР

У звіті щодо БМР мають бути надані всі результати та контекстуальна інформація, які необхідні для виконання кроків розрахунку та перевірки результатів та припущень або оцінок. З огляду на ці міркування, рекомендується або внести до звіту щодо БМР такі елементи, або зберегти їх як доповнення для обговорення з компетентним органом:

- Спрощена схема установки, у тому числі:
  - відповідні етапи процесу та вторинні установки (приміщення для змішування, УОВВ, зони поводження з відходами (якщо застосовується);
  - обладнання для очищення відпрацьованих газів (тип процесу, технічні дані);
  - димові труби (точки викиду ЛОС у повітря: розташування, розміри, попередні процеси);
  - точки викиду стічних вод (з ЛОС), призначення стічних вод після їхнього виходу з фарбувального цеху.
- Опис процесу розрахунку (рівняння, що використовуються).
- Опис джерел даних.
- Контекстуальна інформація для кожного застосованого параметра розрахунку, наприклад, ефективність очищення відхідних газів, коефіцієнти викидів, коефіцієнти перетворення:
  - визначення;
  - дата останнього визначення;
  - посилання на відповідний звіт про вимірювання (має бути доступним для компетентного органу);
  - зазначення причини застосовності використовуваного параметра (наприклад, «проекткування фарбувального цеху, матеріал і метод нанесення не змінилися з моменту останнього визначення»);
  - врахування невизначеності результату.

- Як додатки:
  - використовувані вихідні дані;
  - звіти про вимірювання, якщо для встановлення балансу розчинника використовувалися прямі вимірювання.

## 21.5.2 Баланс маси розчинника для сектору нанесення покриття на рулонний метал

[ 177, ЕССА 2017 ] [ 212, TWG 2018 ] [ 264, TWG 2019 ]

Загальний опис див. у Розділі 17.3.1.

### 21.5.2.1 Вступ

Розрахунок балансу маси розчинника (БМР) для лінії нанесення покриття на рулонний метал є методом оцінки наступного:

- Річний вхідний потік розчинника в установку (виражений у тоннах/рік).
- Оцінка неорганізованих викидів (виражені в тоннах/рік).
- Кількість неорганізованих викидів у відсотках від вхідного потоку розчинника.

Інформація, що міститься в подальших розділах, надається як посібник для тих, хто хоче виконати розрахунки БМР у галузі нанесення покриття на рулонний метал. У ній не описується, як здійснювати моніторинг викидів відпрацьованих газів або як перевірити відповідність цих викидів відпрацьованих газів граничному значенню викидів, що до них застосовується. Невизначеності, пов'язані з цим методом, описані в Розділі 21.5.2.3.

### 21.5.2.2 Рівняння балансу маси розчинника для нанесення покриття на рулонний метал

Рівняння балансу маси розчинника містить низку елементів масового потоку:

Неорганізовані викиди =  $O_2 + O_3 + O_4 + O_9 = I_1 + I_2 - (O_1 + O_5 + O_6 + O_7 + O_8)$  Рівняння (1)

та  $(O_2 + O_3 + O_4 + O_9) / (I_1 + I_2) < \text{ГДЗВ}$  (гранично допустимі значення викидів) для відповідності установки.

Ці елементи та їхня релевантність для сектору нанесення покриття на рулонний метал описані в Таблиці 21.16.

Визначивши релевантність кожного елемента можна спростити загальне рівняння. Згідно з визначенням ДПВ (частина 7 Додатка VII), для лінії нанесення покриття на рулонний метал параметри  $O_2$ ,  $O_3$  та  $O_9$  дорівнюють нулю. З метою спрощення параметр  $O_7$  також можна вважати рівним нулю, оскільки він не є релевантним для нанесення покриття на рулонний метал.

Отже, Рівняння (1) стає:

**Неорганізовані викиди =  $0 + 0 + O_4 + 0 = I_1 + I_2 - O_1 - O_5 - O_6 - O_8$**

з  $O_8 = 0$ , коли відновлений розчинник не продається для інших галузей застосування.

Отже, Рівняння (1) стає:  **$F = O_4 = I_1 + I_2 - O_1 - O_5 - O_6$**  або

**$F = I_{\text{загальний}} - O_1 - O_5 - O_6$**

де:



|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>I</b> <sub>загальний</sub> | кількість розчинника, що надходить на завод за період, що розглядається для балансу маси розчинника. Як новий, так і перероблений розчинник переважно міститься у фарбі, але також міститься в матеріалах, що використовуються для очищення обладнання. |
| O1 та O5                      | кількість розчинника у вловленому повітрі. Більшість ЛОС у вловленому повітряному потоці усувається з ефективністю очищення близько 99,7–99,8%.   |
| O6                            | ЛОС, що містяться в зібраних відходах. Очищення машини (валкового пристрою для нанесення) передбачає використання розчинника та ганчірок. Частину брудного розчинника можна використати повторно, а частина є рідкими відходами.                        |

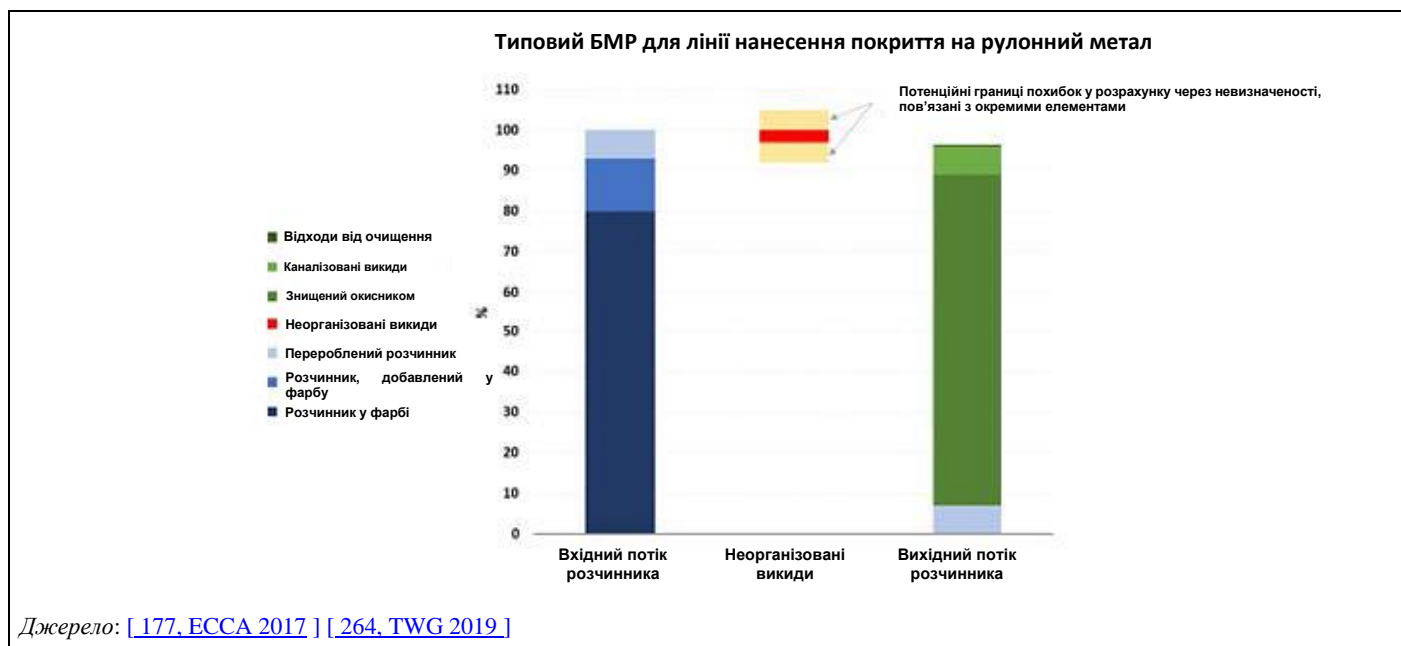
Для лінії нанесення покриття на рулонний метал із належним керуванням  $I_{\text{загальний}} \sim (O1 + O5 + O6)$

**Таблиця 21.16: Масові потоки для балансу маси розчинника та їхня значущість для сектору нанесення покриття на рулонний метал**

| Параметр                               | Масовий потік  | Релевантний | Пояснення   |
|--|--|-------------|---|
| <b>Вхідний потік ЛОС як розчинники</b> |  |             |   |
| <b>I1</b>                              | Кількість органічних розчинників або їхня кількість у куплених сумішах, які використовуються як сировинна речовина в технологічному процесі в проміжок часу, за який розраховується баланс маси.   | <b>Так</b>  | Фарби для нанесення покриття на рулонний метал зазвичай містять від 30% до 70% розчинника залежно від системи (Таблиця 6.4). Розчинники також закуповуються для очищення обладнання.  |
| <b>I2</b>                              | Кількість органічних розчинників або їхня кількість у сумішах, які відновлюються та використовуються повторно як розчинник, що вводиться в процес. Перероблений розчинник рахується кожного разу, коли він використовується для здійснення діяльності.               | <b>Так</b>  | Деякі заводи з нанесення покриття на рулонний метал відновлюють розчинник із процесів очищення та змішування, який потім повторно використовується в подальших виробничих циклах.   |
| <b>Вихідний потік ЛОС у повітря</b>    |  |             |   |
| <b>O1</b>                              | Викиди у відпрацьованих газах.<br>O1.1 Вловлені та очищені.<br>O1.2 Вловлені та неочищені.   | <b>Так</b>  | O1.1: Викиди в повітря від зовнішнього або інтегрованого термічного окисника.<br>O1.2: Відпрацьоване повітря з потоку необроблених відходів, наприклад, повітряне охолодження стрічки.<br>O1.1 є основним компонентом кожного БМР для нанесення покриття на рулонний метал. Використання O1.2 залежить від конфігурації лінії нанесення покриття на рулонний метал. |
| <b>O2</b>                              | Розчинники в стічних водах.  | <b>Ні</b>   | Єдина вода, яка контактує із попередньо пофарбованим металом, знаходиться в блоках швидкого охолодження після затвердіння. Усі ЛОС було видалено на цьому етапі процесу. ДПВ визначає цей елемент рівним нулю для галузі нанесення покриття на рулонний метал.  |
| <b>O4</b>                              | Неорганізовані викиди, що потрапляють у навколишнє середовище через вікна, двері, вентиляційні отвори та подібні отвори.   | <b>Так</b>  | Дуже важко виміряти прямим методом. Установки для нанесення покриття на рулонний метал зазвичай повністю закриті для мінімізації неорганізованих викидів.   |
| <b>O9</b>                              | Органічні розчинники, що виділяються іншими способами.   | <b>Ні</b>   | Наприклад: аварії, розливи, витіки. ДПВ визначає цей елемент рівним нулю для галузі нанесення покриття на рулонний метал.   |
| <b>Знищені ЛОС</b>                     |  |             |   |
| <b>O5</b>                              | Органічні розчинники та/або органічні сполуки, втрачені в результаті хімічних або фізичних реакцій, у тому числі ті, що знищуються шляхом спалювання або іншого очищення відпрацьованих газів чи вловлюються (якщо вони не враховуються в категоріях O6, O7 або O8). | <b>Так</b>  | На всіх лініях нанесення покриття на рулонний метал використовуються термічні окисники та схеми регенерації енергії для максимізації знищення ЛОС та оптимізації використання енергії на установці. Ефективність боротьби з викидами в окисниках становить близько 99,8%.   |
| <b>Інші вихідні потоки ЛОС</b>         |  |             |   |
| <b>O3</b>                              | Кількість органічних розчинників, яка залишається у вигляді забруднення або залишку в продукті, що виходить із процесу.  | <b>Ні</b>   | Для нанесення покриття на рулонний метал кількість розчинника, що залишається в кінцевому продукті, незначна, і її слід ігнорувати в БМР. Крім того, відповідно до Додатка VII, частини 2, №1, виноски №1 ДПВ залишки розчинника в готових продуктах не мають розглядатись як частина неорганізованих викидів.  |
| <b>O6</b>                              | ЛОС, що містяться в зібраних відходах.   | <b>Так</b>  | Для очищення обладнання для нанесення потрібні розчинники та ганчірки. Частину брудного розчинника можна використати повторно, а частина є рідкими відходами. Брудні ганчірки є твердими відходами. Як брудний розчинник, так і використані ганчірки зазвичай зберігаються в порожніх бочках для фарб.  |

| Параметр | Масовий потік   | Релевантний                    | Пояснення  |
|----------|---|--------------------------------|--|
| O7       | Органічні розчинники або органічні розчинники, що містяться в сумішах, які продаються або призначені для продажу як комерційно цінний продукт.                                      | Ні                             | Не є діяльністю, пов'язаною з галуззю нанесення покриття на рулонний метал.  |
| O8       | Органічні розчинники, що містяться в сумішах, що відновлюються для повторного використання, але не як сировинна речовина в технологічному процесі (якщо вони не враховуються в O7). | Залежить від окремих ситуацій. | Деякі компанії можуть утилізувати деяку кількість відновленого розчинника для галузей, не пов'язаних із нанесенням покриття на рулонний метал. Стандартна ситуація для нанесення покриття на рулонний метал полягає в тому, що весь відновлений розчинник повторно використовується в процесі. |

Типові частки цих елементів у БМР для галузі нанесення покриття на рулонний метал показані нижче.



**Рисунок 21.7: Приклад типового БМР для лінії нанесення покриття на рулонний метал**

Розрахунок неорганізованих викидів у секторі нанесення покриття на рулонний метал передбачає віднімання суми деяких великих елементів (O1, O5, O6) від одного великого елемента ( $I_{\text{загальний}}$ ) для отримання відносно невеликого числа. Це може призвести до значних рівнів невизначеності розрахованого значення неорганізованих викидів унаслідок невизначеності в різних елементах БМР.

### 21.5.2.3 Джерела невизначеності в I1 для розрахунку БМР для галузі нанесення покриття на рулонний метал

Параметр  $I_1$  є основною величиною (кг) у загальних розрахунках за методологією БМР.  $I_1$  розраховується так:

$$I_1(\text{кг}) = \sum (V_{\text{зразку фарби}} \times C_{\text{зразку фарби}}) + V_{\text{очищувального розчинника}}$$

де:

$V_{\text{зразку фарби}}$  загальний об'єм фарби, закупленої для діяльності з фарбування;

$C_{\text{зразку фарби}}$  концентрація розчинника в зразку фарби

$V_{\text{очищувального розчинника}}$  загальний об'єм розчинника, закупленого для очищення.

Параметр I2 (перероблений розчинник) менш важливий через невеликі залучені кількості і той факт, що кількість, що додається для розрідження фарб, легко виміряти, що дає низький рівень невизначеності щодо цього елемента.

### 21.5.2.3.1 Невизначеність у розрахунку об'єму фарби ( $V_{\text{зразку фарби}}$ )

Складність визначення об'єму фарби, використовуваної протягом звітного періоду, виникає через складність ідеальної інвентаризації матеріалів на підприємстві, де щорічно використовуються тисячі бочок, які іноді повертаються та повторно використовуються, і де потрібні сотні різних типів фарб для задоволення ринкового попиту.

Основні фактори невизначеності в розрахунку контрольного значення  $V_{\text{фарби}}$  надані в Таблиці 21.17.

**Таблиця 21.17: Основні фактори невизначеності в розрахунку  $V_{\text{зразку фарби}}$**

| Предмет  | Площа  | Типовий об'єм   | Джерело невизначеності  |
|--|--|---|---|
| Зберігання фарби (велика кількість місць зберігання) | Основна зона зберігання                                  | 1 000 бочок   | Вміст бочок, особливо частково використаних   |
|  | Резервуари для безтарних продуктів, наприклад, ґрунтовок | 40 м <sup>3</sup> фарби на резервуар, можлива наявність 3 резервуарів на одне місце | Точність вимірювання об'єму фарби в резервуарі.   |
|  | Зона підготування «приміщення для підготування фарби»    | 10–15 бочок   | Кількість розчинника, змішаного з фарбою перед нанесенням.  |
|  | Приміщення нанесення                                     | < 5 бочок   | Кількість фарби, що залишилася в бочках після нанесення.  |
| Управління запасами                                  | Щоденні постачання                                       | 20–50 бочок на день   | Неузгодженість у введенні даних у систему управління запасами.  |
|  | Залишки фарби  | 20–50 бочок на день   | Об'єм невикористаної фарби, що повертається в систему.  |
| Споживання фарби                                     | Вихід фарби  | На бочку  | Вміст розчинника у фарбі зазвичай повідомляється з точністю $\pm 5\%$ .   |
|  | Довжина рулону   | На замовлення   | Фактична довжина рулону дещо відрізняється від очікуваної: вимірювання його довжини можливі лише з похибкою $\pm 0,05\%$ .  |
|  | Пофарбована довжина                                      | На замовлення   | Пофарбована довжина може значно відрізнятись від довжини рулону через проблеми з якістю основи.   |
|  | Товщина фарби  | На замовлення   | Точність інструментів вимірювання товщини становить $\pm 1$ мкм. Отже, для більшості фарбових систем точність товщини фарби становить $\pm 5\%$ за номінальної товщини покриття 20 мкм. |

Джерело: [ 177, ECCA 2017 ] [ 264, TWG 2019 ]

Невизначеність, пов'язана з неправильним розрахунком кількості бочок, що зберігаються на об'єкті, відносно низька, а консервативна оцінка становить  $\pm 0.1\%$ . Існує вищий рівень невизначеності, пов'язаний з об'ємом фарби, що міститься в бочках, а не з кількістю бочок. Вплив неточного вимірювання/оцінки об'єму фарби в бочках на похибку  $V_{\text{зразку фарби}}$  становить близько  $\pm 0.8\%$ . Розрахунок споживання фарби за виходом фарби, пофарбованою поверхнею та товщиною покриття неможливий з точністю краще за  $\pm 8\%$ . Загалом ці фактори дають максимальну невизначеність для розрахунку  $V_{\text{зразку фарби}} \pm 1\%$ .

### 21.5.2.3.2 Невизначеність у розрахунку об'єму розчинника у фарбі (Сзразку фарби)

Існує два основних джерела невизначеності щодо визначення об'єму розчинника у фарбі, використовуваної на лінії нанесення покриття на рулонний метал протягом звітного періоду для БМР. До них належать:

#### (а) Неточності в листках технічної інформації для кожної фарби

На наступному рисунку показана невизначеність концентрації розчинника у фарбі, детально описаній у наступному листку технічної інформації.

| ТЕХНІЧНА СПЕЦИФІКАЦІЯ ПОСТАВКИ           |                               |                          |                              |               |
|--|-------------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------|
| КЛІЄНТ: [REDACTED]                       |                               |                          |                              |               |
| ДЖЕРЕЛО                                  | I780W0026                     | РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ КЛІЄНТА |                              | [REDACTED]    |
| № виробництва                            | 862716                        | Дата виробництва         | 13/06/2007                   |               |
| Кількість                                | 10877 kg                      | Кількість                | [REDACTED]                   |               |
| Фарба                                    | RAL 9010                      | Тип продукції            | ГОТОВИЙ ПРОДУКТ              |               |
| № замовлення                             |                               | Використання             | для зовнішнього використання |               |
| ХАРАКТЕРИСТИКИ РІДКОЇ ФАРБИ              |                               |                          |                              |               |
| ВИПРОБУВАННЯ                             | Результати                    | Результати               | Технічні умови               | Примітки      |
| Вимірвач товщини North                   | 6,5                           | NTH                      | 6,5 - 7,5                    |               |
| В'язкість зрізу NFT 4/20°C               | 80                            | Sec                      | 70 - 80                      |               |
| Щільність фарби                          | 1,450                         | Kg / dm <sup>3</sup>     | 1,44 - 1,5                   |               |
| Вміст сухих речовин 1H30/165°C           | 67,47                         | %                        | 67 - 71                      |               |
| Густина розчинників                      | 0,93                          | -                        | 0,93 - 0,93                  |               |
| Густина сухих речовин Textrait           | 1,985                         | -                        | 0 - 2                        |               |
| Вміст сухих речовин за об'ємом           | 49,3                          | %                        | 47 - 53                      |               |
| Вихід на 1 мікрон                        | 340                           | m <sup>2</sup> /kg       | 340 - 380                    |               |
| Підтримка: GALVA [REDACTED]              |                               |                          |                              |               |
| УМОВИ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ В ЛАБОРАТОРІЇ |                               |                          |                              |               |
| Тип фарби                                | Джерело                       | Товщина (мк)             | PMT (°C)                     | Висихання (С) |
| ОСНОВНИЙ КОД                             | [REDACTED]                    |                          |                              |               |
| ФІНАЛЬНИЙ КОД                            | [REDACTED]                    | 18                       | 241                          | 30            |
| ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНЕСЕНОЇ ПЛІВКИ          |                               |                          |                              |               |
| ВИПРОБУВАННЯ                             | Результати                    | Результати               | Технічні умови               | Примітки      |
| Brillant Gardner 60°                     | 41                            | %                        | 39 - 44                      |               |
| Твердий олівець Faber Castel             | H                             | -                        | F - H                        |               |
| Стійка до метилу, етилу та кетону        | 100                           | A / R                    | 100 - 200                    |               |
| Згинання без розриву (ЕССА)              | 0                             | T                        | 0 - 0,5                      |               |
| Зворотний удар без розриву               | 160                           | I / P                    | 160 - 160                    |               |
| Обладнання                               | Тип: COLORQUEST               | Геометричні 2°           | Пристрій підсвітки: C        | Одиниця LAB   |
| Тип фарби:                               | [REDACTED] 2P0202Pix 18/02/02 |                          |                              |               |
| ФАРБА                                    | Технічна специфікація         | -0,3 / +0,3              | -0,3 / +0,3                  | 0 / +0,5      |
|  | dL                            | 0,24                     | da                           | -0,15         |
|  |                               |                          | db                           | 0,21          |

Джерело: [ 177, ЕССА 2017 ] [ 264, TWG 2019 ]

Рисунок 21.8: Приклад листка технічної інформації для сектору нанесення покриття на рулонний метал

Асортимент розчинників, вказаний у листку технічної інформації, дає змогу розводити фарбу до потрібної в'язкості для використання на технологічній лінії. Кількість розчинника, що додається, буде варіюватися від бочки до бочки. Існують також деякі види сировини, діапазон вмісту розчинника для яких вказаний у листках технічної інформації. Це пов'язано або з необхідністю підтримання певної хімічної активності матеріалу, або з неможливістю видалити весь розчинник під час виробництва.

У наведеному вище прикладі в технічній специфікації зазначений вміст твердих речовин за вагою в діапазоні 67–71%. Вміст розчинника в цьому випадку характеризується похибкою  $\pm 2,9\%$ . Оскільки цей листок технічної інформації є типовим для більшості фарб, що використовуються в секторі нанесення покриття на рулонний метал, прийнятна оцінка цієї невизначеності вмісту розчинника в зразку фарби становить  $\pm 2,5\%$ .

**(б) Відсутність повної бази даних про використання фарби**

Типовий рік виробництва на середній лінії для нанесення покриття на рулонний метал зазвичай відповідає 500 зразкам фарби й споживанню 3,5 кілотонни фарби. Для багатьох ліній нанесення покриття на рулонний типowo екстраполювати вміст розчинника в деяких репрезентативних фарбах на загальний об'єм фарби. Наприклад, 45 зразків фарби відповідають більш ніж 80% загального споживання фарби. Оператор використовує середньозважене значення вмісту сухих речовин у цих 45 фарбах і передбачає, що це значення можна екстраполювати на загальну кількість. Стандартне відхилення вмісту розчинника в перших 45 зразках фарб становить  $> 5$  із середнім значенням 37,5. Прийнятна оцінка невизначеності вмісту сухої речовини з екстраполяцією на загальний об'єм фарби становить  $\pm 2,7\%$ .

Отже, вміст розчинника у кожному зразку фарби характеризується похибкою  $\pm 2,5\%$ . Метод екстраполяції вмісту розчинника від значення 80% загальної кількості дає додаткову невизначеність  $\pm 2,7\%$ .

Загалом ці фактори дають максимальну невизначеність для розрахунку  $C_{\text{зразку фарби}} \pm 5\%$ .

**21.5.2.3.3 Невизначеність у розрахунку об'єму очищувального розчинника (V очищувального розчинника)**

Метилетилкетон (МЕК) визнаний «універсальним» очищувальним розчинником, хоча в деяких випадках, коли обробляються деякі спеціалізовані фарби, на деяких лініях також використовуються інші розчинники. Типове річне споживання МЕК для лінії нанесення покриття на рулонний метал перебуває в діапазоні 150–200 т. МЕК зазвичай постачається в контейнерах об'ємом 1 м<sup>3</sup>, і якщо існує невизначеність у зміні об'єму запасу одного контейнера, тоді невизначеність  $V_{\text{очищувального розчинника}}$  становить  $\pm 0,5\%$ .

Основні невизначеності, пов'язані з цими трьома параметрами, наведені в наступній таблиці.

**Таблиця 21.18: Основні фактори невизначеності в розрахунку П для балансу маси розчинника**

| Параметр                              | Види діяльності  | Невизначеність |
|---------------------------------------|--|----------------|
| $V_{\text{зразку фарби}}$             | Фарба зберігається в різних місцях – на складах, у резервуарах, у приміщенні для підготування, у цехах для нанесення покриттів тощо.   | $\pm 1\%$      |
|                                       | Щоденне використання фарби та переміщення до складських приміщень та з них. Споживання залежить від низки змінних факторів, у тому числі товщини фарби, оздоблення поверхні та специфічних подій, як-от випробування на етапі розробки та проблеми з якістю. |                |
| $C_{\text{зразку фарби}}$             | Неточності в листках технічної інформації – пізні додавання постачальником розчинників до складу фарби для задоволення місцевих вимог лінії нанесення покриття на рулонний метал.  | $\pm 5\%$      |
|                                       | Неповна база даних щодо розчинників – потенційно неточна, з огляду на використання добавок розчинників під час виробництва, та дуже ресурсомістка для підтримання.   |                |
| $V_{\text{очищувального розчинника}}$ | Щорічно закуповується ~200 тонн МЕК (метилетилкетону).   | $\pm 0,5\%$    |

Джерело: ЕССА [212, TWG 2018]

Загальна невизначеність, пов'язана з оцінкою П і, отже,  $I_{\text{загального}}$  під час розрахунку балансу маси розчинника для лінії нанесення покриття на рулонний метал, може досягати  $\pm 5,6\%$ .

#### **21.5.2.3.4 Джерела невизначеності в розрахунку параметрів O1 та O5 для БМР для галузі нанесення покриття на рулонний метал**

Основним джерелом невизначеності щодо визначення параметрів O1 і O5 є припущення щодо ефективності системи окисника, що використовується на лініях нанесення покриття на рулонний метал. Повідомлена ефективність боротьби з викидами в межах збору даних щодо нанесення покриття на рулонний метал становила більш ніж 98%, водночас багато значень перевищували 99%, а деякі повідомили про > 99,8%. Існують також інші невизначеності, пов'язані з O5, які виникають через те, що неможливо визначити, скільки розчинника витрачено в печі для затвердіння до заходу зі зниження викидів.

На більшості ліній для нанесення покриття на рулонний метал встановлені витяжні установки та впроваджені технології утримування в приміщенні для підготування фарби та в приміщенні для нанесення, щоб мінімізувати кількість необробленого розчинника, що викидається в повітря.

#### **21.5.2.3.5 Джерела невизначеності в розрахунку параметра O6 для БМР для галузі нанесення покриття на рулонний метал**

Відносно невеликі обсяги (< 1% від загального вихідного потоку розчинника з лінії) у відходах із лінії означають, що цей елемент робить незначний внесок у загальну невизначеність БМР. Основна невизначеність полягає в комбінації кількості розчинника в кожній ганчірці для протирання й кількості ганчірок, використаних протягом звітного періоду.

#### **21.5.2.4 НДТМ для скорочення неорганізованих викидів**

Існує багато НДТМ (див. Таблицю 21.19 та Таблицю 21.20), які можна застосовувати для мінімізації неорганізованих викидів та кількісної оцінки різних елементів БМР, що використовується для розрахунку відсотка неорганізованих викидів.

#### **21.5.2.5 Записи та облік БМР**

Оператор установки для нанесення покриття на рулонний метал може вільно (як описано в Додатку VII до ДПВ, частина 7) вибрати метод розрахунку БМР, найбільш прийнятний для конкретних місцевих умов. Проте він має надійно демонструвати відповідність ГДЗВ та вимогам місцевого дозвільного органу. Непрямий метод розрахунку БМР найчастіше використовують у галузі нанесення покриття на рулонний метал. Вимоги до даних про виконання цього розрахунку показані в наступному прикладі.

## Дані, необхідні для прямого методу розрахунку балансу розчинника

Неорганізовані викиди = I<sub>загальний</sub> - O1 - O5 - O6Вхідний потік розчинника I1 Новий використовуваний розчинник  тонн/рікI2: Розчинник, що піддається переробці та повторно використовується  тонн/рікI<sub>входи</sub> = I1 + I2 =  тонн/рік

## Викиди

## O1.1 Викиди в очищених газах

Концентрація викидів у очищеному газі  mg/m<sup>3</sup>  
Об'ємний потік  m<sup>3</sup>/h  
Години роботи  годин/рікO1.1  тонн/рік

## O1.2 Викиди в очищених газах

Концентрація викидів у очищеному газі  mg/m<sup>3</sup>  
Об'ємний потік  m<sup>3</sup>/h  
Години роботи  годин/рікO1.2  тонн/рік

## O1 Викиди у вихлопних газах

( = O1.1 + O1.2 )

 тонн/рік

## O5 Знищення за допомогою спалювальної установки

Концентрація викидів у очищеному газі  mg/m<sup>3</sup>  
Об'ємний потік  m<sup>3</sup>/h  
Години роботи  годин/рік

або

Ефективність очищення вихлопних газів  %O5  тонн/рік

## O6: Розчинник у відходах

| Відходи | Частка розчинника (%) | Відходи на утилізацію (т/р) | Частка розчинника у відходах |
|---------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
|         |                       |                             |                              |
|         |                       |                             |                              |
|         |                       |                             |                              |

O6  тонн/рікНеорганізовані викиди =  тонн/рік  
 %

Джерело: [ 177, ECCA 2017 ]; [ 264, TWG 2019 ]

Рисунок 21.9: Приклад вимог до даних для розрахунку неорганізованих викидів для сектору нанесення покриття на рулонний метал

У звіті щодо БМР мають бути надані всі результати та контекстуальна інформація, які дозволяють виконання кроків розрахунку та перевірку результатів та припущень або оцінок. Рекомендується або внести до звіту щодо БМР такі елементи, або зберегти їх як доповнення для обговорення з компетентним органом:

- (а) Спрощена схема установки, у тому числі:

- (i) відповідні етапи процесу та вторинні установки (зберігання фарби, приміщення для підготування фарби, зони поводження з відходами (якщо застосовується);
  - (ii) обладнання для очищення відпрацьованих газів (тип процесу, технічні дані);
  - (iii) димові труби (точки викиду ЛОС у повітря: розташування, розміри, попередні процеси).
- (b) Опис меж балансу розчинника, особливо там, де лінія нанесення покриття на рулонний метал є частиною більшої установки, наприклад, інтегрованого сталеливарного заводу.
- (c) Опис процесу розрахунку (і рівнянь, що використовуються).
- (d) Опис джерел даних.
- (e) Контекстуальна інформація для кожного застосованого параметра розрахунку:
- (i) визначення;
  - (ii) дата останнього визначення;
  - (iii) посилання на відповідний звіт про вимірювання;
  - (iv) зазначення причини застосовності використовуваного параметра.
- (f) Кількісний або якісний розгляд невизначеності результату.
- Як додатки:
- (i) вихідні дані для розрахунків;
  - (ii) звіти про вимірювання, якщо для встановлення балансу розчинника використовувалися прямі вимірювання.

### 21.5.2.6 Покращення методології БМР

Чинний підхід до розрахунку БМР (а отже, неорганізованих викидів) ґрунтується на використанні елементів, отриманих з різних джерел і розрахованих у різні часові рамки. Наприклад, кількість розчинника, що використовується у фарбах, може бути розрахунком за один рік на основі звірення рівнів запасів, тоді як відсоток ЛОС, що викидаються з печей, у деяких випадках може бути результатом або безперервного, або періодичного вимірювання. Інші елементи можуть бути визначенням у певний момент часу та бути екстрапольованими на весь рік.

Загальний підхід потенційно може бути покращений шляхом розробки набору детальних вимірювань за відносно короткий період, наприклад, 2 дні для всіх елементів БМР. Це забезпечило б більшу узгодженість вимірювань і, ймовірно, зменшило б рівень невизначеності в загальному розрахунку неорганізованих викидів. Вибраний проміжок часу для детального вимірювання може потім вважатися репрезентативним для всього року і використовуватися для прийняття рішення про те, чи дотримується оператор лінії граничних значень викидів.

Застосування такого підходу для БМР має бути узгоджене з оператором лінії та місцевими регулювальними органами.



Таблиця 21.19: Контрольний перелік НДТМ, який допоможе зменшити та здійснити кількісну оцінку П1 у розрахунках БМР

| Параметр БМР   |   | НДТМ   |  |
|--|---|--|--|
| П1   | V <sub>фарби</sub><br>(об'єм фарби)   | НДТМ 5 – для запобігання або зменшення неорганізованих викидів ЛОС під час поводження з матеріалами, що містять розчинники та/або шкідливими матеріалами | 5(b) - герметизація або накриття контейнерів та обвалована зона зберігання                                   |
|  |   |  | 5(c) - мінімізація зберігання шкідливих матеріалів у виробничій зоні   |
|  |   |  | 5(d) - технології запобігання витокам та розливам під час перекачування                                      |
|  |   |  | 5(e) - технології запобігання переливам під час перекачування  |
|  |   |  | 5(g) - утримування розливів та/або швидке поглинання під час поводження з матеріалами, що містять розчинники |
|  | НДТМ 7 – для зменшення споживання сировини та загального впливу процесів нанесення покриття на довкілля                               | 7(a) - валкове нанесення   |  |
|  | НДТМ 6 – для зменшення споживання розчинника та іншої сировини та скоротити викиди ЛОС  | 6(a) - централізоване подання матеріалів, що містять ЛОС (наприклад, друкарських фарб, покриттів, клейких речовин, очищувальних засобів)                 |  |
|  |   | 6(e) - групування кольорів   |  |
|  | НДТМ 10 – для моніторингу загальних та неорганізованих викидів ЛОС шляхом складання принаймні один раз на рік балансу маси розчинника | 10(b) - впровадження системи моніторингу розчинника  |  |
|  | C <sub>фарби</sub><br>(концентрація розчинника)   | НДТМ 3 – для зменшення впливу використовуваної сировини на довкілля  | 3(a) - використання сировини з низьким рівнем впливу на довкілля   |
| 3(b) - оптимізація використання розчинників у процесі  |   |  |  |
| НДТМ 4 – для зменшення споживання розчинника, викидів ЛОС та загального впливу використовуваної сировини на довкілля |   | 4(a) - використання фарб та покриттів на основі розчинника з високим вмістом твердих частинок  |  |
|  |   | 4(c) - використання покриттів та фарб, що твердіють за допомогою випромінювання  |  |
|  |   | 4(g) - використання ламінувальної плівки   |  |
| 4(h) - використання речовин, що не є ЛОС або є ЛОС із нижчою леткістю  |   |  |  |
| V <sub>очищувального розчинника</sub>  | НДТМ 9 – для зменшення викидів ЛОС у результаті процесів очищення   | 9(c) - ручне очищення попередньо просоченими серветками  |  |
|  |   | 9(d) - використання низьколетких очищувальних засобів  |  |
|  | НДТМ 22 – для зменшення кількості відходів, що спрямовуються на утилізацію  | 22(c) - відновлення/перероблення розчинників   |  |

Таблиця 21.20: Контрольний перелік НДТМ, який допоможе зменшити та здійснити кількісну оцінку О1, О5 та О6 у розрахунках БМР

| Параметр БМР   | НДТМ  |  |
|--|---|--|
| О1 (розчинник у відпрацьованих газах)<br><br>та<br><br>О5 (знищені розчинники) | НДТМ 6 – для зменшення споживання розчинника та іншої сировини та скоротити викиди розчинників із ЛОС           | 6(c) - подання матеріалів, що містять ЛОС (наприклад, друкарських фарб, покриттів, клейких речовин, очищувальних засобів) у точці застосування з використанням закритої системи      |
|  | НДТМ 11 – для моніторингу викидів у відпрацьованих газах та відповідно до стандартів EN                         | Якщо навантаження ЗЛОВ < 10 кг/год – щорічний моніторинг відповідно до EN 12619  |
|  | НДТМ 14 – для зменшення загальних викидів ЛОС із зон виробництва та зберігання                                  | 14(b) - витяжка повітря якомога ближче до місця нанесення матеріалів, що містять ЛОС   |
|  |   | 14(c) - витяжка повітря якомога ближче до місця приготування фарб/покриттів  |
|  |   | 14(d) - витяжка повітря з операцій сушіння/затвердіння   |
|  |   | 14(e) - мінімізація неорганізованих викидів із печей або шляхом герметизації входу та виходу печей для затвердіння, або шляхом застосування під час сушіння тиску нижче атмосферного |
|  | НДТМ 15 – для зменшення викидів ЛОС у відпрацьованих газах  | 14(f) - витяжка повітря із зони охолодження  |
|  |   | 14(g) - витяжка повітря із зон зберігання сировини, розчинників та відходів, що містять розчинники   |
|  |   | 14(h) - витяжка повітря із зон очищення  |
|  |   | 15(b) - адсорбція з використанням активованого вугілля або цеолітів  |
| 15(d) - спрямування відпрацьованих газів на спалювальну установку              |   |  |
| О6 (розчинник у відходах)  | 15(i) - термічне окиснення  |  |
|  | 15(e) - рекуперативне термічне окиснення  |  |
|  | 15(f) - регенеративний термічний окисник із кількома шарами або з безклапанним обертвовим повітророзподільником |  |
|  | 15(g) - каталітичне окиснення   |  |
|  | НДТМ 9 – для зменшення викидів ЛОС у результаті процесів очищення   | 9(c) - ручне очищення попередньо просоченими серветками<br>9(d) - використання низьколетких очищувальних засобів   |
|  | НДТМ 22 – для зменшення кількості відходів, що спрямовуються на утилізацію                                      | 22 (b) - відновлення/перероблення розчинників  |

### 21.5.3 Баланс маси розчинника для сектору рулонного офсетного друку з температурним закріпленням

#### 21.5.3.1 Баланс маси розчинника для сектору рулонного офсетного друку з температурним закріпленням (INTERGRAF)

[ 224, INTERGRAF 2018 ]

##### Вступ

Розрахунок БМР для сектору рулонного офсетного друку з температурним закріпленням (БМР для процесу з температурним закріпленням) – це метод:

- a) Розрахунку річного вхідного потоку (вираженого в т/рік).
- b) Надійної оцінки неорганізованих викидів (виражена в т/рік).
- c) Розрахунку неорганізованих викидів у відсотках від вхідного потоку.

Описаний нижче БМР для процесу з температурним закріпленням призначений для спрощення та стандартизації розрахунку БМР у секторі рулонного офсетного друку з температурним закріпленням. У відомостях не описується, як здійснювати моніторинг викидів відпрацьованих газів або як перевірити відповідність цих викидів відпрацьованих газів граничному значенню викидів, що до них застосовується.

Викиди ЛОС від рулонного офсетного друку з температурним закріпленням

У рулонному офсетному друку з температурним закріпленням можна виділити такі джерела викидів ЛОС:

##### 1. Друкарські фарби

- Фарби для офсетного друку містять олії, які не є ЛОС за кімнатної температури. Проте вони випаровуються в сушарці та за температури сушіння вважаються ЛОС. Після випаровування вони передаються в окисник, де значною мірою знищуються. Невелика частка може уникнути знищення в окиснику й буде викидатися (викиди відпрацьованого газу).
- Частина олії залишається у фарбі на паперовому полотні. Полотно охолоджується, й олії більше не є ЛОС. Залишок у друкованій продукції не вважається частиною неорганізованих викидів (див. також ДПВ, Додаток VII, Частина 2, Рулонний офсетний друк із температурним закріпленням, «особливі положення»).
- Випаровування ЛОС у друкарських фарбах відбувається в сушарці. Це сприяє неорганізованим викидам. Проте необхідно знати кількість цих ЛОС, щоб визначити річний вхідний потік та відсоток неорганізованих викидів.
- Якщо постачальник друкарських фарб не надає іншого значення, для цілей БМР для процесів із температурним закріпленням можна припустити, що вміст ЛОС у друкарських фарбах із температурним закріпленням становить 35%.

##### 2. Додатки до зволожувального розчину

- Зволожувальні розчини містять змочувальні засоби. У більшості випадків це ЛОС. Ці ЛОС частково випаровуються з валків на їхньому шляху від апарату до паперового полотна (неорганізовані викиди).
- Вони також частково вбираються в паперове полотно та передаються в сушарку. Після випаровування вони знищуються в окиснику. Невелика частка може уникнути знищення (викиди відпрацьованих газів).

##### 3. Автоматичне очищення

Очищувальними засобами, що використовуються для автоматичного очищення, часто є ЛОС, змішані з водою. І вода, і ЛОС частково випаровуються під час проходження через друкарську машину (неорганізовані викиди).

Залежно від використовуваної системи залишок може:

- вбиратися в паперове полотно, передаватися в сушарку та після випаровування знищуватися в окиснику; невелика частка може уникнути знищення (викиди відпрацьованих газів); або
- збиратися як рідкі відходи (без викидів); або
- поглинатися тканиною, що утилізується як відходи (без викидів).

#### 4. Ручне очищення

Ручне очищення використовується не дуже часто, оскільки в процесі рулонного офсетного друку з температурним закріпленням не потрібні зміни кольору. Очищувальні засоби для ручного очищення містять ЛОС.

- Під час ручного очищення частина ЛОС, що містяться в очищувальних засобах, випаровується (неорганізовані викиди).
- Залишок буде зібраний та утилізований як відходи (без викидів).

#### 5. Повітря друкарського цеху на очищення відхідних газів

- Відхідні гази сушарок піддаються окисненню. Процес окиснення дуже ефективний. Тільки дуже невелика кількість ЛОС уникає знищення та викидається (викиди відпрацьованих газів).
- Вхідне повітря для сушарки надходить із друкарського цеху. Це повітря буде містити неорганізовані викиди ЛОС, які випарилися з очищувальних засобів та зволожувального розчину. Повітря сушарки передається в окисник, і ЛОС, що містяться в цьому повітрі, знищуються. Це знижує фактичний рівень неорганізованих викидів. Оскільки друкарський цех також вентилується окремо в атмосферу, це стосується обмеженого відсотка неорганізованих викидів.

#### Консервативне спрощення

##### Складні параметри

Деякі параметри, необхідні для точного розрахунку БМР у рулонному офсетному друку з температурним закріпленням, складно встановити:

- Частка ЛОС у відходах очищувальних засобів. Деякі відходи очищувальних засобів змішані з водою, деякі містяться в тканині, а інші – в очищувальних серветках.
- Частка ЛОС у зволожувальному розчині та очищувальних засобах, які поглинаються паперовим полотном, знищуються в окиснику, а отже, не викидаються у вигляді неорганізованих викидів.
- Частка неорганізованих викидів ЛОС, які передаються в окисник через вхідне повітря сушарки.

##### Консервативні параметри сектору

Коли очікується, що фактичні неорганізовані викиди будуть нижчими за застосовне граничне значення неорганізованих викидів, можна продемонструвати відповідність без виконання вимірювань, обґрунтованих оцінок тощо. Для цієї мети можна використовувати такі консервативні параметри:

- частка ЛОС у відходах: 0%;
- частка неорганізованих викидів ЛОС у зволожувальному розчині: 90%;
- частка неорганізованих викидів ЛОС в очищувальних засобах: 85%;
- частка неорганізованих викидів ЛОС у вхідному повітрі сушарки: 0%.

##### Метод розрахунку

Для визначення неорганізованих викидів та перевірки відповідності граничному значенню рекомендується викладена нижче процедура. Метод призначений для використання, де це можливо, тільки тієї інформації, яка є або має бути легко доступною, як-от річна кількість використовуваних друкарських фарб, зволожувальних добавок та очищувальних засобів, а також інформації, наданої постачальниками про вміст ЛОС у їхніх продуктах.

## Визначення річного вхідного потоку

Річний вхідний потік є сумою вмісту ЛОС у друкарських фарбах, зволожувальних добавках та очищувальних засобах, використаних у відповідному році.

Для всіх цих продуктів частка у вхідному потоці розраховується шляхом множення кількості використаного продукту на вміст у ньому ЛОС (відсоток), зазначений постачальником. Для друкарських фарб вміст ЛОС за температури сушіння може бути недоступним. У цьому випадку можна припустити, що друкарська фарба містить 35% ЛОС.

## Консервативна оцінка неорганізованих викидів

Неорганізовані викиди розраховуються з використанням консервативних параметрів:

- Припущення вмісту ЛОС у відходах: нуль.
- Неорганізовані викиди від зволожувальних розчинів:
  - Помножити кількість ЛОС у зволожувальних добавках на 90%.
- Неорганізовані викиди від очищувальних засобів:
  - Помножити кількість ЛОС в очищувальних засобах на 85%.
- Припущення, що у вхідному повітрі сушарки відсутні ЛОС.

Сума цих розрахованих викидів є консервативною оцінкою неорганізованих викидів.

Варто зазначити, що оскільки олії в друкарських фарбах не є ЛОС за кімнатної температури, вони не роблять внесок у неорганізовані викиди.

## Перевірка розрахункових неорганізованих викидів відповідно до ГДЗВ

Неорганізовані викиди розраховуються як відсоток від річного вхідного потоку, та їхня відповідність перевіряється за застосовним гранично допустимим значенням викидів. Якщо значення відповідає вимогам, жодних подальших дій не вимагається, крім реєстрації розрахунків та, можливо, звіту про результати.

## Невідповідність та НДТМ

Коли розрахункові неорганізовані викиди значно вищі (наприклад, кілька відсотків від вхідного потоку), ніж ВАТ-АЕЛ, цілком імовірно, що НДТМ не застосовується на всьому заводі.

Основною можливою причиною надмірних неорганізованих викидів у галузі рулонного офсетного друку з температурним закріпленням є застосування надто високого процентного вмісту ізопропанолу (ІПС) у зволожувальному розчині. Якщо звичайний відсотковий вміст ІПС становить понад 4% або 5% (за вагою), малоімовірно, що неорганізовані викиди можуть бути нижчими за граничне значення. Іншою можливою причиною є застосування очищувальних засобів із високим вмістом розчинника.

У цьому випадку рекомендується спочатку зменшити або замінити кількість споживаного ІПС або зменшити вміст розчинника в очищувальних засобах, перш ніж робити будь-які спроби підвищення точності БМР.

## Невідповідність та підвищена точність

У випадку невідповідності неорганізованих викидів, але коли ця невідповідність не є надмірною, рекомендується підвищити точність оцінюваних викидів. Рекомендації щодо підвищення точності наведені нижче.

## Підвищення точності

Якщо відповідність граничному значенню неорганізованих викидів неможливо продемонструвати за допомогою параметрів, які використовуються в консервативному спрощенні для оцінки неорганізованих викидів, необхідно буде виміряти або оцінити деякі параметри викидів. Це призведе до нижчої оцінки неорганізованих викидів.

Параметри, для яких може бути підвищена точність, у порядку зростання складності:

- ЛОС у відходах;
- ЛОС, що передаються в окисник;
- Неорганізовані викиди ЛОС від зволожувального розчину;
- Неорганізовані викиди ЛОС від очищувальних засобів;

#### Частка ЛОС у відходах

Вміст ЛОС у відходах, що утилізуються, не вважається викидом. Коли доступна точна оцінка кількості ЛОС у відходах, її можна відняти від неорганізованих викидів, визначених за допомогою консервативного спрощення. Результатом може бути значне зменшення значення оцінки неорганізованих викидів.

Часто можна зробити обґрунтовану оцінку вмісту ЛОС в одному або двох найбільших потоках відходів. Зазвичай до них належать відходи засобів для очищення гумового полотна. Інформацію можна отримати з компанії з переробки відходів. Якщо загальна вага потоку відходів визначена точно, можна зробити обґрунтовану оцінку вмісту розчинника.

Рекомендується зосередитися на одному або двох великих потоках відходів. Для визначення загальної кількості та вмісту ЛОС із достатньою точністю може знадобитися зберігати ці потоки окремо від інших потоків протягом значного проміжку часу.

Якщо використаний очищувальний засіб передається в сушарку з паперовим полотном, може не бути значної кількості відходів, що містять розчинник, і цей метод не може призвести до значного зниження значення оцінки неорганізованих викидів.

#### Частка неорганізованих викидів ЛОС, яка передається в окисник

Метод визначення кількості неорганізованих викидів, що передаються в окисник, описаний у Розділі 11.4.3.1. Він вимагає повної знання фактичної системи вентиляції сушарок, друкарського цеху та системи ізолювання друкарської машини.

#### Частка неорганізованих викидів ЛОС у зволожувальному розчині

Значна частка як води, так і добавок у зволожувальному розчині ніколи не досягає паперового полотна. Вона випаровується в процесі утворення дедалі тонкішого шару води, який можна емульгувати в друкарську фарбу або безпосередньо перенести на друкарську форму.

Очевидно, що для того, щоб процес офсетного друку працював, частина зволожувального розчину має досягти друкарської форми, а отже, паперового полотна. Проте рідко відомо, у якій пропорції. Дуже мало літератури присвячено цьому питанню. Отже, можна припустити частку випаровування 90% для сектору як консервативну. Буде важко обґрунтувати будь-які оцінки, відмінні від цієї консервативної оцінки.

Проте можна оцінити, скільки випаровується води у зволожувальному розчині, встановивши різницю між кількістю води, що подається в друкарську машину, та збільшенням вологості паперового полотна під час друку перед сушінням. Ця різниця, мабуть, випарувалася.

Якщо ця кількість відома, можна також встановити, наскільки вміст ЛОС випаровується швидше або повільніше, ніж вода, і в якій концентрації вони досягають паперового полотна. Знаючи кількість води, що досягає паперового полотна, і концентрацію ЛОС у цій точці, можна розрахувати кількість ЛОС, що не випарилися, і кількість ЛОС, які були викинуті у вигляді неорганізованих викидів.

Важливо буде враховувати температуру.

Невідомо, чи був це метод оцінки випробуваний на практиці.

**Частка очищувальних засобів, що викидається неорганізовано**

Необхідно розрізняти очищувальні засоби, що використовуються під час роботи друкарської машини, та очищувальні засоби, що використовуються під час роботи друкарської машини в холостому режимі.

Коли друкарська машина працює в холостому режимі, очищувальні засоби не переносяться на паперове полотно, не випаровуються в сушарці й не знищуються в окиснику. У цьому випадку неорганізовані викиди дорівнюють різниці між кількістю використаних ЛОС та кількістю утилізованих як відходи.

Очищення під час роботи друкарської машини може призвести до того, що частина очищувальних засобів потрапить на паперове полотно, залежно від використовуваної системи очищення. Якщо система така, що очищувальні засоби виносяться паперовим полотном, буде важче точно оцінити кількість, поглинену папером, ніж у випадку зі зволожувальним розчином, оскільки очищення є періодичним процесом.

**Довідкова література**

- Оцінка придатності друкованої продукції до переробки, Європейська рада з переробки паперу, Випуск 2, січень 2017 р.
- Контроль викидів машин для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням, VDI 2587, листопад 2001 р.
- Рішення Комісії від 16 серпня 2012 р., яке встановлює екологічні критерії для присудження екологічного маркування ЄС для задрукованого паперу.

**21.5.3.2 Баланс маси розчинника для сектору рулонного офсетного друку з температурним закріпленням (DE)**

[DE коментар №198 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)]

**Основний принцип**

Основна формула балансу маси розчинника (в кг/рік) полягає в тому, що всі вхідні потоки (I) дорівнюють усім вихідним потокам (O):

$$\sum \text{Вхідний потік} = \sum \text{Вихідний потік}$$

У наступній таблиці показані різні вхідні (I) та вихідні потоки (O) для органічних розчинників.

Примітка: викид зібраних вихлопних газів із вентиляції приміщення (друкарського цеху) розглядається тут для цього сектору як неорганізовані викиди, оскільки він не очищується, а отже, є аналогічним іншим неорганізованим викидам, як-от через двері, вікна тощо – див. визначення O4 в ДПВ, Додаток VII, Частина 7 №2.

Таблиця 21.21: Масові потоки для балансу маси розчинника та їхня значущість для сектору офсетного друку з температурним закріпленням

| Ні  | Масовий потік   | Значущість | Пояснення  |
|---|---|------------|--|
| <b>Вхідний потік ЛОС як розчинники</b>              |   |            |  |
| I1  | Кількість органічних розчинників або їхня кількість у куплених сумішах, які використовуються як сировинна речовина в технологічному процесі в проміжок часу, за який розраховується баланс маси.  | Так        | ЛОС як розчинник у друкарських фарбах, у зволожувальних розчинах, в очищувальних засобах.  |
| I2  | Кількість органічних розчинників або їхня кількість у сумішах, які відновлюються та використовуються повторно як розчинник, що вводиться в процес. Перероблений розчинник рахується кожного разу, коли він використовується для здійснення діяльності.                                      | Низька     | За певних обставин, наприклад, очищувальні засоби можуть бути відновлені та повторно використані для очищення.   |
| <b>Вихідний потік ЛОС у повітря або стічні води</b> |   |            |  |
| O1  | Викиди у відпрацьованих газах.<br>O1.1 Вловлені та очищені.<br>O1.2 Вловлені та неочищені.  | Так        | O1.1: Викиди в повітря від зовнішнього або інтегрованого термічного окисника.<br>O1.2: Відпрацьоване повітря з установки кондиціонування повітря, витяжне повітря з системи ізолювання машин.  |
| O2  | Розчинники в стічних водах.   | Низька     | Спорожнення та очищення апарата для змішування зволожувального розчину та пристрою для охолодження зволожувального розчину, а також контейнера для зволожувального розчину.  |
| O4  | Неорганізовані викиди, що потрапляють у навколишнє середовище через вікна, двері, вентиляційні отвори та подібні отвори.  | Низька     | Зазвичай не піддається прямому вимірюванню через майже повністю ізольовану конструкцію установок, і релевантність зазвичай дуже низька   |
| O9  | Органічні розчинники, що виділяються іншими способами.  | Низька     | наприклад, аварії, розливи, витоки.  |
| <b>Знищені ЛОС</b>                                  |   |            |  |
| O5  | Органічні розчинники та/або органічні сполуки, втрачені в результаті хімічних або фізичних реакцій (у тому числі ті, що знищуються шляхом спалювання або іншого очищення відпрацьованих газів чи відпрацьованих вод або утримуються, якщо вони не враховуються в категоріях O6, O7 або O8). | Так        | Термічне окиснення вихлопних газів із ЛОС із сушарки   |
| <b>Інші вихідні потоки ЛОС</b>                      |   |            |  |
| O3  | Кількість органічних розчинників, яка залишається у вигляді забруднення або залишку в продукті, що виходить із процесу.   | Обмежена   | Частина вуглеводнів мінеральної оливи в друкарських фарбах залишається в папері. Відповідно до Додатка VII, частини 2, №1, виноска №1 ДПВ залишки розчинника в готовому продукті не мають розглядатись як частина неорганізованих викидів. |
| O6  | ЛОС, що містяться в зібраних відходах.  | Так        | наприклад, ЛОС у друкарських фарбах, фільтрувальних матеріалах, тканині для протирання.  |
| O7  | Органічні розчинники або органічні розчинники, що містяться в сумішах, які продаються або призначені для продажу як комерційно цінний продукт.  | Ні         |  |
| O8  | Органічні розчинники, що містяться в сумішах, що відновлюються для повторного використання, але не як сировинна речовина в технологічному процесі, якщо вони не враховуються в O7.  | Низька     | наприклад, відновлені очищувальні засоби, які не були введені у відповідний проміжок часу.   |



**Таблиця 21.22: Визначення вхідного потоку ІІ відповідно до річного споживання розчинника та вмісту ЛОС у вхідних матеріалах**

| Речовина  | Річне споживання в | Вміст ЛОС у % мас. (за температури застосування) | Вхідний потік ЛОС у |
|---|--------------------|--|---------------------|
| Друкарські фарби  | кг/рік             | Близько 30–40 вуглеводнів мінеральних олив       | кг/рік              |
| Ізопропанол   | л/рік              | 100%   | кг/рік              |
| Інші органічні добавки до зволожувального розчину                 | л/рік              | наприклад, 30% 2-бутоксиетанолу                  | кг/рік              |
| Очищувальні засоби для гумових офсетних полотен                   | л/рік              | наприклад, 90% аліфатичних вуглеводнів           | кг/рік              |
| Базові очищувальні засоби, очищувальні засоби для фарбових валків | л/рік              | наприклад, 98% аліфатичних вуглеводнів           | кг/рік              |
| <b>Загальний ІІ</b>   |                    | кг/рік   |                     |

Для розробки всебічного балансу маси розчинника, деякі з перелічених вхідних та вихідних потоків мають бути визначені з вихідних даних, як-от річна кількість вхідного потоку ІІ, ЛОС, що містяться в очищених відпрацьованих газах (О1), знищених ЛОС (О5) або ЛОС у зібраних відходах (О6).

Наступні кроки допомагають у визначенні вхідних та вихідних величин.

#### *Визначення вхідного потоку ІІ*

Для визначення ІІ необхідні річні обсяги споживання вхідних матеріалів та вмісту в них ЛОС (див. Таблицю 21.22).

Обсяги річного споживання зазвичай можна брати з наявних ІТ-систем для адміністрування фінансових і логістичних даних. За потреби можна отримати доступ до даних виробників (друкарських фарб та/або допоміжних матеріалів).

Вміст ЛОС у вхідних матеріалах у Таблиці 21.22 наведений як приклад і може бути взятий із паспортів безпеки матеріалу або технічної документації виробників. Вхідні кількості ізопропанолу, додаткових зволожувальних допоміжних засобів, а також очищувальних засобів зазвичай надаються у вигляді об'ємів і, отже, мають бути розраховані у вазі (кг) за густиною.

За доступності технічного процесу та конструктивних параметрів сушарки можна використовувати максимально допустиму кількість вхідного потоку в сушарку за даними виробника сушарки. Реальне значення на практиці становить 2,2 г друкарської фарби на м<sup>2</sup> (doublex) за коефіцієнтом випаровування 95%. За відомими параметрами, швидкістю машини та номінальною шириною полотна можна розрахувати вхідний потік розчинника за певний час.

#### *Визначення вхідного потоку І2 та в разі потреби О8*

Відновлення розчинників зазвичай відбувається шляхом дистилювання забруднених очищувальних засобів. Кількість відновлених очищувальних засобів має бути визначена та підсумована за проміжок часу балансу маси розчинника. І2 вважаються лише ті кількості, які повторно використовуються протягом періоду часу балансу маси розчинника.

ЛОС, які переробляються, але не використовуються повторно на установці, вважаються О8. В офсетному друку з температурним закріпленням для О8 можуть мати значення такі випадки:

- Внутрішня переробка очищувальних засобів, наприклад, шляхом дистилювання без повторного використання відновленої кількості в проміжок часу балансу маси розчинника.

- Відновлення мінеральних олів із відпрацьованого газу сушарки, якщо метою відновлення є повторне використання, але не для тієї ж діяльності.

#### Визначення утриманих очищених відпрацьованих газів O1.1

O1.1 визначається як викиди в утриманих очищених відпрацьованих газах у кг/рік:

$$O1.1 = \frac{C_{clean}}{10^6} * fs * \frac{dV}{dt} * t$$

де:

|             |   |
|-------------|---|
| $C_{clean}$ | Масова концентрація викидів загального вуглецю ( $C_{загальний}$ ) в очищеному газі в мг С/м <sup>3</sup> (наприклад, середнє значення останнього періодичного вимірювання викидів уповноваженим інститутом вимірювання викидів). |
| $fs$        | Коефіцієнт перерахунку загального вуглецю ( $C_{загальний}$ ) на молекулярну масу ЛОС. Для спрощення у випадку термічних окисників можна припустити, що $fs = 1$ (консервативне припущення).                                      |
| $dV/dt$     | Об'єм відпрацьованого газу в м <sup>3</sup> /год (відповідно до звіту про вимірювання уповноваженого інституту вимірювання викидів).  |
| $t$         | Час роботи установки очищення відхідних газів у год/рік.  |

#### Визначення утриманих неочищених відпрацьованих газів O1.2

Визначення O1.2 не потрібне, якщо неорганізовані викиди визначаються за непрямим методом для балансу маси розчинника, оскільки O1.2 розглядається для цього сектору як неорганізовані викиди. У разі потреби для визначення O1.2 в особливих індивідуальних випадках може застосовуватися такий метод:

$$O1.2 = \frac{C_{exhaust}}{10^6} * fs * \frac{dV}{dt} * t$$

де:

O1.2 Викиди в утриманих неочищених відпрацьованих газах у кг/рік.

|               |   |
|---------------|---|
| $C_{exhaust}$ | Масова концентрація викидів для загального вуглецю ( $C_{загальний}$ ) в утриманих неочищених відпрацьованих газах у мг С/м <sup>3</sup> .  |
| $fs$          | Коефіцієнт перерахунку загального вуглецю ( $C_{загальний}$ ) на молекулярну масу ЛОС. Цей коефіцієнт визначається уповноваженим інститутом вимірювання викидів, який виміряв об'єм відпрацьованих газів. Коефіцієнт близько 1,5 можна вважати найгіршим припущенням. |
| $dV/dt$       | Об'єм утриманих неочищених відпрацьованих газів у м <sup>3</sup> /год.  |
| $t$           | Час роботи друкарської установки в год/рік.   |

#### Інші вихідні потоки неорганізованих викидів O2, O4 та O9

Скидання ЛОС у стічні води (O2) та викиди ЛОС через вікна, двері, вентиляційні отвори та подібні отвори вважаються неорганізованими викидами. Спільним для всіх цих вихідних потоків є зазвичай велика складність і велика невизначеність у їхньому встановленні. Передовою практикою рулонного офсетного друку з температурним закріпленням є визначення неорганізованих викидів із використанням непрямого методу ДПВ, Додаток VII, Частина 7, №3(b)(i). У цьому випадку нема потреби прямого визначення окремих вихідних неорганізованих потоків O2, O4 та O9.

#### ЛОС у продуктах для продажу

Частина вуглеводнів (близько 5% мас.) у друкарських фарбах викидається на папір і не є дуже легкою за температур навколишнього середовища. У порівнянні з іншими видами діяльності, зазначеними в Додатку VII до ДПВ, залишкові ЛОС у кінцевому продукті не розглядаються як неорганізовані викиди під час рулонного офсетного друку з температурним закріпленням.

У випадку коефіцієнта випаровування  $FV > 1$  частина засобу для очищення гумового полотна залишається в продукті ОЗ.

*ЛОС, що знищуються під час очищення відхідних газів (О5) та ЛОС у відходах (О6)*

Розчинники, що застосовуються, мають різну леткість і вже частково випаровуються в зоні друкарських секцій. Завдяки ізолюванню машини та відведення за допомогою установки вентилявання приміщення ця частина вихлопних газів збирається, але викидається у вигляді О1.2 без будь-якого очищення. Інша частина збирається сушаркою, випускається на установку очищення відхідних газів і знищується (О5). Інша частина, особливо очищувальні засоби, буде забруднена, зібрана й утилізована як відходи (О6).

*ЛОС, що продаються як продукт (О7)*

Органічні розчинники, які продаються як продукт, не відіграють жодної ролі в секторі рулонного офсетного друку з температурним закріпленням.

Розрахункові значення для балансу маси розчинника

*Вхідний потік розчинника  $I = I1 + I2$*

Вхідний потік розчинника має значення для визначення гранично допустимого значення викидів для неорганізованих викидів (F). Відповідно до ДПВ (Додаток VII, частина 2 №1) гранично допустиме значення викидів (ГДЗВ) для неорганізованих викидів становить 30% мас. від вхідного потоку розчинника I.

*Споживання розчинника  $SC = I1 - O8$*

Відповідно до цієї формули органічні розчинники, які відновлюються для повторного використання або містяться в сумішах, що відновлюються для повторного використання (О8), можна відняти для розрахунку споживання розчинника (SC). Але це зазвичай не стосується сектору офсетного друку з температурним закріпленням і актуально лише в певних випадках.

*Неорганізовані викиди F*

Відповідно до ДПВ, Додаток VII, Частина 7, №3(b)(i), неорганізовані викиди можна визначити двома способами: прямим методом (a) або непрямим методом (b) з використанням таких формул:

$$a) F = O1.2 + O2 + O4 + O9$$

$$b) F = I1 - O1.1 - O3 - O5 - O6 - O7 - O8$$

Визначені неорганізовані викиди (F) необхідно порівняти з гранично допустимим значенням викидів для неорганізованих викидів (ГДЗВ(F) = 30% вхідного потоку розчинника I згідно з ДПВ, Додаток VII, Частина 2, №1).

*Загальні викиди E*

Загальні викиди розраховуються за сумою ЛОС в утриманих очищених відпрацьованих газах (О1.1) і неорганізованих викидів (F):  $E = F + O1.1$ .

Зразок балансу маси розчинника для установки для офсетного друку з температурним закріпленням

У Таблиці 21.24 показаний зразок балансу маси розчинника для установки для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням. Були зроблені такі припущення:

- Установка офсетного друку з температурним закріпленням складається із трьох друкарських машин.
- Найстаріша з машин досі працює з ізопропанолом як зволожувальним засобом. У двох новіших машинах використовуються зволожувальні засоби, що не містять ізопропанол.
- Для балансу передбачається, що дуже леткі органічні сполуки, як-от ізопропанол, здебільшого випаровуються, і лише невелика частина (10%) знищується в системі очищення відхідних газів.
- Низьколеткі органічні сполуки, що потрапляють на паперове полотно (особливо мінеральні оливи друкарських фарб, але також застосовувані засоби для очищення гумового полотна з температурою займання

> 60 °C), переходять у газову фазу переважно в сушарці і, у такий спосіб виходять в систему очищення відхідних газів.

- Менша частина вуглеводнів друкарських фарб поглинається папером.
- Для різних засобів чищення та промивання необхідно робити припущення про їхні викиди залежно від типу кожного засобу.
- Для очищення гумового полотна можна припустити збирання більшої кількості сушаркою з виходом у систему очищення відхідних газів. Для високолетких очищувальних засобів розгляд їх як неочищених каналізованих викидів (вихідний потік O1.2) є найгіршим припущенням.
- У випадку низьколетких очищувальних засобів доцільним є відповідний викид у вигляді зібраних відходів. Як доказ можна вимагати документи про утилізацію відходів.

**Таблиця 21.23: Орієнтовні значення для балансу маси розчинника**

| Матеріал   | Склад вхідного потоку ЛОС на установці  |
|--|---|
| Друкарські фарби на основі вуглеводнів мінеральних олив (ЛОС 30–45% мас., у середньому 35% мас.) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 99% мас. виходить у сушарку на паперовому полотні, з яких близько 95% мас. є леткими в сушарці й будуть знищені в установці очищення відхідних газів (O5, крім залишку O1.1).</li> <li>• Близько 5% мас. залишається в папері та не є леткими після охолодження (O3).</li> <li>• &lt; 1% мас. викидається у відходи, наприклад, у забруднених серветках або під час основного очищення лотків для фарб.</li> <li>• &lt; 0,1% мас. вже випаровується в зоні друкарських секцій і викидається як утриманий неочищений відпрацьований газ.</li> </ul>   |
| Ізопропанол (100% мас. ЛОС)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 89% мас. викидається в зоні друкарських секцій та викидається у вигляді вихлопних газів установок вентилявання приміщення (O1.2).</li> <li>• Близько 10% мас. потрапляє на установку для очищення відхідних газів через сушарку (O5, крім залишків O1.1).</li> <li>• Невеликі кількості (&lt; 1% мас.) утилізуються з відходами (O6).</li> </ul>   |
| Концентрати органічних зволожувальних засобів  | <p>Для органічних зволожувальних концентратів можна робити такі спрощені припущення:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Близько 5% органічних зволожувальних концентратів викидається в повітря в зоні друкарських секцій та викидається у вигляді вихлопних газів установок вентилявання приміщення як неорганізовані викиди (O1.2).</li> <li>• Близько 10% органічних зволожувальних концентратів потрапляють на установку з очищення відхідних газів через сушарку та знищуються (O5, крім залишку O1.1).</li> </ul>   |
| Засоби для очищення гумового полотна (100% мас. ЛОС через температуру сушіння близько 150 °C)    | <p>Залежно від конструкції установки для очищення гумового полотна важливими є такі різні фактори для утримання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 1% мас. вже викидається в зоні друкарських секцій та викидається у вигляді вихлопних газів установок вентилявання приміщення (O1.2).</li> <li>• Близько 35–60% мас. потрапляє на установку для очищення відхідних газів через сушарку (O5, крім залишків O1.1).</li> <li>• Близько 5–30% мас. залишається в паперовому полотні залежно від коефіцієнта випаровування очищувального засобу (O3).</li> <li>• Близько 35–55% мас. – це забруднені очищувальні засоби або тканини для протирання, і вони утилізуються як відходи, що містять розчинник (O6).</li> </ul> <p>У разі потреби точна інформація про єдине співвідношення може бути отримана виробником системи очищення для врахування специфічних для конкретної конструкції та очищувального засобу значень. У випадку коефіцієнта випаровування <math>FV = 1</math> випаровується 100% розчинника, що подається в сушарку через паперове полотно; у випадку коефіцієнта випаровування <math>FV = 2</math> випаровується 50% і 50% залишається в папері (O3).</p> |
| Основне очищення, очищувальні засоби для ручного очищення валків                                 | <p>Речовини з тиском пари &lt; 0,01 кПа за 20 °C не потрібно враховувати в неорганізованих викидах. Речовини з тиском пари &gt; 0,01 кПа за 20 °C зазвичай реєструються як неорганізовані викиди, якщо оператор не підтвердить їхню утилізацію, наприклад, у відходах O6 у балансі відходів із припущенням вмісту 5 г ЛОС на тканину для протирання.</p>  |

Таблиця 21.24: Зразок балансу маси розчинника для установки для офсетного друку з температурним закріпленням

| Вхідний потік матеріалів  | Споживання   | Вміст ЛОС у % | Густина в кг/л | ІІ у кг   | О1.1 у кг | О1.2 у кг | О3 у кг | О5 у кг  | О6 у кг |
|---|--------------|---------------|----------------|-----------|-----------|-----------|---------|----------|---------|
| Друкарська фарба  | 2 000 000 кг | 36,0          | 1,000          | 720 000   | 650       | 0         | 4 590   | 710 530  | 4 230   |
|   |              |               |                | 100,0%    | 0,09%     | 0,0%      | 0,64%   | 98,68%   | 0,59%   |
| Ізопропанол, Виробник А   | 30 000 л     | 99,5          | 0,785          | 23 432 кг | 12 кг     | 20 972 кг | 0 кг    | 2 332 кг | 117 кг  |
| Баланс у %  |              |               |                | 100%      | 0,05%     | 89,5%     | 0,0%    | 9,95%    | 0,5%    |
| Зволожувальний засіб, Виробник А                                      | 35 000 л     | 24,0          | 1,100          | 9 240     | 46        | 8 316 кг  | 0 кг    | 832 кг   | 46 кг   |
| Баланс у %  |              |               |                | 100,0%    | 0,5%      | 90,0%     |         | 9,0%     | 0,5%    |
| Зволожувальний засіб, Виробник В                                      | 25 000 л     | 23,7          | 1,000          | 5 925     | 30        | 5 333     | 0       | 533      | 30      |
| Баланс у %  |              |               |                | 100,0%    | 0,5%      | 90,0%     |         | 9,0%     | 0,5%    |
| Зволожувальний засіб, Виробник С                                      | 15 000 л     | 9,0           | 1,050          | 1 418     | 7         | 1 276     | 0       | 128      | 7       |
| Баланс у %  |              |               |                | 100,0%    | 0,5%      | 90,0%     |         | 9,0%     | 0,5%    |
| Засіб для очищення гумового полотна, Виробник А                       | 20 000 л     | 85,0          | 0,840          | 14 280    | 29        | 2 850     | 0       | 4 204    | 7 197   |
| Баланс у %  |              |               |                | 100%      | 0,2%      | 20,0%     |         | 29,44%   | 50,40%  |
| Засіб для очищення гумового полотна, Виробник В                       | 10 000 л     | 0,0           | 0,850          | 0         | 0         | 0         | 0       | 0        | 0       |
| Баланс у %  |              |               |                | 100%      | 0,2%      | 20,0%     |         | 29,44%   | 50,40%  |
| Засіб для очищення валків, Виробник А                                 | 7 000 л      | 99,0          | 0,791          | 5 482     | 0         | 1 096     | 0       | 0        | 4 385   |
| Баланс у %  |              |               |                | 100%      |           | 20%       |         |          | 80%     |
| Очищувальний засіб, Виробник В  | 5 000 л      | 100,0         | 0,718          | 3 590     | 0         | 718       | 0       | 0        | 2 872   |
| Баланс у %  |              |               |                | 100%      |           | 20%       |         |          | 80%     |
| Усього  |              |               |                | 783 366   | 773       | 40 561    | 4 590   | 718 558  | 18 884  |
|   |              |               |                | ІІ        | О1.1      | О1.2      | О3      | О5       | О6      |
|   |              |               |                | 100,0%    | 0,1%      | 5,2%      | 0,6%    | 91,7%    | 2,4%    |
| Неорганізовані викиди F   |              | 45 151 кг     |                | 5,8%      |           |           |         |          |         |
| Граничне значення для неорганізованих викидів F: 30% від загального I |              | 235 010 кг    |                |           |           |           |         |          |         |
| Загальні викиди E   |              | 45 924 кг     |                | 2,3%      |           |           |         |          |         |

Примітка: Обсяг О1.2 розглядається як неорганізовані викиди (очищення відпрацьованих газів не відбувається).

#### Довідкова література

Проект посібника Німецької асоціації інженерів VDI – контроль викидів – Процес рулонного офсетного друку з температурним закріпленням, VDI 2587, вересень 2017 р., [DE коментар №198 у [\[ 212, TWG 2018 \]](#)].

## 21.5.4 Баланс маси розчинника для флексографічного друку та непублікаційного ротогравюрного друку

[ 198, Germany 2017 ]

### Опис

Наступна процедура – це посібник зі складання балансу маси розчинника (БМР) для систем флексографічного друку та ротогравюрного друку.

### 21.5.4.1 Визначення неорганізованих викидів F

Неорганізовані викиди F можуть бути розраховані так:

$$F = I1 - O1.1 - O5 - O6 - O7 - O8$$

(або:  $F = I1 - (O1.1 + O5) - O6 - O7 - O8$ )

(O1.1 + O5) являє собою кількість ЛОС у неочищеному газі системи очищення відхідних газів. Це можна визначити за допомогою робочого полум'яно-іонізаційного детектора (ПД) для безперервного визначення загальної масової концентрації C в поєднанні з безперервним визначенням об'ємного потоку неочищеного газу:

$$(O1.1 + O5) = cStot * 10^{-6} * fS * VR * tr \text{ у кг/р}$$

де:

(O1.1 + O5) = кількість ЛОС у неочищеному газі в кг/рік;

cStot = середня загальна концентрація вуглецю в неочищеному газі в мг/Нм<sup>3</sup>;

fS = коефіцієнт перерахунку cStot на розчинник (ЛОС);

VR = середній об'ємний потік неочищеного відпрацьованого газу за нормальних умов у Нм<sup>3</sup>/год та в сухому стані;

tr = час роботи системи очищення відхідних газів у год/рік.

Середньорічна концентрація cStot неочищеного газу повинна бути отримана з усіх вимірних значень. Щоб перетворити загальну концентрацію вуглецю cStot на концентрацію розчинника для конкретної речовини (сЛОС), моніторинг якої необхідно здійснювати, його необхідно помножити на коефіцієнт перерахунку fS. Цей коефіцієнт перетворення fS отримується із відношення молярної маси та частинки вуглецю у використовуваному розчиннику.

Об'ємний потік відпрацьованого повітря необхідно безперервно визначати шляхом вимірювання об'ємних потоків. Середній об'ємний потік вихлопних газів VR має визначатися з усіх вимірних значень.

В окремих обґрунтованих випадках, як альтернатива, обсяг неочищеного газу можна визначити за вимірними значеннями нижніх концентраційних границь вибуховості (НКГВ) приладів для вимірювання концентрації або за допомогою додаткових вбудованих ПЧ-датчиків.

Похибки вимірювання, спричинені чутливістю пристроїв для вимірювання концентрації до різних розчинників, повинні бути скориговані шляхом розрахунку середнього значення для використовуваної суміші розчинників, з якою інтерпретується вимірне значення НКГВ. Розчинники, що використовуються, повинні бути зважені пропорційно, і вимірне значення НКГВ треба інтерпретувати з урахуванням цього поправкового коефіцієнта.

Середній масовий потік неочищеного газу в Нм<sup>3</sup>/год розраховується як частка суми всіх визначених масових потоків неочищеного газу на кількість усіх досліджень за звітний період.

Якщо в процесі друку використовуються різні розчинники й спричиняють різну перехресну чутливість датчиків, треба використовувати детектори з невеликою різницею перехресної чутливості. Наприклад,

датчик, відкалібрований за етилацетатом, може показувати значення на 50% вище в разі використання чистого етанолу як розчинника. Це призведе до занадто низької концентрації за нормальної роботи. За фактичної концентрації етанолу 30% від НКГВ у цьому випадку буде виміряно 45% від НКГВ, що призведе до домішки фактично непотрібного свіжого повітря, наприклад, для досягнення заданого значення 35% від НКГВ (це випробуване та перевірене значення, оскільки воно все ще лежить на достатній відстані від точок попередження та відключення).

#### 21.5.4.2 Визначення частки кількості, що знищується в системі очищення відхідних газів (O5)

Для визначення кількості неорганізованих викидів F, якщо не відповідно до Розділу 21.5.4.1, потрібне знання кількості O5, тобто кількості розчинників, що знищуються в системі очищення відхідних газів:

$$F = I1 - O1.1 - O5 - O6 - O7 - O8$$

Кількість розчинників, що знищується в процесі очищення відхідних газів (O5), може бути визначена за допомогою ефективності боротьби з викидами («ефективність», краще  $A_R$  = ефективність видалення) очищення відхідних газів окисненням із використанням такого співвідношення:

$$O5 = \frac{O1.1}{1 - A_R} - O1.1$$

де:

$A_R$  = ефективність видалення в термічному окисненні;  
O1.1 = викиди з вловлених та очищених відхідних газів.

Вирішальними тут є сталі репрезентативне визначення O1.1 і ефективність видалення. З цією метою можуть знадобитися паралельні вимірювання загальної масової концентрації C в неочищеному та очищеному газі протягом більш тривалого проміжку часу.

#### 21.5.3.1 НДТМ для визначення викидів від вловлених та очищених відхідних газів (O1.1)

Викиди ЛОС, що містяться в очищеному газі системи очищення відхідних газів(O1.1), розраховуються за таким рівнянням:

$$O1.1 = cStot * 10^{-6} * fS * V_R * t_R \text{ у кг/р}$$

де:

O1.1 = масовий потік ЛОС в очищеному газі в кг/рік;  
cStot = загальна концентрація вуглецю в очищеному газі в мг/Нм<sup>3</sup>;  
fS = коефіцієнт для перетворення cStot на ЛОС;  
 $V_R$  = середній потік відпрацьованого газу за нормальних умов у Нм<sup>3</sup>/год та в сухому стані;  
 $t_R$  = час роботи установки очищення відпрацьованих газів у год/рік.

Середнє значення загального вуглецю (cStot) останнього вимірювання викидів має використовуватися як масова концентрація. Безперервне визначення загальної масової концентрації C у поєднанні з безперервним визначенням об'ємного потоку відпрацьованого газу було б ідеальним варіантом. В іншому випадку, репрезентативні масові концентрації очищеного газу мають визначатися під час вимірювання викидів. Це може також вимагати вимірювання протягом більш тривалого проміжку часу (наприклад, робочого дня). Масову концентрацію використовуваних розчинників (сумішей розчинників) треба

перераховувати за допомогою коефіцієнта  $fS$ . Коефіцієнт перерахунку  $fS$  має бути отриманий із відношення молярної маси та вмісту вуглецю у використовуваному розчиннику.

Об'ємний потік відпрацьованого повітря необхідно безперервно визначати шляхом вимірювання об'ємних потоків. Середній об'ємний потік відпрацьованих газів має визначатися з усіх вимірних значень. Як альтернатива, допускається визначення об'ємного потоку через частотний перетворювач вентилятора для неочищеного газу. Як альтернатива, викиди в уловлених очищених відпрацьованих газах також можуть бути вимірюватися прямо за допомогою полум'яно-іонізаційного детектора (ПІД) або пристроїв аналізу температури полум'я (АТП). За окремими значеннями масової концентрації визначають середньорічне значення описаним вище методом.

### 21.5.5 Загальні кейси щодо балансів маси

[ 205, Belgium 2005 ]

У цьому розділі наведені деякі з найбільш поширених випадків балансів маси діяльності з поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників.

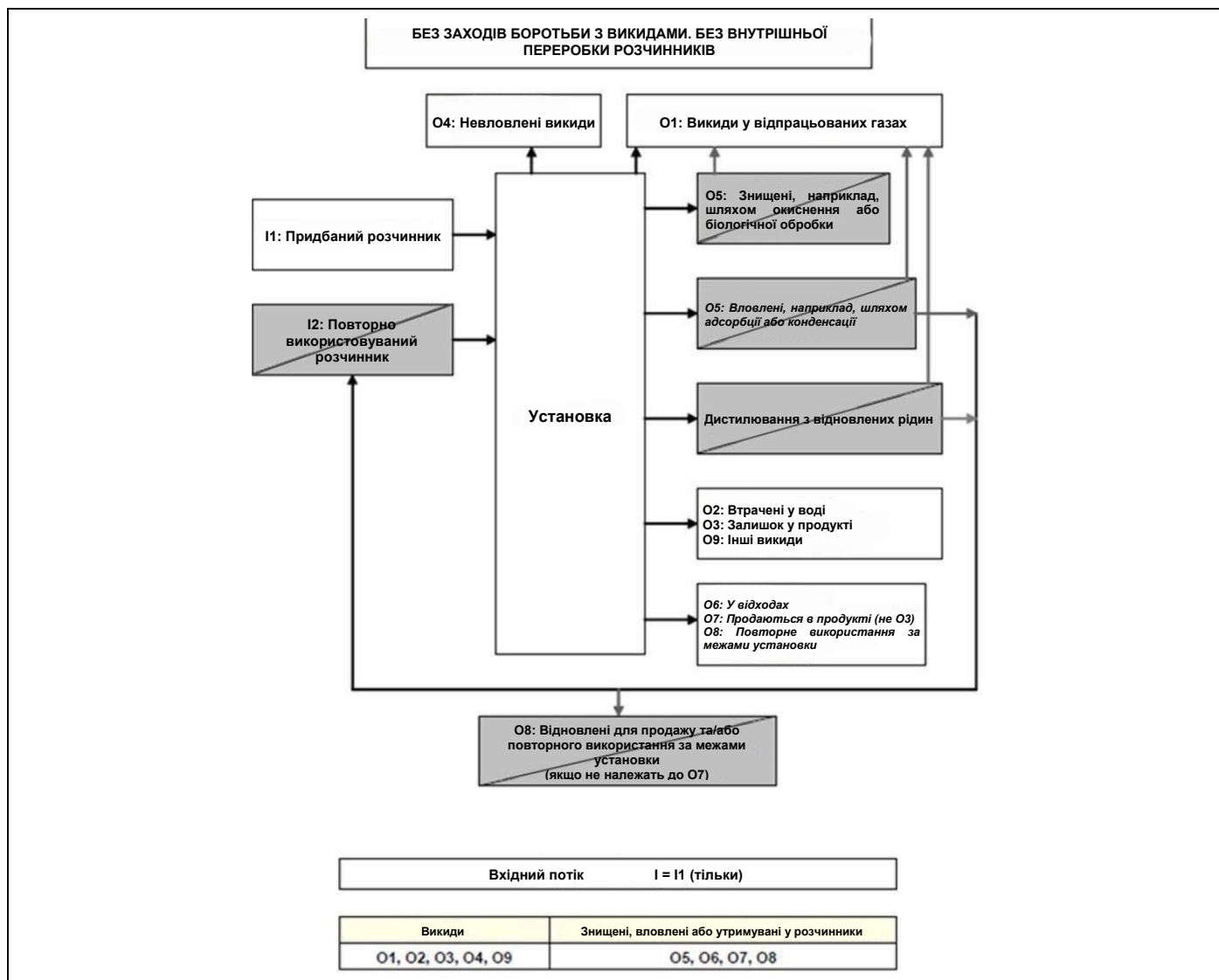


Рисунок 21.10: Відсутність заходів боротьби з викидами наприкінці виробничого циклу та внутрішньої переробки



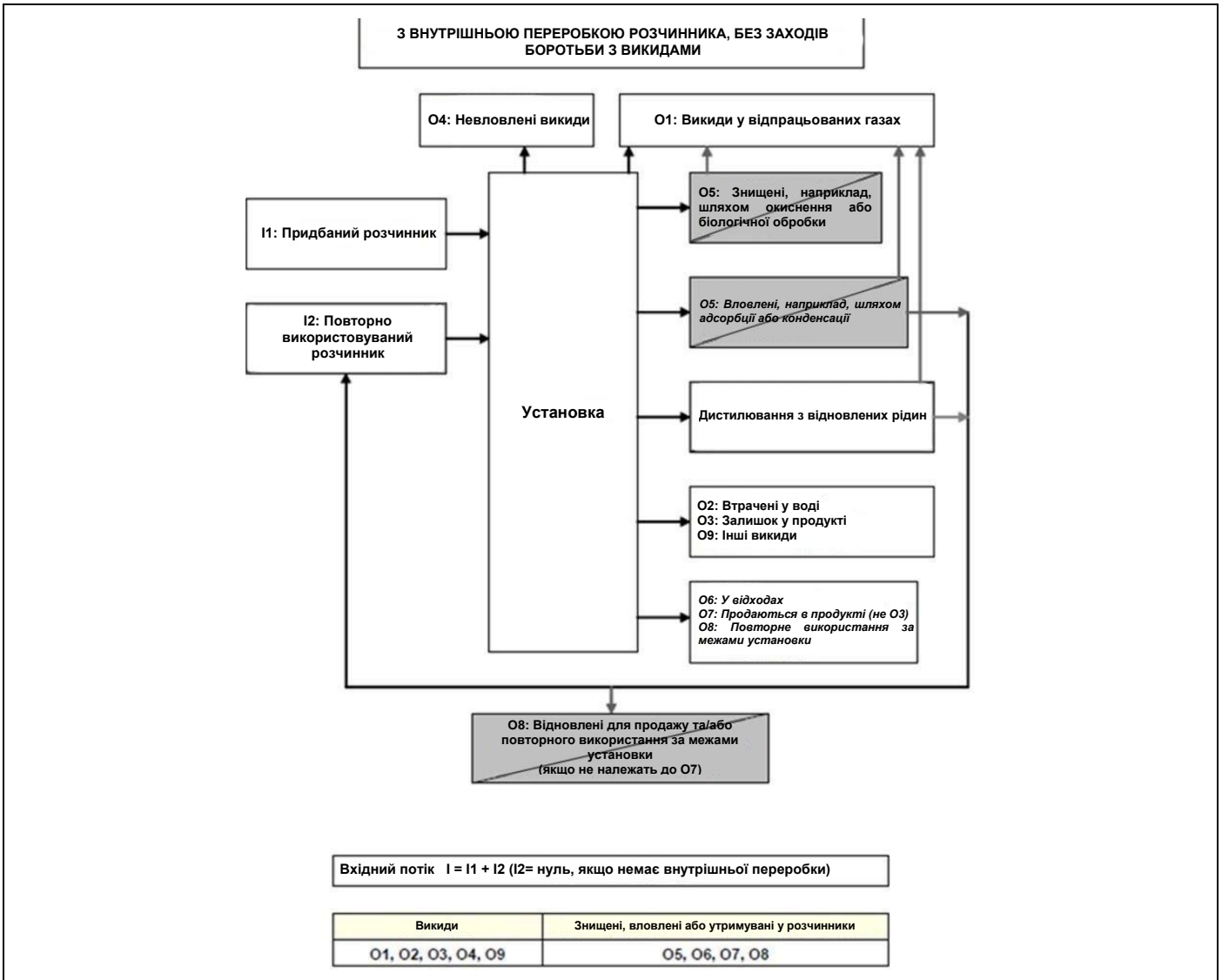


Рисунок 21.11: Відсутність заходів боротьби з викидами наприкінці виробничого циклу, але наявність внутрішнього відновлення та повторного використання розчинника

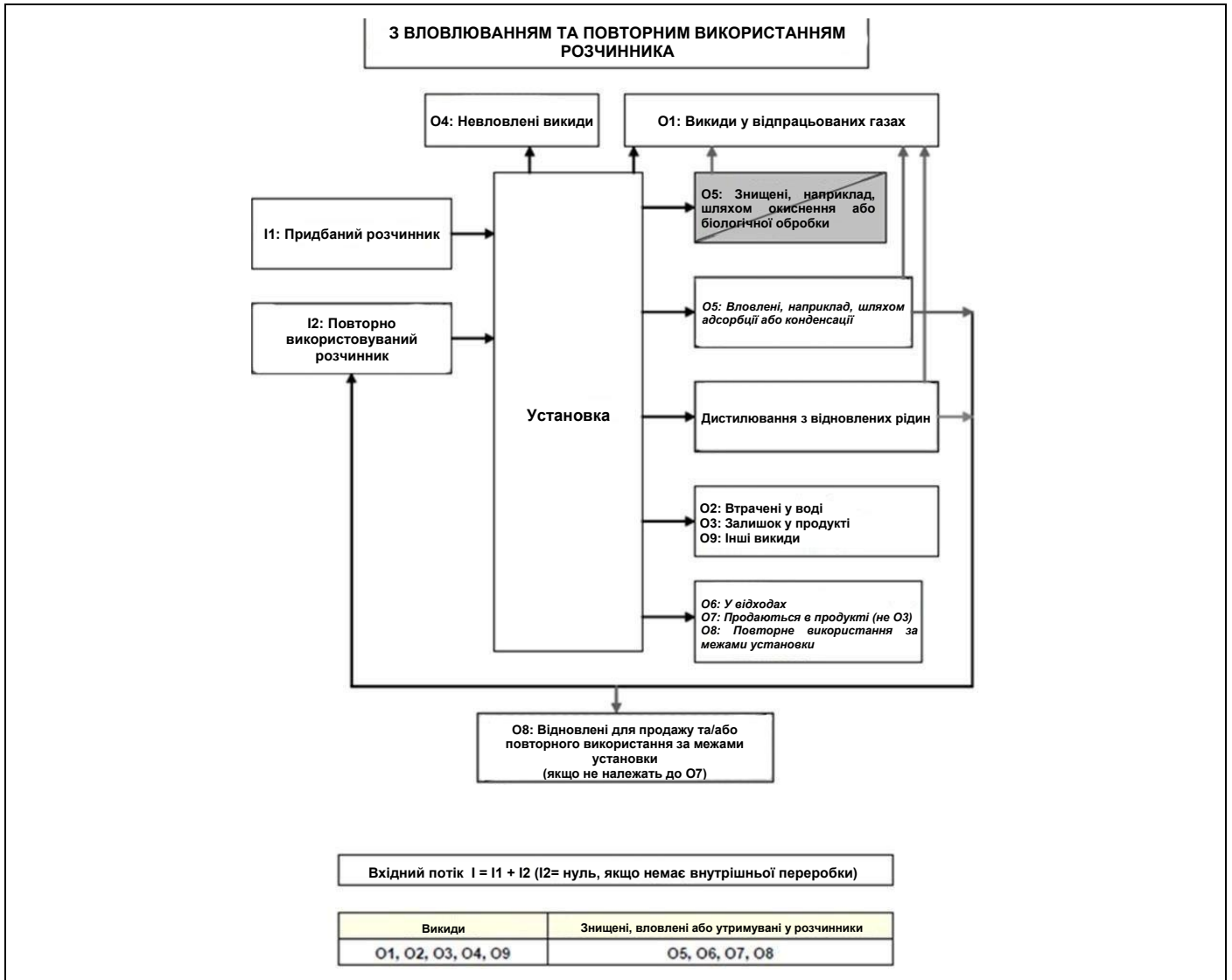


Рисунок 21.12: З вловлюванням та повторним використанням розчинника (внутрішнім та зовнішнім)

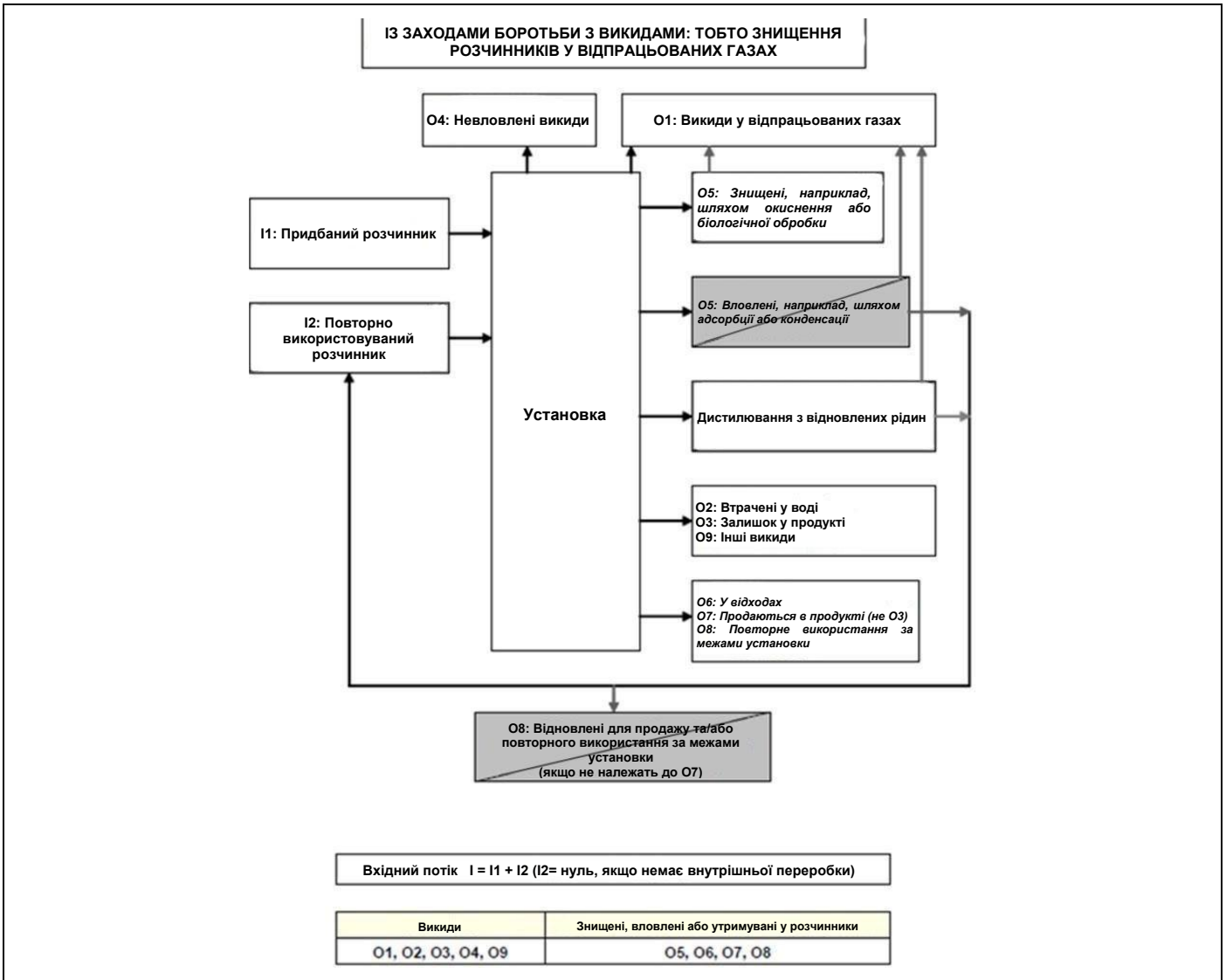


Рисунок 21.13: Боротьба з викидами, спрямована на знищення, наприкінці виробничого циклу

## 21.6 Ефективність боротьби з викидами технологій очищення відхідних газів

[ 97, TWG 2006 ] [ 131, Verspoor et al. 2006 ] [ 155, TWG 2016 ]

### Технології наприкінці виробничого циклу: Описи та міркування щодо застосовності

Наведені нижче описи та міркування щодо застосовності призначені лише для оглядових цілей. Для отримання додаткової інформації див. відповідні розділи Глави 17 цього документа. Інформація в цьому додатку сама по собі не може служити підставою для вибору методу усунення забруднення довкілля.

**Таблиця 21.25: Технології очищення відхідних газів**

| Технологія наприкінці виробничого циклу та опис  | Загальні характеристики   | Міркування щодо використання  |
|--|---|---|
| <p><b>Термічне окиснення</b><br/>Відхідні гази нагріваються внаслідок спалювання природного газу. Спроб рекуперації тепла для зниження енергоспоживання не робиться.</p>   | <p>Найпростіша технологія окиснення з найменшими капітальними інвестиціями.<br/>Автотермічна робота лише за рівнів концентрації понад 25% від НКГВ.<br/>Найменше споживання електроенергії для основного вентилятора. Найбільше споживання газу.<br/>Як найпростіша технологія вона вимагає найменшого технічного обслуговування та найменшого часу простою.<br/>Швидкий запуск (0,5–1 год), але потребує стабільної робочої температури.<br/>Неорганічний пил необхідно видалити перед установкою окиснення (до рівнів вмісту пилу &lt; 3 мг/м<sup>3</sup>), хоча ця технологія більш стійка до пилу, ніж інші.</p>  | <p>Для періодичного використання (кілька днів на тиждень, дуже мінливі повітряні потоки, однозмінна система тощо)<br/>Коли капітальні витрати набагато більш значущі, ніж експлуатаційні витрати, або в поєднанні з іншими методами усунення забруднення довкілля для багатоцільових установок, або обсягів повітря &lt; 2 000 м<sup>3</sup>/год.<br/>Для діапазонів концентрацій від 5 до 16 г/м<sup>3</sup>, високих температур відхідних газів на вході та в ситуаціях, коли потік газу й концентрація розчинника відносно постійні.<br/>Також можлива робота за рівнів концентрації вище за НКГВ.</p> |
| <p><b>Рекуперативне окиснення</b><br/>Подібне до термічного окиснення, але з теплообмінником, який підігріває відхідні гази, що надходять, теплом вихлопних газів. Знижує споживання газу, але теплообмінник вимагає більших інвестиційних витрат.</p> | <p>У разі використанні теплообмінника з максимальною ефективністю (близько 76%) можлива автотермічна робота за концентрацій розчинника, наближених до 10 г/м<sup>3</sup> (етилацетат або етанол) та більше. Концентрація для автотермічної роботи залежить від теплотворної здатності розчинника.<br/>Споживання електроенергії на основний вентилятор вище, ніж у випадку термічного окиснення. Споживання газу менше.<br/>Проста технологія окиснення, але з великими інвестиційними витратами через великий вміст сталі.<br/>Майже миттєвий запуск (0,5–1 год).<br/>Ефективність видалення обмежена максимальною робочою температурою, що визначається механічною цілісністю теплообмінника.<br/>Теплообмінник має обмежений строк експлуатації та вимагає значного технічного обслуговування через корозію та термічний вплив. Теплообмінники можуть легко забиватись через накопичення пилу в трубах, та</p> | <p>Для періодичного використання (одно- або двозмінні системи), але де зниження споживання газу вимагає додаткових капітальних витрат та електроенергії.<br/>Там, де можливий автотермічний режим, але надлишкова енергія не може використовуватися на установці як альтернатива регенеративному окисненню.</p>   |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>ефективність буде знижена через часткове засмічення, що призведе до збільшення інвестиційних та експлуатаційних витрат.</p> <p>Проте ця технологія є більш стійкою до пилу, ніж інші, і існують технології усунення засмічень (продування повітрям, ланцюгове очищення, крапельні кульки тощо).</p>  |   |
| <p><b>Каталітичне окиснення</b></p> <p>Температури окиснення нижче, близько 280–450 °С (замість приблизно 800 °С). Часто оснащено теплообмінником. Знижує споживання газу, але каталізatori та теплообмінники вимагають більших інвестиційних витрат. Каталізатор може вимагати технічного обслуговування та періодичної заміни, що збільшує експлуатаційні витрати та час простою.</p>  | <p>У разі оснащення ефективним теплообмінником (максимально можлива ефективність близько 87%), автотермічна робота можлива за концентрації розчинника близько 5 г/м<sup>3</sup> або вище (залежно від теплотворної здатності розчинника).</p> <p>Максимально можлива температура каталізатора обмежує концентрацію на вході до приблизно 8 г/м<sup>3</sup>.</p> <p>Споживання електроенергії на основний вентилятор вище, ніж у випадку термічного окиснення. За концентрацій розчинника нижче 25% НКГВ споживання газу буде меншим, ніж у випадку рекуперативного окиснення.</p> <p>Каталізатор робить цю технологію окиснення менш простою, але з відносно низькими інвестиційними витратами.</p> <p>Майже негайний запуск (1 година для підігрівання каталізатора), але занадто часті зупинки можуть призвести до пошкодження носія каталізатора. Каталізатор збільшує потребу в технічному обслуговуванні та збільшує час простою.</p> <p>Деякі розчинники або частки пилу отруюють каталізатор і призводять до передчасної заміни дорогого каталізатора. Каталізатор і носій повинні бути адаптовані до складу відхідних газів, необхідної температури та очікуваної ефективності видалення. Використаний каталізатор, можливо, треба буде утилізувати як шкідливі відходи, хоча матеріал каталізатора часто можна переробити.</p> <p>Дуже чутливий до присутності пилу і крапель у відхідних газах. Чутливий до змін концентрації на вході.</p> | <p>Використовується тільки коли відомо, що всі розчинники, що підлягають окисненню, не отруюють каталізатор, а температура на вході не занадто висока для каталізатора.</p> <p>Там, де можливий автотермічний режим, але надлишкова енергія не може використовуватися на установці як альтернатива регенеративному окисненню.</p> |
| <p><b>Регенеративне окиснення: 2 шари</b></p> <p>Камера окиснення розташована між двома керамічними шарами. Відпрацьований газ проходить через один шар перед надходженням у камеру окиснення і виходить через інший. Напрямок потоку відпрацьованих газів змінюється кожні 1–5 хвилин. Один шар підігріває відхідні гази; інший акумулює тепло від вихлопних газів. Під час перемикання протягом декількох секунд викидаються відхідні гази, що містять розчинник. Значно зменшує споживання палива. Збільшує потребу в електроенергії через вищий опір повітря</p> | <p>За високої ефективності теплообмінника (максимально можлива 96%) можлива автотермічна робота за концентрацій розчинника 2 г/м<sup>3</sup> та вище (залежно від теплотворної здатності розчинника, наприклад, етилацетат 2,2 г/м<sup>3</sup>). Підігрівання після періодів простою може бути причиною значного споживання газу.</p> <p>Споживання електроенергії для основного вентилятора вище, ніж у випадку інших окисників, через сильний перепад тиску в керамічних шарах.</p> <p>Там, де концентрація розчинника у відхідних газах вища за автотермічну концентрацію, утворюється надлишкове тепло. Воно може бути регеновано.</p> <p>Там, де надлишкове тепло не регенується постійно, а концентрації є змінними, може знадобитися зниження ефективності теплообмінника для запобігання перегріванню керамічних шарів у разі виникнення високих</p>  | <p>Особливо придатне для безперервних або майже безперервних операцій, коли більшу частину часу концентрації розчинника у відхідних газах перевищують автотермічну концентрацію, і концентрації розчинника істотно не змінюються.</p>   |

|  |  |   |
|--|--|---|
| в керамічних шарах.  | <p>концентрацій. Це призводить до підвищення автотермічної концентрації та необхідності додавання природного газу у періоди низьких концентрацій розчинника.</p> <p>Складні датчики та великі клапани, необхідні для неодноразової зміни напрямку повітряного потоку, передбачають необхідність у комплексному обладнанні та кваліфікованому персоналі.</p> <p>Вищі витрати на технічне обслуговування та більший час простою в порівнянні з іншими технологіями окиснення. Кожні 1 або 2 роки необхідні 2–3 дні простою для технічного обслуговування.</p> <p>Потрібне підігрівання перед запуском, оскільки керамічні шари охолоджуються під час простою. (Після 36 годин простою для підігрівання потрібно від 1 до 2 годин.)</p> <p>Ефективність видалення на кілька відсотків нижче, ніж у системи з 3 шарами (див. нижче) через викиди під час зміни напрямку потоку відпрацьованих газів.</p> <p>Коли застосовуються гранично допустимі значення викидів наприкінці виробничого циклу, виражені в мг С/м<sup>3</sup>, у середньому за короткий проміжок часу, викиди під час зміни напрямку потоку відпрацьованого газу можуть призвести до середньої концентрації на виході, що перевищує граничні значення, якщо концентрація на вході вище приблизно 3 г/м<sup>3</sup>.</p> <p>Регенератор швидко забивається пилом. Можна працювати з деякими невеликими концентраціями пилу, але для регенеративних шарів потрібна інша структура (структурована насадка (структура стільників замість сидлоподібної структури) з іншими витратами та ефективністю).</p> |   |
| <p><b>Регенеративне окиснення: кілька (3 або більше) шарів</b></p> <p>За принципом те саме, що і 2-шарова система. Третій шар служить для запобігання викидам насиченого розчинником повітря під час зміни напрямку потоку відпрацьованих газів.</p> <p>Також використовуються альтернативи з безклапанним обертним повітророзподільником. У цьому випадку керамічне середовище утримується в одній обертній ємності, розділеній на кілька клинів.</p> | <p>(Порівнюючи з 2-шаровою системою). Інвестиційні витрати приблизно на 25% вищі. Нижчі рівні викидів.</p> <p>Більші витрати на підігрівання.</p> <p>Приблизно на 10% більше споживання електроенергії через більший вентилятор для продування.</p> <p>Ефективність видалення на кілька відсотків вище завдяки запобіганню викидам під час зміни напрямку потоку відпрацьованих газів.</p> <p>Можливе постійне випалювання для видалення липких часток.</p>  | <p>(Порівнюючи з 2-шаровою системою)</p> <p>Найбільше підходить для концентрацій 1–12 г/м<sup>3</sup>, особливо, якщо концентрація змінюється протягом часу виробництва.</p> <p>Найбільш підходить для великосерійних безперервних операцій із концентрацією розчинника</p> <p>у відпрацьованих газах значно вище автотермічної концентрації. Коли скорочення викидів, отримане в результаті, потребує додаткових інвестицій та експлуатаційних витрат.</p> |
| <p><b>Інші технології окиснення</b><br/>(не враховується в розрахунках ефективності видалення)</p>   |  |   |
| <p><b>Спалювальна установка (технологічний нагрівач)</b></p> <p>Відпрацьовані гази, що підлягають очищенню, спрямовуються на спалювальну установку (у тому числі ТЕЦ) як повітря для згорання та додаткове паливо.</p>   | <p>Необхідно передбачити відповідний нагрівач, який має працювати й бути здатним прийняти всі відхідні гази в момент їхнього утворення.</p>  | <p>Не призначене для використання для відхідних газів, що містять речовини СМР. Також можуть бути міркування щодо безпеки.</p>  |
| <p><b>Адсорбція (твердою речовиною)</b></p>  |  |   |
| <p><b>Регенеративна адсорбція вуглем</b></p>   | <p>Десорбцію необхідно здійснювати в атмосфері з низьким вмістом кисню або без нього. Можна використовувати пару, азот або</p>   | <p>Тільки коли вважається, що відновлений</p>   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>Низькотемпературні відхідні гази пропускають через шар активованого вугілля. Розчинник адсорбується активованим вугіллям. Коли вугілля насичується, потік відпрацьованого газу перемикається на другий вугільний шар. Насичений шар десорбується шляхом нагрівання. Тепло вивільняє розчинники з вуглецю в такій високій концентрації, що це дає змогу конденсувати ці розчинники.</p> | <p>гаряче повітря без кисню.</p> <p>Після конденсації розчинника можуть знадобитися комплексні технології, щоб зробити відновлені розчинники готовими до повторного використання. Ці технології залежать від відновленого розчинника. Деякі приклади: У випадку толуолу та ксилену десорбція здійснюється за допомогою пари, і достатньо буде простої конденсації. У випадку етилацетату десорбцію виконують за допомогою азоту. Зневоднення за допомогою молекулярних сит та кілька подальших етапів дистилювання необхідні для видалення побічних продуктів та вторинних розчинників, як-от оцтова кислота, сліди етанолу та низьколеткі розчинники.</p> <p>Оскільки адсорбційні характеристики розчинників сильно відрізняються, розмір адсорберів (а отже, не тільки інвестиційні витрати, але й споживання енергії та інертного газу) значною мірою визначається типом розчинника. (Приклади: для толуолу та ксилену потрібні відносно «маленькі» адсорбери. Для етанолу потрібен адсорбер на 25% більше, ніж для етилацетату).</p> <p>Деякі розчинники можуть вступати в реакцію з активованим вугіллям та спричиняти займання. МЕК є одним із них, але існують технології запобігання цим реакціям та безпечного відновлення МЕК.</p> <p>Деякі низьколеткі розчинники можуть перманентно прилипати до активованого вугілля та швидко знижувати адсорбційну здатність, що призводить до передчасної заміни активованого вугілля.</p> <p>Активоване вугілля також ефективно адсорбує воду. Тому потоки відпрацьованого газу із високим вмістом вологи не є придатними.</p> <p>Інвестиційні та експлуатаційні витрати значно вищі, ніж у випадку окиснення. Це більш очевидно, коли навантаження розчинників становлять менше ніж 1000 тонн на рік.</p> <p>Альтернативи з рухомими вугільними шарами існують, але не є поширеними.</p> <p>Споживання електроенергії для основного вентилятора вище, ніж у випадку окисників через вищий опір шарів активованого вугілля. Висока продуктивність із низькими швидкостями повітря необхідні для запобігання видуванню активованого вугілля.</p> <p>Для комплексного обладнання потрібний спеціально вивчений технічний персонал.</p> <p>Дуже надійна робота та дуже короткий час простою є нормою.</p> <p>Великі витрати в порівнянні з окисненням та низька ринкова вартість відновлених розчинників вимагають повторного використання розчинників на тій самій установці, щоб зробити відновлення розчинників доцільним варіантом. Точка рівноваги між окисненням та відновленням, очевидно, залежить від ціни відновленого розчинника та необхідних технологій. Для толуолу та ксилену відновлення може бути дешевшим, ніж окиснення, починаючи зі споживання розчинника 100 т/рік. Для етилацетату, МЕК та</p> | <p>розчинник може бути повторно використаний на установці або проданий за ринковою вартістю «свіжих» розчинників. (Зазвичай продаж відновленого розчинника приносить не більше 50% його початкової ціни).</p> <p>Якщо як єдиний розчинник використовується кілька сотень тонн толуолу або ксилену, цю технологію завжди можна розглядати серйозно.</p> <p>З іншими розчинниками необхідні вищі річні кількості, щоб зробити цей варіант доцільним.</p> <p>Особливо за наявності сумішей декількох різних розчинників, можливо, буде необхідно вирішити багато ускладнень, перш ніж цю технологію можна буде успішно використовувати. Проте для більшості цих практичних проблем існують технічні рішення. Кінцевий результат може бути занадто складним і дорогим.</p> |
|---|---|--|

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | етанолу точка рівноваги з окисненням була розрахована як можлива, починаючи приблизно з 500–1000 тонн на рік. Не працює за високої концентрації неорганічного пилу.   |   |
| <b>Адсорбція полімерами</b><br>Низькотемпературні відхідні гази пропускають через рухомий шар зерен спеціального полімеру. Розчинник адсорбується полімером. Насичений полімер десорбується шляхом нагрівання. Тепло вивільняє розчинники з полімеру в такій високій концентрації, що це дає змогу конденсувати ці розчинники. | Десорбція здійснюється за допомогою гарячого повітря. Концентрації перевищують верхню границю вибуховості, щоб запобігти нещасним випадкам. Після конденсації розчинника можуть знадобитися комплексні технології, щоб зробити відновлені розчинники готовими до повторного використання. Ці технології залежать від відновленого розчинника. Оскільки адсорбційні характеристики розчинників сильно відрізняються, необхідна кількість полімеру значною мірою визначається типом розчинника. Оскільки полімер є найдорожчою частиною обладнання (у 10–20 разів дорожче за активоване вугілля), відомо, що ця технологія придатна тільки для дуже невеликої кількості розчинників. Оскільки полімери не адсорбують воду, систему можна використовувати для відхідних газів із високим вмістом вологи. Крім того, нема потреби в зневодненні відновленого розчинника. Обладнання дуже просте. Для запобігання видуванню полімеру необхідні вентилятори великої продуктивності з низькою швидкістю повітря. Дуже надійна робота та дуже короткий час простою можливі. Не працює за високої концентрації неорганічного пилу. | Приклади успішного застосування в галузях, що охоплюються цим документом, невідомі. |
| <b>Інші технології адсорбції</b><br>(не враховується в розрахунках ефективності видалення)   |   |   |
| <b>Олійне скрубберне очищення</b><br>Ефективність видалення ЛОС зазвичай відносно низька. Переважно використовується боротьби з викидами неорганічних речовин або запахами   |   |   |
| <b>Адсорбція за допомогою відповідної рідини (мокре скрубберне очищення)</b><br>Існують декілька типів. У промиванні водою відхідні гази пропускаються через завісу води або водяний туман. Особливо придатне для видалення крапель та пилу. Необхідне очищення відпрацьованих вод.  |   | Водорозчинні ЛОС  |
| <b>Конденсація</b>   |   |   |
| <b>Конденсація за температури навколишнього середовища без сушарки на інертному газі</b><br>(не враховується в розрахунках ефективності видалення)<br>Відхідні охолоджують до температури вище точки замерзання. Низьколеткі розчинники  | Обладнання дуже просте та не дороге. Інформації про експлуатаційні витрати немає.   | Приклади успішного застосування в галузях, що охоплюються цим документом, невідомі. |



|  |   |  |
|--|---|--|
| конденсуються. Проте високолеткі розчинники не конденсуються ефективно.  |   |  |
| <b>Конденсація за допомогою сушарки на інертному газі</b><br>У закритій системі сушіння, що містить інертний газ (переважно азот), допускається підвищення концентрації розчинника до кількох сотень грамів на м <sup>3</sup> . Інертний газ пропускають через конденсатор, де частина розчинників конденсується приблизно за кімнатної температури. Інертний газ зі зниженим вмістом розчинника повертається в сушарку. Конденсатор часто охолоджується рідким азотом, який також потрібний для поповнення системи сушіння. | Ці сушарки, безумовно, дорожчі, ніж традиційні сушарки. Експлуатаційні витрати значною мірою залежить від кількості використовуваного азоту. Азот використовується переважно, коли сушарку необхідно відкрити, наприклад, у разі зміни завдання.<br>У разі використання сумішей розчинників можуть знадобитися комплексні технології, щоб зробити відновлені розчинники готовими до повторного використання.<br>Оскільки сушарка повинна бути максимально закритою, технологію можна використовувати тільки для сушіння тонких рівних основ, які можна провести через сушарку без серйозних витоків на вході та виході. | Технологія застосовується лише там, де нема потреби відкривати сушарку кілька днів поспіль.  |
| <b>Охолодна конденсація</b><br>Відпрацьований газ охолоджується до температури нижче 0 °С. Виникає обледеніння, і потрібне регулярне усунення обледеніння. З цією метою зазвичай використовуються два конденсатори. Етап конденсації за температури вище 0 °С на попередньому етапі знижує вміст води у відпрацьованих газах.  | Експлуатаційні витрати високі та зростають, якщо потрібна нижча температура конденсації.  | Переважно для переробки дорожчих розчинників. Низькі потоки повітря з високою концентрацією.   |
| <b>Низькотемпературна конденсація</b><br>Конденсація за дуже низької температури, як правило, рідким азотом.   |   | Переважно для переробки дорожчих розчинників. Низькі потоки повітря з високою концентрацією.   |
| <b>Біологічне очищення</b>   |   |  |
| <b>Біологічне очищення</b><br>(не враховується в розрахунках ефективності видалення)<br>Відпрацьований газ продувається через шар органічного матеріалу, у якому ЛОС адсорбуються та знищуються (метаболізуються) бактеріями.  | Обладнання просте й недороге, але потребує багато місця у випадку великого потоку повітря.<br>Бактерії легко знищуються через зміни складу відпрацьованого газу або за відсутність підживлення у святкові дні. Це впливає на ефективність фільтра.<br>Інформації про експлуатаційні витрати немає.  | Потік відпрацьованого газу з низькою концентрацією.<br>Компоненти, що піддаються біологічному розкладанню й переважно є водорозчинними.<br>Проблеми, пов'язані із запахом. |

**Ефективність видалення**

У Таблиці 21.27 та Таблиці 21.28 нижче надані дані про ефективність видалення за допомогою технологій окиснення та відновлення розчинника за допомогою активованого вугілля. Щодо інших технологій було доступно недостатньо даних для складання аналогічних таблиць.

Ефективність видалення залежить від:

- вмісту вуглецю в молекулі розчинника;
- середньої концентрації на вході;
- середньої концентрації на виході;
- робочої температури.

Заштриховані смуги в таблицях показують діапазон ефективності видалення, який можна очікувати від окиснення або відновлення розчинника.

Нижні границі смуги відповідають нижчим концентраціям на вході.

Досяжні концентрації розчинника у відхідних газах для відновлення розчинника дещо вище, ніж у випадку окиснення. Отже, ефективність видалення дещо нижча.

Ефективність окиснення

Ефективність окиснення ЛОС залежить від трьох параметрів:

- a) Турбулентність: Повний рух і змішування відхідних газів у камері горілки.
- b) Час: Мінімальний час перебування відхідних газів у камері пальника (зазвичай 1 секунда).
- c) Температура: робоча температура камери пальника (зазвичай від 720 °C до 850 °C).

Пункти (a) та (b) є розрахунковими параметрами, встановленими виробником. Пункт (c) (температура пальника) є єдиним параметром, який може регулювати оператор. Проте треба зазначити, висока потреба в енергії та підвищені рівні NO<sub>x</sub> будуть результатом підвищених робочих температур у спробі підвищити ефективність видалення ЛОС.

### Неорганічний пил

Технології мають різні рівні чутливості до неорганічного пилу. Деякі з них дуже чутливі, інші менш чутливі, або їх можна адаптувати. Неорганічний пил здатний впливати на ефективність технології та/або пропускну здатність щодо газу (вищий опір повітряному потоку) та обсяг необхідного технічного обслуговування. Отже, адаптація до відхідних газів із неорганічним пилом може вплинути на капітальні та експлуатаційні витрати.

### Розрахунки

Ефективність видалення дорівнює 100% мінус відсоток вуглецю, що залишився після обладнання для боротьби з викидами. Відсоток вуглецю, що залишився, розраховується шляхом ділення середньої концентрації на виході за 24 години на середню концентрацію на вході за 24 години. Для цього розрахунку вхідна концентрація виражається у г розчинника/м<sup>3</sup>, помножена на відсоток вуглецю в розчиннику. Концентрація на виході виражається в мг вуглецю на м<sup>3</sup>.

Середні концентрації на виході за 24 години ґрунтуються на досвіді установок, на які сьогодні поширюються граничні значення викидів наприкінці виробничого циклу. Варто зазначити, що для забезпечення відповідності фактичні середні концентрації на виході за 24-години завжди нижчі за ці граничні значення викидів наприкінці виробничого циклу.

Необхідно також відзначити, що фактична концентрація наприкінці виробничого циклу може сильно змінюватися протягом дня залежно від умов виробництва на установці.

### Вміст вуглецю

Вміст вуглецю в розчиннику можна визначити за хімічною формулою. Для простоти в Таблиці 21.26 наведено чотири категорії для використання в Таблиці 21.27 та Таблиці 21.28.

Таблиця 21.26: Хімічні групи розчинників та вміст у них вуглецю

| Група розчинника   | Середній вміст вуглецю (%) | Хімічні групи розчинників                          |
|--|----------------------------|--|
| Група 1  | 55,0                       | Спирти, гліколеві ефіри, гліколь, ефіри алкоксидів |
| Група 2  | 65,0                       | Складні поліефіри, прості поліефіри, кетони        |
| Група 3  | 85                         | Вуглеводні   |
| Група 4. Надзвичайно низький вміст вуглецю в порівнянні з іншими хімічними речовинами цієї групи | 37,5                       | Метанол  |
|  | 48,6                       | Метилацетат  |

#### Ефективність видалення та НДТМ

У Таблиці 21.27 та Таблиці 21.28 наведено інформацію про діапазон ефективності видалення, пов'язаного з окисненням та відновленням розчинника (адсорбція активованим вугіллям). Ці таблиці означають, що відповідність кожному окремому значенню в діапазонах можна вважати НДТМ.

Діапазони викидів, досяжні за допомогою застосування НДТМ, наведено в частинах Глави 18 цього документа, присвячених конкретним галузям. Ці діапазони викидів, пов'язані з НДТМ, завжди застосовуються до суми викидів як наприкінці виробничого циклу, так і неорганізованих викидів.

Якщо діапазон викидів, пов'язаний із НДТМ, становить, наприклад, 10% споживання розчинника, а неорганізовані викиди становлять 5% споживання розчинника, ефективність видалення обладнання для боротьби з викидами повинно перевищувати 95%.

Очевидно, що обладнання для боротьби з викидами повинно бути обране таким чином, щоб воно скорочувало викиди достатньою мірою для досягнення діапазону викидів, пов'язаного з НДТМ, і водночас залишало місце для неминучих неорганізованих викидів.

#### Ефективність видалення та гранично допустимі значення викидів наприкінці виробничого циклу

ДПВ, положення про дозволи та аналогічне національне законодавство можуть призначати гранично допустимі значення викидів наприкінці виробничого циклу. Ці значення можуть бути різними для різних галузей. Досягнення нижніх границь діапазонів ефективності видалення, зазначених у Таблиці 21.27 та Таблиці 21.28, може не призвести до відповідності цим гранично допустимим значенням викидів (ГДЗВ). Дійсно, відповідність деяким особливо низьким гранично допустимим значенням викидів може вимагати більшої ефективності видалення, ніж максимальне значення, вказане в таблицях. Це може, наприклад, стосуватися використання розчинників, згаданих у Статті 58 ДПВ (канцерогени, мутагени або токсичні для репродуктивної функції).

Таблиця 21.27: Ефективність видалення технологій окиснення

| Окиснення             | Ефективність видалення              | 75,0% | 80,0% | 85,0% | 90,0% | 92,5% | 95,0% | 97,5% | 99,0% | 99,5% | 99,9% |
|-----------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Група 1 розчинники    | 0,5–1,0 г розчинника/м <sup>3</sup> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| На вході концентрація | 1,0–2,0                             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                       | 2,0–6,0                             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                       | 6,0–12,0                            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Група 2 розчинники    | 0,5–1,0 г розчинника/м <sup>3</sup> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| На вході концентрація | 1,0–2,0                             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                       | 2,0–6,0                             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                       | 6,0–12,0                            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Група 3 розчинники    | 0,5–1,0 г розчинника/м <sup>3</sup> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| На вході концентрація | 1,0–2,0                             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                       | 2,0–6,0                             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                       | 6,0–12,0                            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Метанол               | 0,5–1,0 г розчинника/м <sup>3</sup> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Концентрація на вході | 1,0–2,0                             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                       | 2,0–6,0                             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                       | 6,0–12,0                            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Метилацетат           | 0,5–1,0 г розчинника/м <sup>3</sup> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Концентрація на вході | 1,0–2,0                             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                       | 2,0–6,0                             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                       | 6,0–12,0                            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

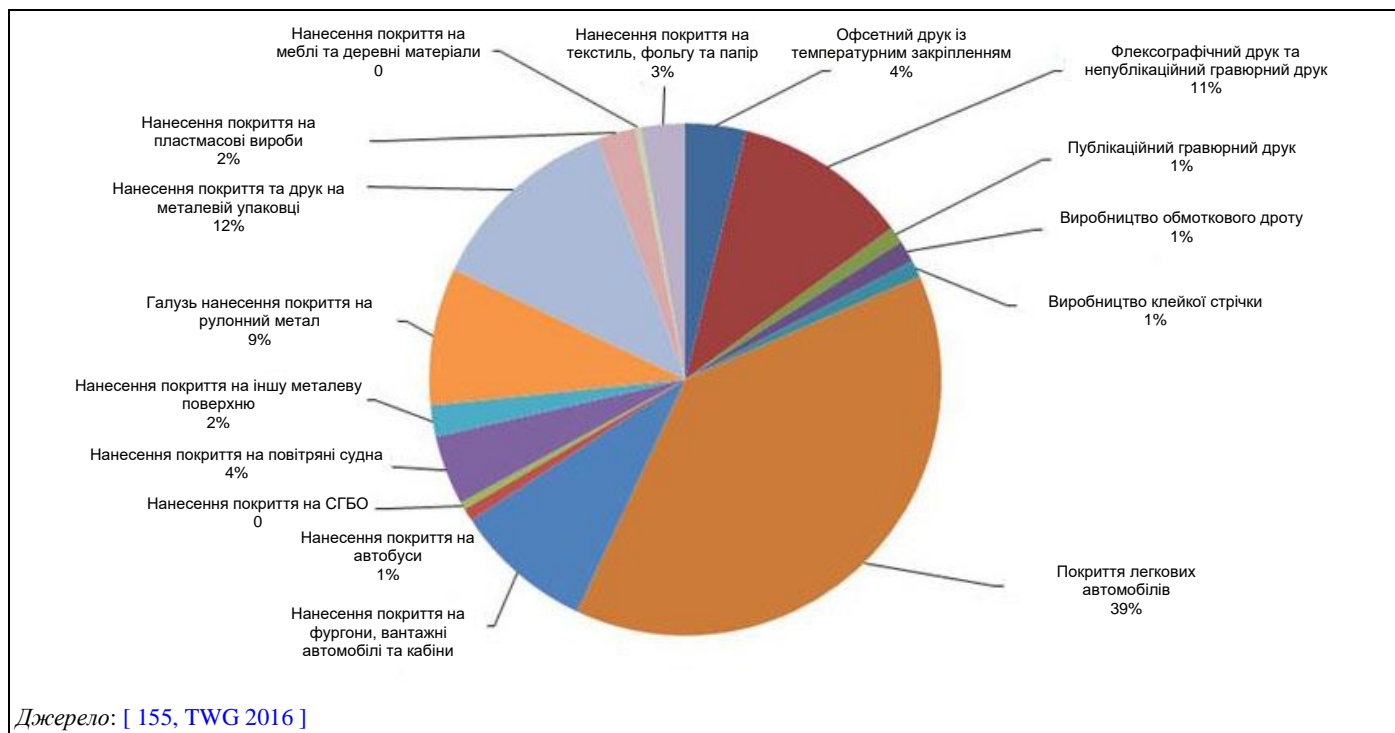
Таблиця 21.28: Ефективність видалення для відновлення розчинника активованим вугіллям

| Відновлення за допомогою активованого вугілля        | Ефективність видалення              | 75,0%        | 80,0%        | 85,0%        | 90,0%        | 92,5%        | 95,0%        | 97,5%        | 99,0%        | 99,5%        | 99,9%        |
|--|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Розчинники, група 1</b>                           | 0,5–1,0 г розчинника/м <sup>3</sup> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Концентрація на вході                                | 1,0–2,0                             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|  | 2,0–6,0                             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|  | 6,0–12,0                            |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>Відновлення за допомогою активованого вугілля</b> | <b>Ефективність видалення</b>       | <b>75,0%</b> | <b>80,0%</b> | <b>85,0%</b> | <b>90,0%</b> | <b>92,5%</b> | <b>95,0%</b> | <b>97,5%</b> | <b>99,0%</b> | <b>99,5%</b> | <b>99,9%</b> |
| <b>Розчинники, група 2</b>                           | 0,5–1,0 г розчинника/м <sup>3</sup> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Концентрація на вході                                | 1,0–2,0                             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|  | 2,0–6,0                             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|  | 6,0–12,0                            |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>Відновлення за допомогою активованого вугілля</b> | <b>Ефективність видалення</b>       | <b>75,0%</b> | <b>80,0%</b> | <b>85,0%</b> | <b>90,0%</b> | <b>92,5%</b> | <b>95,0%</b> | <b>97,5%</b> | <b>99,0%</b> | <b>99,5%</b> | <b>99,9%</b> |
| <b>Розчинники, група 3</b>                           | 0,5–1,0 г розчинника/м <sup>3</sup> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Концентрація на вході                                | 1,0–2,0                             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|  | 2,0–6,0                             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|  | 6,0–12,0                            |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>Відновлення за допомогою активованого вугілля</b> | <b>Ефективність видалення</b>       | <b>60,0%</b> | <b>80,0%</b> | <b>85,0%</b> | <b>90,0%</b> | <b>92,5%</b> | <b>95,0%</b> | <b>97,5%</b> | <b>99,0%</b> | <b>99,5%</b> | <b>99,9%</b> |
| <b>Метанол</b>                                       | 0,5–1,0 г розчинника/м <sup>3</sup> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Концентрація на вході                                | 1,0–2,0                             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|  | 2,0–6,0                             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|  | 6,0–12,0                            |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>Відновлення за допомогою активованого вугілля</b> | <b>Ефективність видалення</b>       | <b>60,0%</b> | <b>80,0%</b> | <b>85,0%</b> | <b>90,0%</b> | <b>92,5%</b> | <b>95,0%</b> | <b>97,5%</b> | <b>99,0%</b> | <b>99,5%</b> | <b>99,9%</b> |
| <b>Метилацетат</b>                                   | 0,5–1,0 г розчинника/м <sup>3</sup> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Концентрація на вході                                | 1,0–2,0                             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|  | 2,0–6,0                             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|  | 6,0–12,0                            |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |

## 21.6.1 Ефективність застосовуваних технологій у боротьбі з викидами, як повідомляється даними щодо поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників (2016 р.)

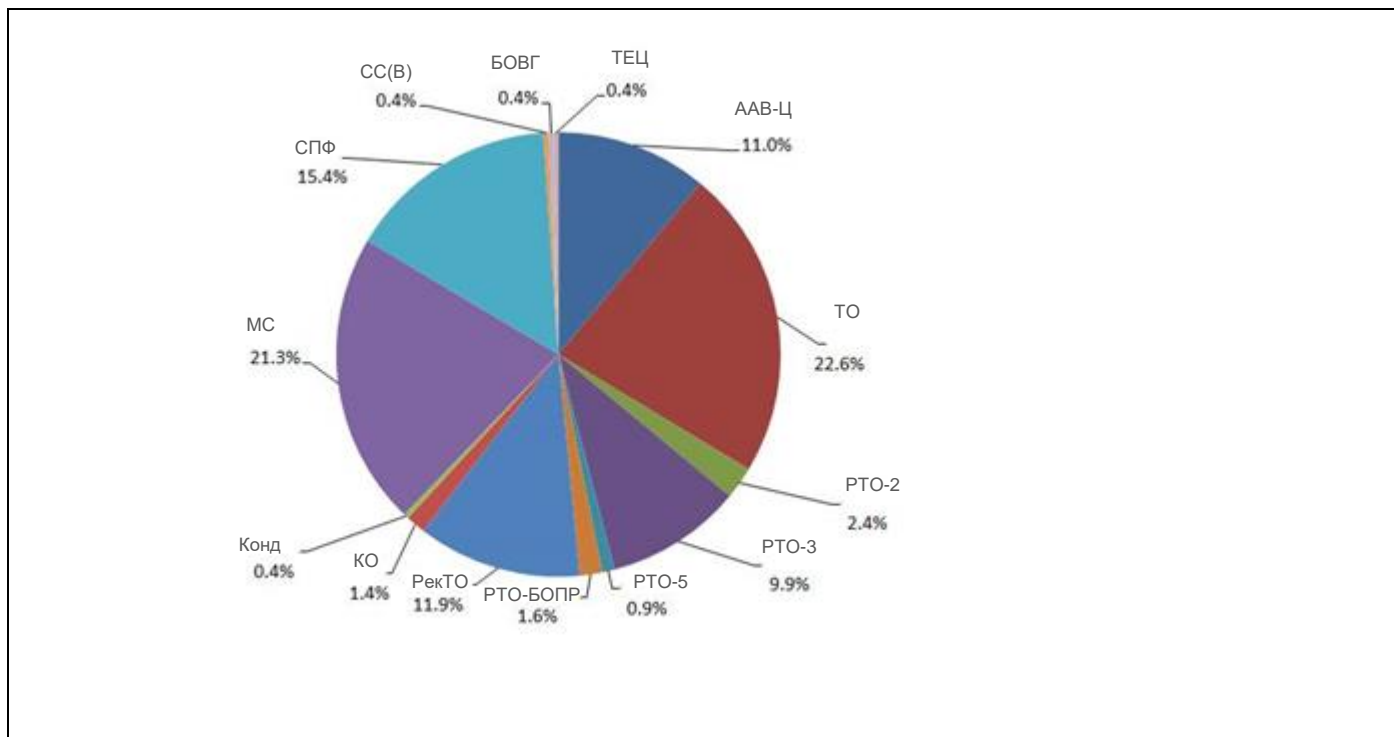
[ 155, TWG 2016 ]

Дані щодо викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах були повідомлені загалом для 868 точок викидів. Більшість даних щодо викидів ЗЛОВ у відпрацьованих газах було надано для сектору нанесення покриття на транспортні засоби (нанесення покриття на легкові автомобілі, фургони, вантажні автомобілі та кабіни вантажних автомобілів), що пов'язано з великою кількістю точок викидів на установку (див. Рисунок 21.14).



**Рисунок 21.14: Частина точок викидів, які повідомляють про застосування технологій зменшення викидів ЛОС за секторами в загальній кількості точок викидів**

Зазначається, що у 22% від загальної кількості точок викидів не застосовуються будь-які методи усунення забруднення довкілля, а для 10,5% точок викидів не було надано жодної інформації про застосовувані методи усунення забруднення довкілля. Кількість точок викидів, у яких застосовується певна технологія, як частка від загальної кількості точок викидів, де застосовується метод усунення забруднення довкілля, надана на Рисунку 21.15.



**Рисунок 21.15: Застосування методу усунення забруднення довкілля у відсотках від загальної кількості точок викидів**

У деяких секторах певні методи усунення забруднення довкілля застосовуються частіше. Розподіл застосовуваних технологій усунення забруднення довкілля (за секторами), виражений у відсотках від загальної кількості точок викидів (у секторі), де застосовується метод усунення забруднення довкілля, наведений на Рисунок 21.16.

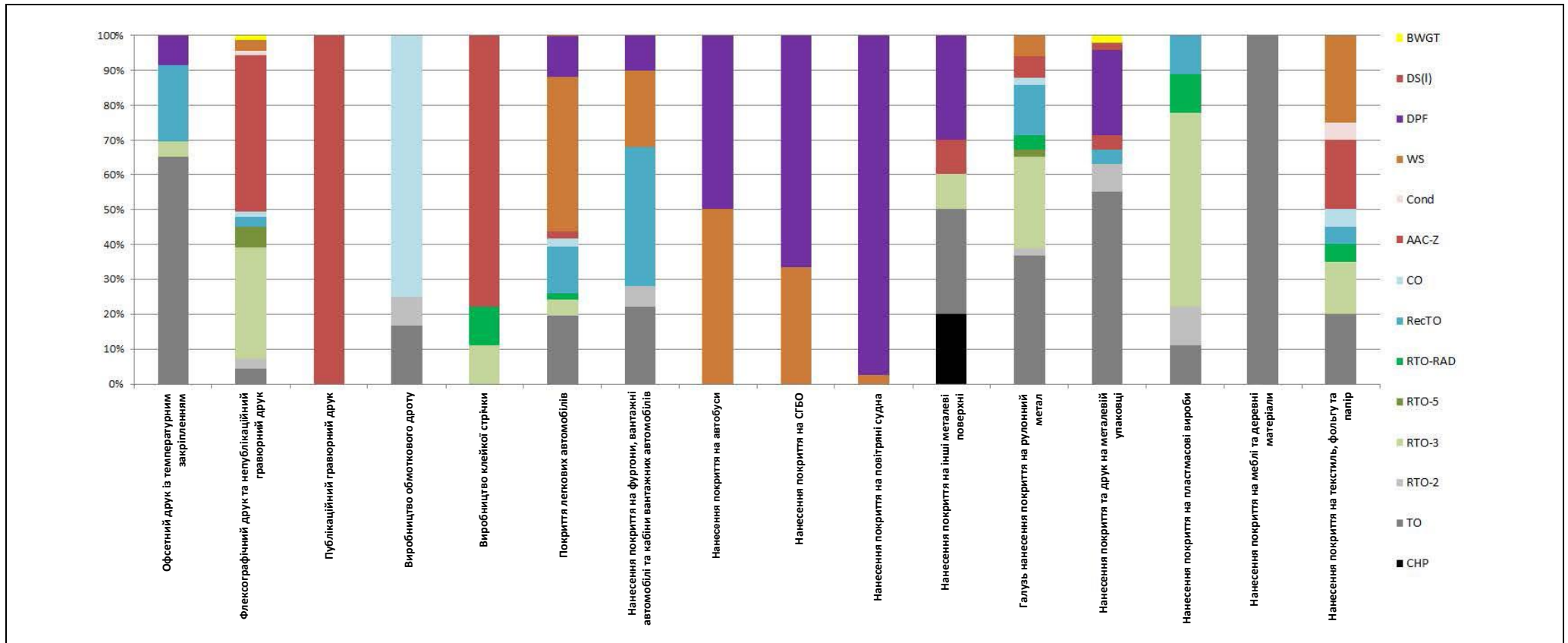


Рисунок 21.16: Розподіл застосовуваних технологій за секторами поверхневої обробки за допомогою органічних розчинників, виражений у відсотках від загальної кількості точок викидів (у секторі), де застосовується метод усунення забруднення довкілля



Повідомлені значення ефективності боротьби з викидами застосовуваних технологій наведені в наступній таблиці.

**Таблиця 21.29: Повідомлені значення ефективності застосованих технологій очищення відпрацьованих газів у боротьбі з викидами ЛОС**

| Технологія   | Середня ефективність у боротьбі з викидами | Кількість значень | Діапазон мін.– макс. значень | Діапазон із 75-ї по 25-ї процентиля | Розрахунок ефективності боротьби з викидами |
|--|--|-------------------|------------------------------|-------------------------------------|---|
| Термічне окиснення (ТО)  | 96,94                                      | 50                | 99,99–93,93                  | 99,94–96,98                         | 16 R<br>16 S<br>8 D<br>9 C<br>1 IB          |
| Регенеративне термічне окиснення – 2-шарове (РТО-2)                                      | 98,36                                      | 9                 | 99,6–94,4                    | 99,5–98,0                           | 6 R<br>2 S<br>1 IB                          |
| Регенеративне термічне окиснення – 3- або 5-шарове (РТО-3/РТО-5)                         | 98,27                                      | 25                | 99,8–87,8                    | 99,4–98,5                           | 8 R<br>3 S<br>10 D<br>1 C<br>3 IB           |
| Регенеративне термічне окиснення — безклапанний обертовий повітророзподільник (РТО-БОПР) | 93,34                                      | 16                | 99,3–90                      | 97,25–90                            | 3 R<br>4 S<br>9 D                           |
| Рекуперативне термічне окиснення (РекТО)   | 98,31                                      | 43                | 99,9–89,4                    | 99,55–97,85                         | 15 R<br>17 S<br>10 D<br>1 C                 |
| Каталітичне окиснення (КО)   | 98,33                                      | 3                 | 99–97                        | НД                                  | 2 R<br>1 S                                  |
| Адсорбція з використанням активованого вугілля або цеолітів (ААВ-Ц)                      | 96,89                                      | 35                | 99,9–80                      | 98,92–98                            | 6 R<br>6 S<br>23 D                          |
| Мокре скрубєрне очищення (МС)  | 79,2                                       | 5                 | 96–75                        | НД                                  | 1 S<br>3 C                                  |
| Біологічне очищення відхідних газів (БОВГ)   | 88,65                                      | 2                 | 94,3–83                      | НД                                  | 1 C<br>1 D                                  |
| Конденсація  | 95   | 1                 | НД                           | НД                                  | S   |

Примітка: У колонці коментарів вказано метод розрахунку ефективності боротьби з викидами: R (Recent): Недавні одночасні вимірювання неочищеного та очищеного газу.  
S (Simultaneous): Одночасні вимірювання неочищеного та очищеного газу, що здійснені під час встановлення системи.  
D (Design): Проектне значення.  
C (Calculated): Розраховане іншим методом.  
Джерело: [ 155, TWG 2016 ]

## 21.7 Додаткова інформація про друк

[ 1, INTERGRAF and EGF 1999 ] [ 78, TWG 2005 ] якщо не зазначено інше, [INTERGRAF коментар №108 у [ 212, TWG 2018 ]]

### 21.7.1 Поліграфічна промисловість у Європейському Союзі

Поліграфічна промисловість є великою виробничою галуззю у Європейському Союзі. Це індустрія, яка обслуговує всі сектори економіки, у тому числі органи державної влади, фінансові послуги, видавництва, сектор роздрібною торгівлі та обробку промисловість. Спектр її замовників охоплює від великих установ до найменших підприємств.

За даними Євростату, європейська поліграфічна промисловість (NACE 18.1) у ЄС-28 складається приблизно зі 120 000 компаній, у яких працює близько 630 000 осіб, а оборот становить 80 мільярдів євро. Ці дані, з одного боку, містять інформацію про багато видів діяльності й установок, які виходять за межі дії цього документа, а з іншого боку, можуть не охоплювати деякі види діяльності з друку на упаковці (наприклад, гнучкій упаковці) [INTERGRAF коментар №108 у [ 212, TWG 2018 ]].

Таблиця 21.30: Оборот поліграфічної промисловості, кількість поліграфічних компаній та кількість працівників у країнах Європи.

| 2014              | Оборот<br>(мільйонів євро) | Кількість<br>компаній | Кількість<br>працівників |
|-------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Австрія           | 1 852,5                    | 854                   | 10 625                   |
| Бельгія           | 3 248,0                    | 4 158                 | 13 088                   |
| Болгарія          | 348,0                      | 1 026                 | 8 570                    |
| Хорватія          | 537,5                      | 1 399                 | 7 515                    |
| Кіпр              | 63,9                       | 250                   | 969                      |
| Чеська Республіка | 1 220,6                    | 7 546                 | 15 145                   |
| Данія             | 1 006,5                    | 771                   | 6 403                    |
| Естонія           | 216,9                      | 357                   | 2 593                    |
| Фінляндія         | 1 206,2                    | 887                   | 8 487                    |
| Франція           | 8 787,6                    | 21 320                | 57 095                   |
| Німеччина         | 18 260,8                   | 11 002                | 138 748                  |
| Греція            | 493,8                      | 2 217                 | 6 702                    |
| Угорщина          | 890,3                      | 3 198                 | 13 302                   |
| Ірландія          | 640,7                      | 1 014                 | 4 593                    |
| Італія            | 9 976,9                    | 15 206                | 62 519                   |
| Латвія            | 204,0                      | 471                   | 3 439                    |
| Литва             | 217,2                      | 605                   | 4 162                    |
| Люксембург        | 111,6                      | 90                    | 699                      |
| Мальта            | 159,4                      | 135                   | 1260                     |
| Нідерланди        | 3 748,4                    | 3 656                 | 20 744                   |
| Польща            | 2 977,4                    | 8 254                 | 35 300                   |
| Португалія        | 983,4                      | 2 467                 | 14 135                   |
| Румунія           | 737,1                      | 1 973                 | 15 378                   |
| Словаччина        | 381,7                      | 1 410                 | 5 797                    |
| Словенія          | 415,2                      | 1 183                 | 3 647                    |
| Іспанія           | 5 559,5                    | 13 649                | 48 670                   |
| Швеція            | 2 331,9                    | 2 896                 | 12 933                   |

|   |                 |                |                |
|---|-----------------|----------------|----------------|
| Сполучене Королівство   | 13 014,9        | 11 608         | 106 324        |
| Норвегія  | 1 128,2         | 1 036          | 5 229          |
| Швейцарія   | 3 532,8         | 1 238          | 20 076         |
| <b>ЄС-28</b>  | <b>79 591,9</b> | <b>119 602</b> | <b>628 842</b> |
| <i>Джерело: [NACE 18.1, дані Eurostat та Intergraf 2016, INTERGRAF коментар №108 у [ 212, TWG 2018 ]]</i> |                 |                |                |

**Таблиця 21.31: Еволюція обороту поліграфічної промисловості, кількості компаній та кількості працівників, 2000–2014 рр.**

|  | 2000      | 2004      | 2010     | 2011     | 2012     | 2013     | 2014    | % зміни<br>2014/2004<br>рр. | % зміни<br>2014/2000<br>рр. |
|--|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|---------|-----------------------------|-----------------------------|
| Оборот<br>(мільйонів<br>євро)  | 103 866,5 | 102 123,7 | 88 004,6 | 88 076,0 | 84 936,1 | 79 439,0 | 79 592  | -22,1%                      | -23,4%                      |
| Кількість<br>компаній  | 124 971   | 131 548   | 122 980  | 118 782  | 116 837  | 118 473  | 119 602 | -9,1%                       | -4,3%                       |
| Кількість<br>працівників   | 958 409   | 885 411   | 713 655  | 684 893  | 652 210  | 630 692  | 627 582 | -29,1%                      | -34,5%                      |
| <i>Джерело: [дані Eurostat та Intergraf 2016, INTERGRAF коментар №108 у [ 212, TWG 2018 ]]</i> |           |           |          |          |          |          |         |                             |                             |

## 21.7.2 Процеси друку

Крім друку на папері, існують додаткові ринки для друку на інших основах, як-от пластмаси, картон та метал (див. Главу 10).

Хоча багато продуктів, перелічених на Рисунку 21.17, можуть бути виготовлені на одному типі обладнання, економічні аспекти вимагають, щоб деякі з них друкувалися на спеціалізованому обладнанні. Основні процеси мають певні властивості та пов'язані з ними витрати та використовуються відповідно до вимог. Іноді в одному завданні може використовуватися більше одного процесу, а іноді конкретна друкарська машина може передбачати більше одного процесу.

Процеси друку перетворюють вихідний текст і зображення на зображення на носії, а основні типи процесів називаються відповідно до того, як переноситься це зображення. Носієм може бути пластина, циліндр чи трафарет. Усі носії зображень мають дві окремі поверхні – друкувальні зони та пробільні зони. Друкувальна зона приймає друкарську фарбу, але пробільна зона не приймає та не друкарську фарбу.

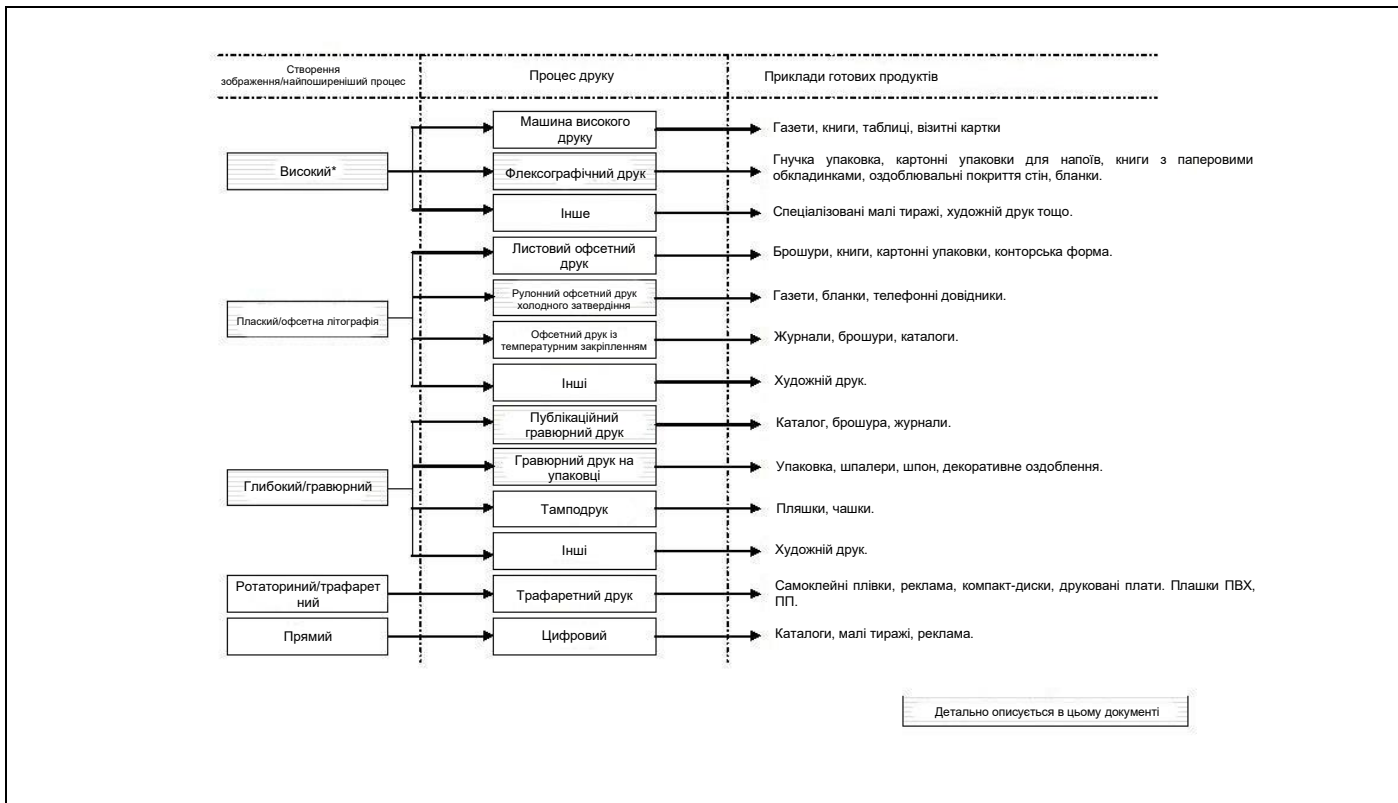


Рисунок 21.17: Огляд основних процесів друку

### Високий рельєфний друк

Для нього використовується рельєфна друкувальна поверхня, тобто піднята над пробільною поверхнею. **Високий друк** та **флексографічний друк** є прикладами цього процесу. Флексографічний друк може виконуватися на установках досить великих, щоб перевищити критерії, зазначені в Додатку І ДПВ (6.7), але часто за таких розмірів він працює з гравюрним друком на упаковці разом із ламінуванням та лакуванням.

### Офсетний друк

Зображення та пробільні зони розташовані в одній площині на формі, яка може бути металевою, пластмасовою або паперовою (технологія, відома як **літографія**, зазвичай скорочено «**літо**»).

Оскільки друкарські форми для офсетного недовговічні, оскільки вони постійно стираються в контакт з основою для друку в процесі великосерійного друку, зображення наноситься або «переміщується» на більш м'яке проміжне полотно, яке переносить зображення на основу. Цей тип друку відомий як «**офсетний**» і є процесом, що найчастіше використовується.

Основа може подаватися у вигляді рулону або полотна, що відома як «**рулонний друк**», або у вигляді листів («**листовий друк**»). «**Гаряче затвердіння**» та «**холодне затвердіння**» пов'язані з технологією, яка використовується для сушіння друкарської фарби. Офсетний друк із температурним закріпленням може виконуватися на установках досить великих, щоб перевищити критерії, зазначені в Додатку І ДПВ (6.7).

### Гравюрний друк

Це найбільш відомий із процесів глибокого друку, але до нього належать і друк із мідних форм та тамподрук. Тут друкувальні зони є крихітними заглибленнями, вирізаними в циліндр під пробільними зонами. Ці поглиблення заповнюються фарбою, надлишки фарби видаляються, а основа притискається до друкарського циліндра. Публікаційний гравюрний друк та гравюрний друк на упаковці може виконуватися на установках досить великих, щоб перевищити критерії, зазначені в Додатку І ДПВ (6.7).

**Ротаторний друк**

**Трафаретний друк** є прикладом ротаторного друку, у якому друкувальні та пробільні зони переносяться на трафаретній сітці. Пробільні зони формуються шляхом блокування частин трафаретної сітки, тоді як фарба продавлюється через незаблоковані частини на основу.

**Цифровий друк**

Цей тип друку створює зображення безпосередньо на підкладці з цифрових даних без створення проміжного постійного зображення.

**Ділова сторона процесу**

Тоді як багато підприємств також займаються створенням зображення та всіма процесами перед фактичним друком, разом із палітуркою та оздобленням, велика кількість компаній існує виключно для виконання цих конкретних операцій. Так само багато тисяч комерційних підприємств, як-от банки, займаються своїм власним друком.

Крім того, існують роздрібні друкарні (копіювальні центри). Традиційно вони використовували те саме обладнання, що і «звичайне» менше поліграфічне підприємство, але тепер ці підприємства ґрунтуються на фотокопіюванні, струменевому та/або цифровому друку.

**21.7.3 Друкована продукція****21.7.3.1 Газети**

Фактично всі газети друкуються шляхом рулонного офсетного друку. Типова місцева газетна типографія може мати одну або дві друкарські машини з чотирма секторами на кожній, але більші спеціалізовані поліграфічні підприємства, що друкують загальнонаціональні газети, можуть мати до 10 друкарських машин. Машини для друку з холодним затвердінням із вужчим полотном також використовуються для виробництва рекламних листівок, книги в паперовій обкладинці та телефонних довідників.

У деяких країнах ще можна зустріти старі машини для високого друку, але за останні 20 років їхнє використання стрімко скоротилося. Небагато компаній останнім часом перейшли на процес флексографічного друку. Там, де газетні типографії переходять на флексографічний друк, він завжди на водній основі.

**21.7.3.2 Магазини та каталоги**

Журнали з тиражем понад 10 000 екземплярів зазвичай друкуються в процесі рулонного офсетного друку з температурним закріпленням, хоча менші тиражі друкуються в процесі листового офсетного друку. Рулонний офсетний друк із температурним закріпленням також використовується для друку туристичних брошур, каталогів посилкової торгівлі та рекламних матеріалів для вставки в газети та журнали. Він також використовується для друку деяких кольорових книг.

Журнали дуже великого тиражу та аналогічні публікації, як правило, друкуються в процесі гравюрного друку, де можна зіткнутися з додатковими витратами на виготовлення циліндра для глибокого друку в порівнянні з витратами на виготовлення форм для офсетного друку. Унаслідок високого рівня інвестиційних витрат та високої продуктивності ці процеси зазвичай використовуються у великих компаніях.

Гравюрний друк відомий тим, що здатний друкувати на відносно поганих паперових поверхнях, але забезпечує хороший насичений відбиток. З іншого боку, рулонний офсетний друк із температурним закріпленням вимагає хорошого паперу з покриттям або без покриття для досягнення тієї ж якості. Деякі компанії мають як машини для гравюрного друку, так і машини для рулонного офсетного друку з температурним закріпленням для друку журналів різного тиражу.

### 21.7.3.3 Книги

Більшість кольорових книг та чорно-білих книг малого тиражу, як правило, друкуються за допомогою процесу листового офсетного друку, тоді як однокольорові книги великого тиражу, як-от книги в паперовій обкладинці, друкуються на рулоні, зазвичай у процесі рулонного офсетного друку з холодним затвердінням, але іноді за допомогою процесу високого друку. В основному секції 8, 16 або 32 сторінки друкуються за один раз, а потім переплітаються для створення книги.

Деякі сотень фірм у кожній країні здатні друкувати малі тиражі книг за допомогою процесу листового офсетного друку для опрацювання на об'єкті або за його межами. Великотиражна робота виконується лише кількома спеціалістами.

Існує дуже невелика кількість спеціалізованих друкарських машин зі стрічковим нескінченим формоносієм безперервної дії, що друкують усю книгу за одну операцію, а не кількома окремими секціями. Зазвичай вони друкуються в процесі високого друку з використанням гнучких друкарських форм. Виробництво малих тиражів книг та буклетів здебільшого є місцевою операцією, але великотиражна робота відкрита для національної та міжнародної конкуренції.

### 21.7.3.4 Загальні типографські роботи

Існує величезна різноманітність друкованих робіт, відомих як загальні або комерційні роботи, до яких належать рекламна література, звіти та доклади компаній, вітальні листівки, календарі, брошури, листівки, плакати тощо, які друкуються в процесі листового офсетного друку.

### 21.7.3.5 Друк цінних паперів

До загальної категорії друку цінних паперів належить велика кількість продуктів, від банкнот, паспортів, марок, чеків, квитків і купонів до тих, що спираються на безпеку інформації, як-от звіти та доклади компаній, міські фінансові документи та екзаменаційні документи. Для цього потрібен широкий спектр процесів, деякі з яких стосуються лише друку цінних паперів.

### 21.7.3.6 Етикетки

Як правило, існує два типи етикеток: мокрі етикетки та самоклеїні рулонні етикетки. Перші зазвичай друкуються за допомогою звичайного процесу листового офсетного друку, а потім нарізаються для подальшого проклеювання та обгортання банок та пляшок. Самоклеїні етикетки друкуються на рулоні, що складається з декількох шарів, включно з паперовою основою, клейкою речовиною та верхнім шаром, який задруковується та обрізається до потрібної форми.

Друк самоклеїних рулонних етикеток є вузькоспеціалізованою операцією, й обладнання використовується тільки для цієї мети. Друкарські машини можуть бути ротаційними для високого друку, для флексографічного друку або офсетного друку (зі зволоженням або без зволоження), а також можуть передбачати трафаретний друк та тиснення фольгою. Конкретна друкарська машина може передбачати кілька процесів.

### 21.7.3.7 Бланки

Друк бланків також є високоспеціалізованим процесом, хоча ринок стрімко скорочується через наростальні можливості ІТ. Його можна розділити на дві галузі: нескінченні бланки та нарізані набори, які зазвичай мають розмір А4. Набори бланків можуть бути надруковані у вигляді аркуша, потім упорядковані для формування набору і з'єднані шляхом склеювання одного краю товстого блоку наборів для подальшого розділення користувачем.

### 21.7.3.8 Паперова та картонна упаковка

Паперова та картонна упаковка буває трьох основних форм: паперова упаковка, як-от паперові пакети, та упаковки з твердого або гофрованого картону. Це дуже великий ринок приблизно того ж порядку, що й ринки друку газет, книг та цінних паперів.

Дешеві паперові пакети часто будуть друкуватися методом флексографічного друку з використанням друкарської фарби на водній основі.

Існує кілька ринків: упаковка для харчових продуктів та напоїв, а також фармацевтичний ринок є найбільшими з них. Для упаковки для харчових продуктів друк часто виконується з використанням УФ-друкарських фарб для забезпечення повного висихання (затвердіння) та запобігання потрапляння друкарської фарби в харчові продукти.

Картонні упаковки з твердого картону друкуються методом листового офсетного друку на великих багатоколірних машинах із високою якістю та чіткістю. На гофрованому картоні друк зазвичай здійснюється методом листового флексографічного друку на водній основі.

Для більших тиражів друк може здійснюватися методом рулонного офсетного друку, флексографічного друку або гравюрного друку. Гравюрний друк використовується, коли необхідна висока якість, наприклад, для пачок сигарет.

### 21.7.3.9 Продукти, що вимагають товстих шарів друкарської фарби

Трафаретний друк зазвичай утворює товстішу плівку й тому використовується для багатьох різних продуктів, наприклад:

- для сильного візуального впливу, наприклад, у рекламі в місцях продажу, плакатах, автомобільних наклейках;
- Пляшки із ПВХ, полікарбонату або ПЕТ;
- Диски CD, DVD;
- друкування зображень на папері для перенесення на футболки за допомогою нагрівання;
- деякі спеціальні оздоблювальні покриття стін;
- товсті покриття, необхідні для ігрових квитків типу скретч-карток;
- магнітні смуги на залізничних квитках та кредитних картках;
- нанесення травильного резисту у виготовленні друкованих плат (додаткову інформацію можна знайти в ДД НДТМ для Поверхневої обробки металів та пластмас [\[23, COM 2006 \]](#));
- текстиль.

Основи, на яких друк здійснюється методом трафаретного друку, складаються приблизно з 40% друку на самоклеючих плівках, 20% друку на пластмасі (у тому числі на жорсткому пластику) та 20% друку на картоні. Цей процес також широко використовується для друку на текстилі та металах. Тиражі зазвичай дуже малі: дві третини всіх замовлень становлять менше ніж 1000 екземплярів.

### 21.7.3.10 Шпалери, оздоблювальний папір та фольга на паперовій основі для меблевої промисловості та галузі ламінування

Для друку оздоблювальних покриттів стін використовуються різні процеси, водночас гравюрний друк (аналогічний до гравюрного друку на упаковці) та флексографічний друк значною мірою замінили офсетний друк. Багато продуктів також виробляються методом тиснення, і досить часто можна побачити комбінації всіх трьох процесів, що використовуються на одному рулоні настінного оздоблювального покриття.

Багато поліграфічних підприємств використовують один і той самий діапазон фарб для друку як на вініловому, так і на звичайному папері як гравюрним друком, так і флексографічним друком.

### **21.7.3.11 Конверти**

Конверти можна друкувати методом флексографічного друку всередині та фарбами на водній основі або на основі розчинника зовні. Друк, склеювання та висікання можуть виконуватися одночасно з рулону. Як альтернатива, конверти можуть бути «попередньо надруковані» методом офсетного друку, а надруковані аркуші або надруковані рулони висікаються після друку. Крім того, готовий конверт може бути задрукований зовні методом листового офсетного друку з використанням звичайних фарб або фарб УФ-затвердіння.



## ГЛОСАРІЙ

Цей глосарій призначений для полегшення розуміння інформації, що міститься в цьому документі. Визначення термінів у цьому глосарії не є юридичними визначеннями (навіть якщо деякі з них можуть збігатися з визначеннями, що наведені в європейському законодавстві), вони призначені для того, щоб допомогти читачеві зрозуміти деякі ключові терміни в контексті їх використання в конкретній галузі, що охоплюється цим документом.

Цей глосарій поділений на такі розділи:

- I. ISO КОДИ КРАЇН
- II. Грошові одиниці
- III. Префікси одиниць вимірювання, роздільники чисел та позначення
- IV. Одиниці вимірювання та фізичні величини
- V. Хімічні елементи
- VI. Хімічні формули, які застосовуються в цьому документі
- VII. Акроніми
- VIII. Визначення

## I. ISO КОДИ КРАЇН

| ISO код  | Країна                |
|--|-----------------------|
| <i>Країни-члени (1)</i>  |                       |
| AT   | Австрія               |
| BE   | Бельгія               |
| BG   | Болгарія              |
| CZ   | Чеська Республіка     |
| CY   | Кіпр                  |
| DE   | Німеччина             |
| DK   | Данія                 |
| EE   | Естонія               |
| EL   | Греція                |
| ES   | Іспанія               |
| FI   | Фінляндія             |
| FR   | Франція               |
| HR   | Хорватія              |
| HU   | Угорщина              |
| IE   | Ірландія              |
| IT   | Італія                |
| LT   | Литва                 |
| LU   | Люксембург            |
| LV   | Латвія                |
| MT   | Мальта                |
| NL   | Нідерланди            |
| PL   | Польща                |
| PT   | Португалія            |
| RO   | Румунія               |
| SE   | Швеція                |
| SI   | Словенія              |
| SK   | Словаччина            |
| <i>Країни, що не є членами</i>   |                       |
| CH   | Швейцарія             |
| NO   | Норвегія              |
| UK   | Сполучене Королівство |
| (1) Протокольний порядок країн-членів ґрунтується на алфавітному порядку їхніх географічних назв мовою (мовами) оригіналу. |                       |

## II. Грошові одиниці

| Код (1)                    | Країна/територія        | Валюта    |
|----------------------------|-------------------------|-----------|
| <i>Валюти країн-членів</i> |                         |           |
| EUR                        | Країни єврозони (2)     | євро      |
| <i>Інші валюти</i>         |                         |           |
| USD                        | Сполучені Штати Америки | Долар США |

(1) Коди ISO 4217.

(2) До них належать Австрія, Бельгія, Кіпр, Естонія, Фінляндія, Франція, Німеччина, Греція, Ірландія, Італія, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Нідерланди, Португалія, Словаччина, Словенія та Іспанія.

### III. Префікси одиниць вимірювання, роздільники чисел та позначення

Числа в цьому документі записуються з використанням символу «.» як десятковий роздільник і пробілу як роздільник тисяч.

Символ ~ (приблизно; близько) — це позначення, що використовується для наближеного значення. Наступна таблиця містить префікси, що часто використовуються:

| Символ | Префікс | $10^n$    | Слово, що позначає | Десяткове число |
|--------|---------|-----------|--------------------|-----------------|
| G      | гіга    | $10^9$    | Мільярд            | 1 000 000 000   |
| M      | мега    | $10^6$    | Мільйон            | 1 000 000       |
| k      | кіло    | $10^3$    | Тисяча             | 1000            |
| -----  | -----   | 1         | Один               | 1               |
| d      | деци    | $10^{-1}$ | Десята             | 0,1             |
| c      | санти   | $10^{-2}$ | Сота               | 0,01            |
| m      | мілі    | $10^{-3}$ | Тисячна            | 0,001           |
| мк     | мікро   | $10^{-6}$ | Мільйонна          | 0,000001        |

## IV. Одиниці вимірювання та фізичні величини

| Символ одиниці вимірювання      | Найменування одиниці вимірювання  | Найменування фізичної величини (символ фізичної величини) | Конвертація та коментарі             |
|---------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------------|
| A                               | Ампер                             | Електричний струм ( <i>I</i> )                            |                                      |
| кВт-год                         | кіловат-години                    | Електроенергія  |                                      |
| атм                             | нормальна атмосфера               | Тиск (P)  | 1 атм = 101 325 Н/м <sup>2</sup>     |
| бар                             | бар                               | Тиск (P)  | 1,013 бара = 100 кПа = 1 атм         |
| °C                              | градус Цельсія                    | Температура (T) різниця температур ( $\Delta T$ )         |                                      |
| д                               | день                              | Час   |                                      |
| g                               | грам                              | Вага  |                                      |
| год                             | година                            | Час   |                                      |
| Гц                              | Герц                              | Частота (f)   |                                      |
| Дж                              | джоуль                            | Енергія   |                                      |
| K                               | Кельвін                           | Температура (T) різниця температур ( $\Delta T$ )         | 0 °C = 273,15 K                      |
| ккал                            | кілокалорія                       | Енергія   | 1 ккал = 4,1868 кДж                  |
| кг                              | кілограм                          | Вага  |                                      |
| кДж                             | кілоджоуль                        | Енергія   |                                      |
| кПа                             | кілопаскаль                       | Тиск  |                                      |
| кВт-год                         | кіловат-година                    | Енергія   | 1 кВт-год = 3600 кДж                 |
| л                               | літр                              | Об'єм   |                                      |
| м                               | метр                              | Довжина   |                                      |
| м <sup>2</sup>                  | квадратний метр                   | Площа   |                                      |
| м <sup>3</sup>                  | кубічний метр                     | Об'єм   |                                      |
| mg                              | міліграм                          | Вага  | 1 мг = 10 <sup>-3</sup> г            |
| мм                              | міліметр                          |   | 1 мм = 10 <sup>-3</sup> м            |
| хв                              | хвилина                           |   |                                      |
| МВт <sub>ел.</sub>              | мегавати електроенергії (енергія) | Електроенергія  |                                      |
| МВт <sub>теплової енергії</sub> | мегавати теплової (енергії)       | Теплова енергія, Тепло                                    |                                      |
| нм                              | нанометр                          |   | 1 нм = 10 <sup>-9</sup> м            |
| Нм <sup>3</sup>                 | нормальний кубічний метр          | Об'єм   | at 101,325 кПа, 273,15 K             |
| Па                              | паскаль                           |   | 1 Па = 1 Н/м <sup>2</sup>            |
| ppb                             | часток на мільярд                 | Склад сумішей   | 1 ppb = 10 <sup>-9</sup>             |
| ppm                             | часток на мільйон                 | Склад сумішей   | 1 ppm = 10 <sup>-6</sup>             |
| ppmw                            | часток на млн маси                | Склад сумішей   |                                      |
| ppmv                            | часток на млн об'єму              | Склад сумішей   |                                      |
| об/хв<br>ОБ/ХВ                  | Обертів за хвилину                | Швидкість обертання, частота                              |                                      |
| с                               | секунда                           | Час   |                                      |
| т                               | метрична тонна                    | Вага  | 1 т = 1 000 кг або 10 <sup>6</sup> г |

|                     |                                |  |                     |
|---------------------|--------------------------------|--|---------------------|
| т/д.                | тонн на день                   | Масовий потік Споживання матеріалу                   |                     |
| т/р.                | тонн на рік                    | Масовий потік Споживання матеріалу                   |                     |
| V                   | вольт                          | Електрична напруга (V)<br>Електростатичний потенціал |                     |
| % об.<br>% об./об.  | процентний<br>вміст за об'ємом | Склад сумішей  |                     |
| % мас.<br>% ваг/ваг | процентний<br>вміст за масою   | Склад сумішей  |                     |
| Вт                  | ват                            | Потужність   | 1 Вт = 1 Дж/с       |
| р.                  | рік                            | Час  |                     |
| мкм                 | мікромметр                     | Довжина  | 1 мкм = $10^{-6}$ м |

## V. Хімічні елементи

| Символ | Найменування | Символ   | Найменування |
|--------|--------------|----------|--------------|
| Ac     | Актиній      | Mn       | Марганець    |
| Ag     | Срібло       | Mo       | Молибден     |
| Al     | Алюміній     | N        | Азот         |
| Am     | Америцій     | Nd       | Натрій       |
| Ar     | Аргон        | Примітка | Ніобій       |
| As     | Миш'як       | Nd       | Неодим       |
| At     | Астат        | Ne       | Неон         |
| Au     | Золото       | Iv       | Нікель       |
| B      | Бор          | Ni       | Нобелій      |
| Ba     | Барій        | Np       | Нептуній     |
| Be     | Берилій      | O        | Кисень       |
| Bi     | Вісмут       | Os       | Осмій        |
| Bk     | Берклій      | P        | Фосфор       |
| Br     | Бром         | Pa       | Протактиній  |
| C      | Вуглець      | Pb       | Свинець      |
| Ca     | Кальцій      | Pd       | Паладій      |
| Cd     | Кадмій       | Pm       | Прометій     |
| Ce     | Церій        | Po       | Полоній      |
| Cf     | Каліфорній   | Pr       | Празеодим    |
| Cl     | Хлор         | Pt       | Платина      |
| Cm     | Кюрій        | Pu       | Плутоній     |
| Co     | Кобальт      | Ra       | Радій        |
| Cr     | Хром         | Rb       | Рубідій      |
| Cs     | Цезій        | Re       | Реній        |
| Cu     | Мідь         | Rf       | Резерфордій  |
| Dy     | Диспрозій    | Rh       | Родій        |
| Er     | Ербій        | Rn       | Радон        |
| Es     | Ейнштейній   | Ru       | Рутеній      |
| Eu     | Європій      | S        | Сірка        |
| F      | Фтор         | Sb       | Сурма        |
| Fe     | Залізо       | Sc       | Скандій      |
| Fm     | Фермій       | Se       | Селен        |
| Fr     | Францій      | Si       | Кремній      |
| Ga     | Галій        | Sm       | Самарій      |
| Gd     | Гадоліній    | Sn       | Олово        |
| Ge     | Германій     | Sr       | Стронцій     |
| H      | Водень       | Ta       | Талій        |
| He     | Гелій        | Tb       | Тербій       |
| Hf     | Гафній       | Tc       | Технецій     |
| Hg     | Ртуть        | Te       | Телур        |
| Ho     | Гольмій      | Th       | Торій        |
| I      | Йод          | Ti       | Титан        |
| In     | Індій        | Tl       | Талій        |
| Ir     | Іридій       | Tm       | Тулій        |
| K      | Калій        | U        | Уран         |
| Kr     | Криптон      | V        | Ванадій      |
| La     | Лантан       | W        | Вольфрам     |
| Li     | Літій        | Xe       | Ксенон       |
| Lr     | Лоуренсій    | Y        | Ітрій        |
| Lu     | Лютецій      | Yb       | Ітербій      |
| Md     | Менделевій   | Zn       | Цинк         |
| Mg     | Магній       | Zr       | Цирконій     |

**VI. Хімічні формули, які застосовуються в цьому документі**

| <b>Хімічна формула</b> | <b>Назва (пояснення)</b>  |
|------------------------|---|
| $C_6H_6$               | Бензол  |
| CO                     | Чадний газ  |
| CO <sub>2</sub>        | Вуглекислий газ   |
| F-                     | Фторид-іон  |
| HCl                    | Соляна кислота  |
| HF                     | Фтороводень   |
| NH <sub>3</sub>        | Аміак   |
| NO                     | Монооксид азоту   |
| NO <sub>2</sub>        | Діоксид азоту   |
| NO <sub>x</sub>        | Оксид азоту, сума монооксиду азоту (NO) та діоксиду азоту (NO <sub>2</sub> ), виражена як NO <sub>2</sub> |
| SO <sub>2</sub>        | Діоксид сірки   |

## VII. Акроніми

| Акронім   | Повна фраза  |
|-----------|--|
| ААВ-Ц     | Адсорбція з використанням активованого вугілля або цеолітів  |
| ACEA      | Асоціація європейських виробників автомобілів (Association des Constructeurs Europeens des Automobiles)  |
| ADEME     | Агентство з раціонального використання довкілля та енергоресурсів (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie)                                   |
| AFERA     | Асоціація європейських виробників клейкої стрічки (Association des fabricants européens de rubans auto-adhésifs)   |
| AOX       | Адсорбовані органічні галогени   |
| ASD       | Європейська асоціація аерокосмічної та оборонної промисловості (European Aeronautics, Space, Defence and Security Industries)                                  |
| НДТМ      | Найкращі доступні технології   |
| BAT-AEL   | Найкращі доступні технології — пов'язані з ними рівні викидів  |
| BAT-AEPL  | Найкращі доступні технології — пов'язані рівні екологічних показників  |
| БСК       | Біохімічне споживання кисню  |
| ДД НДТМ   | Довідковий документ за НДТМ  |
| ВТЕХ      | Бензол, толуол, етилбензол та ксилени  |
| БОВГ      | Біологічне очищення відхідних газів  |
| САІР      | Система автоматизованого проектування  |
| СВН       | Кубічний нітрид бору   |
| CDC       | Катодне покриття зануренням (Cathodic dip coating)   |
| CEPIC     | Європейська рада хімічної промисловості (Conseil Européen de l'Industrie Chimique)   |
| CEN       | Європейський комітет зі стандартизації (Comité Européen de Normalisation)  |
| СНР       | Комбіноване утворення тепла та електроенергії (когенерація)  |
| СІТЕРА    | Міжпрофесійний технічний центр вивчення забруднення атмосфери (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique)                     |
| СМР       | Канцерогенні, мутагенні, токсичні для репродуктивної функції   |
| СО        | Каталітичне окиснення  |
| ХСК       | Хімічне споживання кисню   |
| СЕРЕ      | Європейська рада індустрії фарб, друкарських фарб та художніх фарб   |
| DEFRA     | Міністерство охорони довкілля, продовольства та з питань сільськогосподарського розвитку (Великобританія) (Department for Environment, Food and Rural Affairs) |
| ДЕНР      | БІС(2-етилгексил) фталат   |
| DIN       | Німецька національна організація зі стандартизації (Deutsches Institut für Normung)  |
| DMF       | N,N-диметилформамід  |
| СПФ       | Сухий протиаерозольний фільтр  |
| СС(В)     | Сухе скруберне очищення з вапняком   |
| ЕП        | Електронно-променевий  |
| ЕССА      | Європейська асоціація нанесення покриття на рулонний метал (European Coil Coating Association)   |
| ЕДТА      | Етилендіамінтетраоцтова кислота  |
| ЕЕВ       | Європейське екологічне бюро (European Environmental Bureau)  |
| КВ        | Коефіцієнти викидів  |
| ЄАД (ЕЕА) | Європейське агентство з довкілля (European Environment Agency)   |
| ГДЗВ      | Гранично допустимі значення викидів  |
| EMAS      | Схему екологічного менеджменту та аудиту (Eco-Management and Audit Scheme) (Регламент Ради (ЄС) №1221/2009)  |
| СЕМ       | Системи екологічного менеджменту   |
| EN        | Європейське нормування (стандарты EN)  |
| ЕОЕ       | Торці, що легко відкриваються (Easy-open ends)   |
| ЕРА       | Агентство з охорони довкілля (США) (Environmental Protection Agency)   |
| EPDM      | Мономер етилен-пропілен-дієну  |
| ЕРФ       | Європейська федерація виробників листових деревних матеріалів (European Panel Federation)  |
| Е-PRTR    | Європейський реєстр викидів та перенесення забруднювальних речовин (European Pollutant Release and Transfer Register)  |
| EQS       | Стандарт якості довкілля (Environmental quality standard)  |
| ЕРА       | Європейська асоціація ротогравюрного друку (European Rotogravure Association)  |
| ESIG      | Європейська група з виробництва розчинників (European Solvents Industry Group)   |
| ЕСФ       | Електростатичний фільтр  |
| ЕСН       | Електростатичне нанесення  |
| ESVOCCG   | Європейська координаційна група з летких органічних сполук розчинників (European Solvents Volatile Organic Compounds Co-Ordination Group)                      |
| ЄС        | Європейський Союз  |
| ЄС-15     | Країни-члени Європейського Союзу до 1 травня 2004 року   |
| ЄС-25     | Країни-члени Європейського Союзу з 1 травня 2004 року до 31 грудня 2006 року   |
| ЄС-27     | Країни-члени Європейського Союзу з 1 січня 2007 року до 30 червня 2013 року  |
| ЄС-28     | Країни-члени Європейського Союзу з 1 липня 2013 року до 31 січня 2020 року   |
| EURATEX   | Європейська конфедерація одягу та текстилю (European Apparel and Textile Confederation)  |
| EVA       | етиленвінілацетат  |
| EWPM      | Європейська група виробників консервантів для деревини (European Wood Preservative Manufacturers Group)  |
| ПІД       | Полум'яно-іонізаційний детектор/детектування   |



|              |   |
|--------------|---|
| ФМ           | Фільтрувальний матеріал   |
| FPE          | Європейська асоціація гнучкої упаковки (Flexible Packaging Europe)                            |
| ВВП          | Валовий внутрішній продукт  |
| РТ           | Реєстрові тонни   |
| БТ           | Брутто-тоннаж   |
| РВТК         | Розчинник із високою точкою кипіння   |
| ХДФ          | Волокно високої щільності (High-density fibre)  |
| ВЧ           | Висока частота  |
| ВТ           | Високий тиск  |
| HVLP         | Розпилення у великому об'ємі під низьким тиском (High-volume low-pressure)                    |
| HVAC         | Нагрівання, вентиляція та кондиціонування повітря (Heating, ventilation and air-conditioning) |
| IBC          | Контейнер середньої вантажності (Intermediate bulk container)                                 |
| ДПВ          | Директива про промислові викиди (2010/75/EC)  |
| МЕК          | Міжнародна електротехнічна комісія  |
| ІМО          | Міжнародна морська організація (International Maritime Organisation)                          |
| INTERGRAF    | Європейська федерація друку та цифрових комунікацій   |
| ІСО          | Міжнародна організація зі стандартизації  |
| ІПС          | Ізопропіловий спирт, пропан-2-ол (також іменованій ізопропанолом)                             |
| ІРРС         | Інтегрований підхід до запобігання забрудненню та його контролю                               |
| ІЧ           | Інфрачервоний   |
| LCP          | Велика спалювальна установка (Large combustion plant)   |
| НТ           | Низький тиск  |
| ПМВ          | Покриття малої ваги   |
| МДФ          | Волокно середньої щільності (плити)   |
| МЕК          | Метилетилкетон  |
| МФ           | Мікрофільтрування   |
| МРЕ          | Європейська асоціація металевої упаковки (Metal Packaging Europe)                             |
| Країни-члени | Країни-члени Європейського Союзу  |
| НД           | Немає даних АБО недоступно (залежно від контексту)  |
| NACE         | Класифікація видів економічної діяльності в Європі (Nomenclature des Activités Economiques)   |
| NC           | Нітроцелюлоза   |
| NEOE         | Торці, що не легко відкриваються (Non-easy-open ends)   |
| НФ           | Нанофільтрування  |
| НУО          | Неурядова організація   |
| ІВ           | Інформацію не надано  |
| БІЧ          | Ближній інфрачервоний діапазон  |
| NMP          | п-метилпіролідон  |
| НМЛОС        | Неметанові леткі органічні сполуки (див. ЛОС)   |
| НУЕ          | Нормальні умови експлуатації  |
| NP/NPE       | Нонілфенол та етоксилати нонілфенолу  |
| НК           | Натуральний каучук  |
| ОЕСР         | Організація економічного співробітництва та розвитку  |
| OEL          | Границя впливу на робочому місці (Occupational exposure limit)                                |
| ВОО          | Виробник оригінального обладнання   |
| ОФР          | Озоноутворювальний потенціал (Ozone-forming potential)  |
| ORGALIM      | Європейська асоціація технологічних промислових підприємств (Europe's Technology Industries)  |
| ПА           | Поліамід  |
| ПАВ          | Поліциклічні ароматичні вуглеводні  |
| РВТ          | Стійкі, здатні до біоаккумуляції, токсичні речовини   |
| ПХФ          | Пентахлорфенол  |
| ПХДД/Ф       | Поліхлоровані дибензодіоксини/дибензофурани   |
| ПЕ           | Поліетилен  |
| ПЕТ          | Поліетилентерефталат  |
| ФІД          | Фотоіонізаційний детектор   |
| ТЧ           | Тверді частки   |
| СОЗ          | Стійкий органічний забруднювач  |
| ПП           | Поліпропілен  |
| ПС           | Полістирол  |
| ПТФЕ         | Політетрафторетилен   |
| PU або PUR   | Поліуретан  |
| ПВА          | Полівінілацетат   |
| ПВБ          | Полівінілбутират  |

|                 |   |
|-----------------|---|
| ПВХ             | Полівінілхлорид   |
| PVdF (або PVF2) | Полівінілідендифторид   |
| ПВФ             | Полівінілфторид   |
| КВ              | Коефіцієнт випаровування  |
| РекТО           | Рекуперативне термічне окиснення  |
| ВВ              | Відносна вологість  |
| ROI             | Окупність інвестицій (Return on investment)   |
| РТО             | Регенеративний термічний окисник (два, три або п'ять шарів)                             |
| SBR             | Бутадієн-стирольний сополімер   |
| SBS             | Стирол-бутадієн-стирольний блок-сополімер   |
| SEA SMRC        | Асоціація кораблів та морського обладнання (Ships and Maritime Equipment Association)   |
| SIS             | Стирол-ізопрен-стирольний блок-сополімер  |
| МСП             | Малі та середні підприємства  |
| БМР             | Баланс маси розчинника  |
| ПУР             | План управління розчинниками (Частина 2 Додатка VII до ДПВ)                             |
| STP             | Стандартна температура та тиск (Standard temperature and pressure)                      |
| ТВТ             | Трибутилолово   |
| ТЕ              | Токсичні еквіваленти (МТЕ: міжнародні токсичні еквіваленти)                             |
| TGIC            | Тригліцидилізоціанурат: мутагенна речовина, що використовується в порошкових покриттях. |
| ТО              | Термічний окисник   |
| ЗОВ             | Загальний органічний вуглець  |
| ТРМ             | Загальна кількість твердих частинок   |
| TSS             | Загальна кількість завислих твердих частинок  |
| ЗЛОВ            | Загальний легкий органічний вуглець   |
| ТРГ             | Технічна робоча група   |
| УФ              | Ультрафільтрація  |
| СФ              | Сечовино-формальдегідний  |
| UBA             | Umweltbundesamt – Федеральне агентство з питань довкілля, тобто з Німеччини або Австрії |
| НП              | Ненасичений полієфір  |
| УФ              | Ультрафіолет  |
| РОЗ             | Рослинний очищувальний засіб  |
| КНП             | Коефіцієнт небезпечності пари   |
| ЛОС             | Летка органічна сполука   |
| WEI             | Європейський інститут захисту деревини (European Institute for Wood Preservation)       |
| ВООЗ            | Всесвітня організація охорони здоров'я  |
| WPA             | Асоціація захисту деревини (Wood Protection Association)                                |
| МС              | Мокрий скрубєр  |
| ОД              | Обмотковий дрiт   |
| (У)ОВВ          | (Установка з) очищення відпрацьованих вод   |

## IX. Визначення

|   |  |
|---|--|
| <b>1К / 2К</b>                              | Одно-/двокомпонентний, зазвичай використовується для фарб  |
| <b>Кислота</b>                              | Донор протонів: речовина вивільняє іони водню у водному розчині.   |
| <b>Аеробний</b>                             | Біологічний процес, що відбувається в присутності кисню.   |
| <b>Луг (основа)</b>                         | Акцептор протонів. Речовина, що вивільняє гідроксид-іони у водному розчині.  |
| <b>Анаеробний</b>                           | Біологічний процес, що відбувається за відсутності кисню.  |
| <b>ATEX</b>                                 | Директиви ЄС, що описують вимоги до обладнання та роботи в потенційно вибухонебезпечних середовищах (відповідно до Директиви 94/9/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 березня 1994 про Наближення законів країн-членів щодо обладнання та захисних систем, призначених для використання в потенційно вибухонебезпечних середовищах).  |
| <b>Базове покриття</b>                      | Фарба, яка в разі нанесення на основу визначає колір та ефект (наприклад, металік, перламутровий).   |
| <b>Пакетне скидання</b>                     | Скидання окремого обсягу води, що міститься  |
| <b>Біоцидний(-і) продукт(-и)</b>            | Будь-яка речовина або суміш, у тій формі, у якій вони поставляються користувачу, що складаються з, або містять, або генерують одну або кілька активних речовин із метою знищення, обмежити, знешкодити, запобігти дії або іншим чином регулювати ефект будь-якого шкідливого організму будь-якими засобами, крім простої фізичного або механічного впливу (біоцидний продукт згідно з визначенням у Статті 3(1) Директиви 2012/528/ЄС).                    |
| <b>Схильний до біологічного розкладання</b> | Може знищуватися фізично та/або хімічно за допомогою мікроорганізмів. Наприклад, багато хімічних речовин, харчові відходи, бавовна, вовна й папір піддаються біологічному розкладанню.   |
| <b>ВІW, непофарбований кузов</b>            | Стандартний термін в автомобільній промисловості, що належить до голого металевого корпусу транспортного засобу до його знежирення, занурення та фарбування.   |
| <b>Синява</b>                               | Відповідно до стандарту Європейського комітету зі стандартизації EN 1001-2 (серпень 2005 р.): пляма, спричинена грибами, у якій зміна кольору варіюється від блідо-блакитного до чорного. Зазвичай вражає заболонь певних порід.   |
| <b>Синява під час експлуатації</b>          | Відповідно до стандарту Європейського комітету зі стандартизації EN 1001-2 (серпень 2005 р.): виникнення плям на заболоні лісоматеріалу в процесі експлуатації в результаті росту грибів із пігментованими гіфами в клітинах деревини.   |
| <b>Обробка синяви</b>                       | Обробка для захисту від синяви (див. вище).  |
| <b>С</b>                                    | Скорочення, що використовується для креозоту (завод)   |
| <b>SAFE</b>                                 | Чисте повітря для Європи (Clean Air For Europe): програма, що фундаментом тематичної стратегії ЄС щодо забруднення повітря.  |
| <b>Номер CAS</b>                            | Унікальний числовий ідентифікатор, який присвоюється Хімічною реферативною службою (CAS (Chemical Abstracts Service)) кожній хімічній речовині, органічній або неорганічній, наприклад, 872-50-4 (для NMP). Його можна знайти в ПБ (паспортах безпеки) для чіткої ідентифікації речовин.   |
| <b>Прозорий шар</b>                         | Матеріал покриття, який після нанесення на основу утворює щільну прозору плівку із захисними, оздоблювальними або певними технічними властивостями.  |
| <b>CMR (речовини)</b>                       | Речовини, що класифікуються як канцерогенні, мутагенні або токсичні для репродуктивної функції, що мають характеристики небезпечності H340, H341, H350, H351, H360 або H361 (категорії 1A, 1B або 2); див. Регламент (ЄС) №1272/2008 про класифікацію, маркування та пакування речовин та сумішей (CLP).   |
| <b>CMR-ЛОС</b>                              | Речовини або суміші, яким через вміст у них летких органічних сполук, класифікованих як канцерогени, мутагени або токсичні для репродуктивної системи відповідно до Регламенту (ЄС) №1272/2008, присвоєні або які мають мати характеристики небезпечності H340, H350, H350i, H360D, H360F або галогеновані ЛОС, яким присвоєно або які мають мати о характеристики небезпечності H341 або H351. (див. також Статтю 58 ДПВ та частину 4, Додаток VII, ДПВ). |
| <b>Комбінована лінія</b>                    | Поєднання гарячого цинкування та нанесення покриття на рулонний метал на одній технологічній лінії.  |
| <b>Складена проба</b>                       | Дві або більше проб або точкових проб (або періодично або безперервно), змішаних/усереднених разом у відповідних відомих пропорціях, з яких може бути отриманий середній результат необхідної характеристики.  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Система утримування, ізольована зона</b>    | (Вторинна) система утримування пов'язана з додатковим захистом від викидів із резервуара для зберігання на додаток до власного захисту, що забезпечується самим резервуаром. Існує два основних типи вторинної системи утримування для витоків, а саме ті, які є частиною конструкції резервуара, як-от подвійне дно резервуара (тільки для наземних резервуарів), двошарові резервуари та резервуари з подвійними стінками та непроникині бар'єри, які розміщуються на поверхні ґрунту під резервуарами [44, COM 2006]. |
| <b>Безперервні вимірювання</b>                 | Вимірювання з використанням автоматизованої «вимірювальної системи», постійно встановленої на об'єкті для безперервного моніторингу викидів відповідно до EN 14181.  |
| <b>Вплив на різні компоненти довкілля</b>      | Відповідний негативний вплив на довкілля через впровадження технології, що дає змогу порівнювати технології з метою оцінки впливу на довкілля загалом. Див. також Виконавче рішення Комісії 2012/119/ЄС, Розділ 2.3.7.2.5.   |
| <b>CSBR</b>                                    | Карбоксилований стирол-бутадієн-стирольний блок-сополімер  |
| <b>Пряме скидання</b>                          | Скидання в прийнятне водоймище без подальшого очищення стічних вод.  |
| <b>Піддон для стоків</b>                       | Піддон або пристрій лоткового типу для збирання розливів та крапель.   |
| <b>DWI</b>                                     | Тягнені зі стоншеними стінками: тип банок у галузі виробництва металевої упаковки.   |
| <b>Стічні води</b>                             | Фізична рідина (повітря або вода разом із забруднювальними речовинами), що утворює викид.  |
| <b>EGTEI</b>                                   | Див. Додаток 21.3.1. Домашня сторінка EGTEI: <a href="http://www.citepa.org/forums/egtei/egtei_index.htm">http://www.citepa.org/forums/egtei/egtei_index.htm</a>   |
| <b>ГДЗВ</b>                                    | Гранично допустиме значення викидів: маса, виражена через певні параметри, концентрація та/або рівень викидів, які не можна перевищувати протягом одного або кількох проміжків часу.   |
| <b>ЄМЕП</b>                                    | Європейська програма моніторингу та оцінки ( <a href="https://www.emep.int/">https://www.emep.int/</a> ).  |
| <b>Викиди</b>                                  | Пряме або непряме вивільнення речовин, вібрацій, тепла або шуму від окремого або різних джерел на установці в повітря, воду або землю.   |
| <b>Технологія наприкінці виробничого циклу</b> | Технологія, що знижує кінцеві викиди або споживання з допомогою будь-якого додаткового процесу, але не змінює фундаментальних принципів роботи основного процесу. Синоніми: «вторинна технологія», «метод усунення забруднення довкілля». Антоніми: «інтегрована в процес технологія», «первинна технологія» (технологія, яка якимось чином змінює спосіб роботи основного процесу, у такий спосіб знижуючи викиди або споживання).  |
| <b>Ступінь впливу на довкілля</b>              | Міра навантаження або впливу продукту, операції або підприємства на довкілля. Сюди належать: <ul style="list-style-type: none"> <li>• споживання енергії, сировини та води;</li> <li>• викиди в повітря, воду, підземні води та ґрунт; і як відходи;</li> <li>• шум та вібрація, виділення запахів;</li> <li>• пошкодження матеріального майна або погіршення або перешкоджання зручностям та іншим законним видам використання довкілля.</li> </ul>   |
| <b>Рівний відтінок</b>                         | Друкована зона, що містить напівтонові точки однакового розміру, на відміну від автотипії або віньетки. Рівні відтінки зазвичай просто називають «тонами».   |
| <b>Флокуляція</b>                              | Очищення відпрацьованих вод, що передбачає обережне перемішування, у результаті якого дрібні частинки в пластівчастих згустках збираються в більші частинки, і їхня вага змушує їх осідати на дно резервуара для обробки.  |
| <b>Неорганізовані викиди</b>                   | У цьому документі використовується визначення ДПВ: будь-які викиди не у відпрацьованих газах летких органічних сполук у повітря, ґрунт і воду, а також розчинників, що містяться в будь-яких продуктах, якщо інше не зазначено в частині 2 Додатка VII; до них належать невловлені викиди, що викидаються в зовнішнє середовище через вікна, двері, вентиляційні отвори та аналогічні отвори (на протипагу цьому, див також відпрацьований газ).   |
| <b>Креозот марки В або С</b>                   | Типи креозоту, специфікації для яких наведено в EN 13991.  |
| <b>Шестивалентний хром</b>                     | До шестивалентного хрому, позначеного як Cr(VI), належать усі сполуки хрому, у яких хром перебуває в ступені окиснення +6 (розчинені або зв'язані з частинками).   |
| <b>НОІ</b>                                     | Вуглеводневий нафтовий індекс, сума сполук, що вилучаються вуглеводневим розчинником (включно з довголанцюговими або розгалуженими ланцюгами аліфатичних, аліциклічних, ароматичних або алкілзаміщених ароматичних вуглеводнів).   |
| <b>Непряме скидання</b>                        | Скидання, яке не є прямим скиданням.   |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Установка</b>                  | Стационарна технічна одиниця, у якій здійснюється один або кілька видів діяльності, перелічених у Додатку I до Директиви 2010/75/ЄС, а також будь-яка інша безпосередньо пов'язана з нею діяльність, яка має технологічний зв'язок із діяльністю, зазначеною в Додатку I та можуть вплинути на викиди та забруднення.  |
| <b>K1 K2 K3</b>                   | Показник займистості, що використовується в Нідерландах та Бельгії, відповідно до температури спалаху: <ul style="list-style-type: none"> <li>• K1: &lt; 21 °C;</li> <li>• K2: 21–55 °C;</li> <li>• K3: &gt; 55 °C.</li> </ul>   |
| <b>НКГВ</b>                       | Нижня концентраційна границя вибуховості – найменша концентрація (відсоток) газу або пари в повітрі, здатна спричинити спалах вогню за наявності джерела займання. Концентрації нижче НКГВ є «занадто малими» для горіння. Також називається нижньою границею займистості (НГЗ).   |
| <b>ГВ (границя виявлення)</b>     | Вихідний сигнал або значення концентрації, вище якого можна з певною впевненістю стверджувати, що проба відрізняється від порожньої проби, що не містить відповідного компонента.  |
| <b>ГК (границя квантифікації)</b> | Заявлене кратне значення границі виявлення за концентрації компонента, яке можна прийнятно визначити з достатнім рівнем точності та чіткості. Границя квантифікації може бути розрахована з використанням відповідного стандарту або проби й може бути отримана з нижньої точки калібрування на калібрувальній кривій, за винятком пустої проби.                       |
| <b>МКМ</b>                        | Модель екологічних витрат (MilieuKostenModel), див. Додаток 21.3.2.  |
| <b>Моніторинг</b>                 | Процес, призначений для оцінки або визначення фактичного значення та змін викидів або інших параметрів, що ґрунтується на процедурах систематичного, періодичного або точкового спостереження, перевірки, відбору проб та вимірювань або інших методів оцінки, призначених для надання інформації про обсяги викидів та/або тенденції викидів забруднювальних речовин. |
| <b>Нафталін</b>                   | Органічна сполука з формулою C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> . Це найпростіший поліциклічний ароматичний вуглеводень.   |
| <b>Нікель</b>                     | До нікелю, позначеного як Ni, належать усі неорганічні та органічні сполуки нікелю, розчинені або зв'язані з частинками.   |
| <b>NP (1–6)</b>                   | Клас проникнення відповідно до EN 351 (Класифікація проникнення та утримування консерванту). EN 351 встановлює класифікацію деревини, що обробляється консервантом, щодо проникнення консерванту та дає рекомендації щодо класифікації утримування. Їх можна використовувати як основу для визначення технологій обробки консервантом для конкретних продуктів.        |
| <b>Прямокутні банки</b>           | З галузі виробництва банок: йдеться про форму контейнера загального призначення, у якого верхні та нижні торці мають прямокутну форму із закругленими кутами.  |
| <b>ODP</b>                        | Потенціал руйнування стратосферного озонного шару (Ozone depletion potential): відносний показник, що вказує на ступінь руйнування озонного шару, який може спричинити сполука.  |
| <b>Відхідний газ</b>              | Газ, видалений із процесу, обладнання або зони, який або спрямовується на очищення, або викидається безпосередньо повітря через димову трубу.  |
| <b>Оператор</b>                   | Будь-яка фізична чи юридична особа, яка експлуатує або контролює установку, або якщо це передбачено національним законодавством, якій надано вирішальні економічні повноваження щодо технічного функціонування установки.  |
| <b>Органічний розчинник</b>       | Органічний розчинник, як визначено в Статті 3(46) Директиви 2010/75/ЄС.  |
| <b>Органічні сполуки</b>          | Органічні сполуки, як визначено в Статті 3(44) Директиви 2010/75/ЄС.   |
| <b>УЕВН</b>                       | Умови експлуатації, відмінні від нормальних. Стаття 14 (f) ДПВ визначає умови експлуатації, відмінні від нормальних, як операції запуску та зупинки, витоки, несправність, короткочасні зупинки та остаточне припинення експлуатації.  |
| <b>Руйнування озонного шару</b>   | Руйнування стратосферного озонного шару, яке може бути спричинене фотолітичним розпадом деяких сполук, що містять хлор та/або бром (наприклад, хлорфторвуглеців), які каталітично розкладають молекули озону.  |
| <b>Завод</b>                      | Усі частини установки, що здійснюють діяльність, зазначену в пункті 6.7 або 6.10 Додатка I до Директиви 2010/75/ЄС, та будь-яку іншу безпосередньо пов'язану діяльність, яка впливає на споживання та/або викиди. Заводи можуть бути новими заводами або наявними заводами.  |

|   |   |
|---|---|
| <b>Забруднювальна речовина</b>                      | Окрема речовина або група речовин, які можуть завдати шкоди або вплинути на довкілля.   |
| <b>Напівфабрикат</b>                                | Виріб, яка не є кінцевим продуктом, але піддається обробці та нанесенню покриття окремо. У цьому документі, наприклад, пласкі листи, які можуть бути покриті та/або задруковані перед формуванням та додаванням торцевих деталей для формування банки.  |
| <b>Ґрунтовка</b>                                    | Фарба, розроблена для використання як шар на підготовленій поверхні, для забезпечення високої адгезії, захисту будь-яких нижніх шарів та заповнення нерівностей поверхні.   |
| <b>Первинний захід/технологія</b>                   | Технологія, яка якимось чином змінює спосіб роботи основного процесу, у такій спосіб знижуючи неочищені викиди або споживання (див. технологія наприкінці виробничого циклу).   |
| <b>RAINS</b>  | Регіональна інформаційно-стимуляційна модель забруднення повітря для Європи (Regional Air Pollution Information and Simulation for Europe). Див. Додаток 21.3.2. Коли RAINS згадується в цьому документі, це версія RAINS CP_CLE_Aug04(Nov04).<br>Огляд даних, використаних у моделі RAINS-VOC див.: <a href="http://www.iiasa.ac.at/web-apps/tap/RainsWeb/">http://www.iiasa.ac.at/web-apps/tap/RainsWeb/</a>                                      |
| <b>REACH</b>  | Регламент (ЄС) №1907/2006 Європейського Парламенту та Ради від 18 грудня 2006 р. про реєстрацію, оцінку, авторизацію та обмеження використання хімічних речовин (REACH), яким засновується Європейське хімічне агентство, вносяться зміни до Директиви 1999/45/ЄС та анулюється Регламент Ради (ЄС) №793/93 та Регламент Комісії (ЄС) №1488/94, а також Директива Ради 76/769/ЄС та Директиви Комісії 91/155/ЄС, 93/67/ЄС, 93/105/ЄС та 2000/21/ЄС. |
| <b>Вихідні умови</b>                                | Зі стандартного тексту – Див. Главу 18.   |
| <b>З першого разу на належному рівні</b>            | Техніка контролю якості управління виробництвом, що дає змогу забезпечити правильну якість продукції в межах мінімальної кількості готових виробів.   |
| <b>Заболонна синява</b>                             | Відповідно до стандарту Європейського комітету зі стандартизації EN 1001-2 (серпень 2005 р.): зміна кольору деревини внаслідок росту мікрогрибків, які живляться вмістом клітин, але не спричиняють значного розкладання деревини. Її розвиток переважно обмежується заболонню сирого лісоматеріалу (свіжозрубаного лісоматеріалу).   |
| <b>Обробка від заболонної синяви</b>                | Захисна обробка сирого лісоматеріалу тимчасового характеру від грибів, що спричиняють заболонну синяву.   |
| <b>Вторинний захід/технологія</b>                   | Див. технологія наприкінці виробничого циклу.   |
| <b>Сектор</b>                                       | Будь-яка діяльність з обробки поверхні, яка є частиною видів діяльності, перелічених у пунктах 6.7 або 6.10 Додатка I до Директиви 2010/75/ЄС.  |
| <b>Чутливий рецептор</b>                            | Зона, яка потребує особливого захисту, наприклад:<br>- житлові райони;<br>- зони, де здійснюється людська діяльність (наприклад, сусідні робочі зони, школи, дитячі садки, зони відпочинку, лікарні або приватні санаторії).  |
| <b>Вхідний потік твердої маси</b>                   | Загальна маса твердих речовин, що використовується, як визначено в частині 5, 3(a)(i) Додатка VII до Директиви 2010/75/ЄС.  |
| <b>Вхідний потік розчинника</b>                     | Загальна кількість органічних розчинників, що використовується, як визначено в частині 7, 3(b) Додатка VII до Директиви 2010/75/ЄС.   |
| <b>На основі розчинника (SB)</b>                    | Тип фарби, друкарської фарби або іншого матеріалу покриття, що використовує розчинник(-и) як носій. У захисті деревини та деревних продуктів так називається тип хімічних речовин для обробки.  |
| <b>На основі суміші розчинника та води (SB-mix)</b> | Покриття на основі розчинника, де один із шарів покриття на водній основі (WB).   |
| <b>Баланс маси розчинника (BMP)</b>                 | Розрахунок балансу маси виконується щонайменше один раз на рік відповідно до Частини 7 Додатку VII до Директиви 2010/75/ЄС.   |
| <b>SOMO 35</b>                                      | Статистичний термін: сума середніх значень озону понад 35 ppb.  |
| <b>Питомий викид</b>                                | Викиди пов'язані з опірними даними, як-от виробнича потужність або фактичне виробництво (наприклад, маса на тонну або одиницю продукції).   |

|  |  |
|--|--|
| <b>SVHC<br/>(Особливо небезпечні речовини)</b> | Речовини, запропоновані для отримання авторизації (наприклад, для внесення до Додатка XIV) відповідно до Регламенту REACH. Відповідно до Статті 57, це можуть бути речовини: CMR (категорія 1A або 1B), PBT (стійкі, здатні до біоаккумуляції та токсичні), vPvB (дуже стійкі з високою здатністю до біоаккумуляції) або еквівалентного рівня небезпечності, ELoC (що руйнують ендокринну систему).<br>(Див. Регламент (ЄС) №1907/2006 про реєстрацію, оцінку, авторизацію та обмеження використання хімічних речовин (REACH).)  |
| <b>Поверхневі стоки</b>                        | Вода з опадів, що стікає землею або непроникними поверхнями, як-от вимощені вулиці та зони зберігання, дахи тощо, і не вбирається землею.  |
| <b>Хімічні речовини для обробки</b>            | Хімічні речовини, що використовуються для захисту деревини та деревних продуктів, як-от біоциди, хімічні речовини, що використовуються для гідроізоляції (наприклад, олії, емульсії) та вогнезахисні речовини; до них також належить носій активних речовин (наприклад, вода, розчинник).  |
| <b>Загальні викиди</b>                         | Сума неорганізованих викидів та викидів у відпрацьованому газу, як визначено в Статті 57(4) Директиви 2010/75/ЄС.  |
| <b>Зона обробки</b>                            | Для хімічного захисту деревини та деревних продуктів зона обробки складається з ємностей для обробки, робочих ємностей, відповідних трубопроводів, зони завантаження ємностей для обробки, що складається з цілої рейкової лінії (i/або під'їзних шляхів для транспортних засобів, зони завантаження/транспортування краном) та зони сушіння після обробки.  |
| <b>Ємність для обробки</b>                     | Резервуари для обробки шляхом занурення, затоплення або автоклав, що використовуються для обробки консервантом.  |
| <b>ТРГ</b>                                     | Технічна робоча група, що складається з технічних експертів, які представляють країни-члени, галузі промисловості, неурядові організації (НУО) та Комісію, що відповідає за складання або перегляд ДД НДТМ.  |
| <b>UC (1–5)</b>                                | Клас використання, як визначено в EN 335. EN 335 визначає п'ять класів використання, які представляють різні ситуації експлуатації, яким може піддаватися деревина та деревні продукти.  |
| <b>Лак</b>                                     | Лаки – це засоби, що складаються зі смолих речовин, розчинених в оліві, розчиннику або іншій леткій рідині. Коли лак наноситься на поверхню дерева, металу тощо, він висихає й залишає тверде, більш менш глянсове, зазвичай прозоре покриття.   |
| <b>На водній основі (WB)</b>                   | Тип фарби, друкарської фарби або іншого матеріалу, у якому вода повністю або частково замінює розчинник.<br>У захисті деревини та деревних продуктів так називається тип хімічних речовин для обробки  |
| <b>Відпрацьований газ</b>                      | У цьому документі використовується визначення ДПВ: кінцевий газоподібний викид, що містить леткі органічні сполуки або інші забруднювальні речовини, з димової труби або обладнання для боротьби з викидами в повітря.   |
| <b>ВРД</b>                                     | Водна рамкова директива: Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради, що встановлює основу для громадської діяльності у сфері водної політики.   |
| <b>Уайт-спірит</b>                             | CAS No: 8052-41-3. Також відомий як мінеральний спирт, важкий розчинник, фракції нафтових дистилатів, розчинник Стоддарда, нафтові дистилати. Використовується як розріджувач фарби, знежирювальний засіб та очищувальний засіб. Це суміш граничних аліфатичних та аліциклічних вуглеводнів C7–C12 із вмістом 15–20% (за масою) ароматичних вуглеводнів C7–C12 та температурою кипіння 130–230 °C. Вуглеводні C9–C11 (аліфатичні, аліциклічні та ароматичні) найбільш поширені та становлять > 80% (за вагою) від загальної кількості. Температура спалаху (fp) та температура кипіння (початкова, bp) залежно від категорії: <ul style="list-style-type: none"> <li>• категорія низької температури спалаху: fp 21–30 °C, bp 130–144 °C;</li> <li>• категорія стандартної температури спалаху: fp 31–54 °C, bp 145–174 °C;</li> <li>• категорія високої температури спалаху: fp =&gt; 55 °C, bp 175–200 °C. <a href="#">[136, WHO_IPCS 1996]</a></li> </ul> |
| <b>Робоча ємність</b>                          | Ємність для проміжного зберігання консервувального розчину в процесі під тиском. Консервант подається з наливного резервуара або контейнерів у робочу ємність, а звідти – у ємність для обробки.   |
| <b>Цинк</b>                                    | До цинку, позначеного як Zn, належать усі неорганічні та органічні сполуки цинку, розчинені або зв'язані з частинками.   |

---

---



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] INTERGRAF and EGF, *Printing and the Environment, Guidance on BAT in Printing Industries*, 1999.
- [2] IFARE et al., *Application of paint in vehicle (trucks, truck cabins, buses) and wood coating*, 2002.
- [3] IMPEL, *Good practice fact sheet - PRINTERS, European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law, Antal Sidor 42*, 2000.
- [4] Germany, *Integrated Pollution Prevention and Control in selected Industrial Activities; Installations for Surface Treatment using organic solvents for Dressing, Impregnating, Printing, Coating. Part I: Dressing, Impregnating, Coating, Federal Environmental Agency, Berlin, funding nr. 200 94 324*, 2002.
- [5] DFIU et al., *Best Available Techniques (BAT) for the Paint- and Adhesive Application in Germany. Volume I: Paint Application*", *Deutsch-Franzosisches Institut fur Umweltforschung/Institut Franco-Allemand de Recherche sur l'Environnement, Volume I.*, 2002.
- [6] DFIU et al., *Best Available Techniques (BAT) for the Paint- and Adhesive Application in Germany. Volume II: Adhesive Application*", *Deutsch-Franzosisches Institut fur mweltforschung/Institut Franco-Allemand de Recherche sur l'Environnement.*, 2002.
- [7] Germany, *Integrated Pollution Prevention and Control in selected Industrial Activities; Installations for Surface Treatment using organic solvents for Dressing, Impregnating, Printing, Coating. Part II: Printing. Federal Environmental Agency, Berlin, 200 94 324.*, 2003.
- [8] Nordic Council of Ministers, *Best available techniques (BAT) for the printing industry, Nordic Council of Ministers, TemaNord 1998:593*, 1998.
- [9] VITO, *Beste Beschikbare Technieken voor de Grafische Sector, BBTkenniscentrum Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek*, 1998.
- [11] InfoMil, *T10 Milieu-informatie Scheepsbouw en -reparatie, Versie 2*, 2003.
- [12] Netherlands, *Milieuhandboek Grafische Industry*, 1996.
- [13] Aminal et al., *Evaluatie emissiereductiepotentieel voor VOS-emissies van de grafische sector, deel 1, Aminal. Afdeling Algemeen Milieubeleid, 00.1688*, 2002.
- [14] Aminal et al., *Evaluatie van het reductiepotentieel voor VOS emissies naar het compartiment lucht en de problematiek van de implementatie van de Europese richtlijn 99/13/EG in de grafische sector in Vlaanderen; deel 3"*, *Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbeleid*, 2002.
- [15] CITEPA, *Draft Background Document on the sector: Publication gravure*, 2003.
- [16] Aminal et al., *Measuring method for fugitive solvent emissions in flexible packaging*, 2002.
- [18] US EPA et al., *Pollution prevention in the printing industry - a manual for pollution prevention technical assistance providers (<http://www.p2pays.org/ref/03/02453/>)*, 2003.
- [19] Austria, *Stand der Technik bei ausgewählten Anlagen zur Oberflächenbehandlung mit organischen Lösungsmitteln, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft*, 2003.
- [22] ECCA, *The coil coating industry a metal surface treatment (organic coating), IPPC March 2004, issue 4*, 2004.
- [23] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Surface Treatment of Metals and Plastics (STM BREF)*, 2006.
- [24] ESIG, *Guide on VOC emissions management*, 2000.
- [25] GEPVP et al., *Mirror manufacture*, 2004.
- [26] CITEPA, *Final Background Document on the sector: Car Coating, in the framework of EGTEI*, 2003.

- [28] EWVG, *Techniques to consider BAT in the Winding Wire Industry, The Winding Wire Business Group of EUROPACABLE*, 2004.
- [29] UKDEFRA, *Sector Guidance Note IPPC SG6; Secretary of State's Guidance for the A2 Surface Treatment Using Organic Solvents Sector, Department for Environment Food and Rural Affairs, October 2003*, 2003.
- [31] COM, Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector (CWW BREF), European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2016.
- [32] ACEA Contribution STS BREF, May, 2004
- [34] Germany, 'Mission report: Rexam, Berlin', Personal Communication, 2003.
- [37] Jansen, Workshop on VOC abatement, Sevilla, 15/11/2004, 2005.
- [38] TWG, Compiled comments of the TWG on STS draft 1, October 2004, 2004.
- [39] SEFEL, Workshop on VOC abatement, Seville, 15/11/04 - Comments on Draft Results, 2004.
- [40] EWVG, *STS BREF update to Chapter 3 Winding Wires*, 2004.
- [41] ISACOAT, *ISACOAT Workpackage 3.5, DFIU/IFARE, University of Karlsruhe*, 2004.
- [42] Envirowise, Reducing solvent use by good housekeeping, GG413 (updates and replaces Good housekeeping measures for solvents, GG28), 2003.
- [43] Envirowise, *Reduce costs by tracking solvents*, 1998.
- [46] France, *Surface Treatment - Waste Water Treatment, Agence de l'Eau Rhone-Mediterranée-Corse, 2-9506252-3-1 (EN), 2-9506252-2-3 (FR)*, 2002.
- [47] EU, 'Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 396, 30.12.2006, 2006, pp. 1-849.
- [48] VITO, *Flemish BAT reduction measures for the STS BREF*, 2005.
- [50] COM, *Reference Document on Economics and Cross-Media Effects (ECM REF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2006.
- [52] COM, Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of-life-vehicles, OJ L 269, 2000.
- [53] COM, Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment, OJ L 37, 2003.
- [56] ACEA, BAT proposal for bumpers coating, Version 2, 12.04.05, 2005.
- [57] VDI, *Wood issues - report 3462*, 2005.
- [62] Verspoor et al., 'Incineration costs', Personal Communication, 2005.
- [66] AEA et al., *The impacts and costs of climate change*, 2005.
- [69] RIZA, *Best safety practice for preventing risks of unplanned discharges*, 1999.
- [70] INRS, *Ateliers de traitement de surface: Prévention des risques chimiques, ED 827*, 1998.
- [73] COM, 'Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amending and subsequently repealing Council Directive 96/82/EC, OJ L 197 (Seveso III Directive)', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 010, 14.01.1997, 2012, pp. 13-33.
- [77] VROM, Diffuse Oplosmideelstisies in Verpakkingdiepdruk en Flexo: Deel 2, Meten en Verminderen, 2004.
- [78] TWG, Compiled comments of the TWG on STS draft 2, Sept 2005, 2005.
- [82] EGTEI, *Winding wires coating: Synopsis sheet*, 2005.
- [83] EGTEI, *Industrial applications of adhesives: Synopsis sheet*, 2005.
- [84] EGTEI, *Car coating: Synopsis sheet*, 2005.

- [89] EGTEI, *Wood coating: Synopsis sheet and background document.*, 2005.
- [90] EWWG, 'Winding wires and NOx emissions, I. Jansen, H. Myland', Personal Communication, 2006.
- [91] EGTEI, *Preservation of wood: Synopsis sheet*, 2005.
- [92] EGTEI, *Industrial application of paints: Synopsis sheet*, 2005.
- [93] COM, Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety, O.J L 31, 2002.
- [94] VITO, *Guidance manual air cleaning techniques*, 2004.
- [95] CEI-BOIS, 'Comments on BAT- Surface treatments using solvents', Personal Communication, 2006.
- [96] Presti, *Reduction of emissions in the wood and furniture finishing operations: possibilities and difficulties*, 2005.
- [97] TWG, STS TWG final meeting, 2006.
- [99] UKHSE, *'Blue book' for biocides*, 2006.
- [100] EEA, *Wood preservation pesticides*, 1999.
- [106] CEPE, 'Paint costs', Personal Communication, 2006.
- [108] ESVOCCG, Cleaning in the STS BREF industries, STS TWG final meeting, 2006.
- [109] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Energy Efficiency (ENE BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2009.
- [110] Eurocar, 'V Congreso Eurocar', 2005.
- [111] EWWG, 'Additional data on NOx emissions from winding wire coating', Personal Communication, 2005.
- [113] ECN, *CO2 price dynamics*, 2005.
- [114] AEA et al., *Damages per tonne of PM2.5, NH3, SO2, NOx and VOCs from each EU25 Member State (excluding Cyprus) and the surrounding seas*, 2005.
- [115] Verspoor et al., *Solvent based or water borne inks in flexography: A cost comparison*, 2005.
- [116] ESIG, 'Additional data for the information exchange', Personal Communication, 2005.
- [119] May et al., 'Coating of plastics: data to support TWG BAT decision', Personal Communication, 2006.
- [121] Portugal, 'Dock discipline: Basic rules for activities performed in docks and slipways', Personal Communication, 2006.
- [123] Kiil et al., *'Marine biofouling protection: design of controlled release antifouling paints. In: Ka M.N., Gani, R. and Dam-Johansen, K. Chemical Product Design: Toward a perspective through case studies'*, 2006.
- [127] TWG, E-coat process data for STM BREF, 2003.
- [128] Czech Republic, Description of e-coat process, 2006.
- [129] ACEA, E-coat data for STM BREF, 2003.
- [130] ADEME, VOC emission calculations, 2006.
- [131] Verspoor et al., Waste gas treatment options and efficiencies, 2006.
- [132] AFERA, New text for chapter 5 on manufacturing of adhesive tapes, 2005.
- [136] WHO\_IPCS, *WHO\_IPCS*, 1996.
- [137] CEI-BOIS, 'Reference data for BAT 'Surface Treatment Using Solvents'', Personal Communication, 2006.
- [142] ACEA, *ACEA Paint Shop Study*, 2016.
- [143] ACEA, *ACEA guidance on solvent mass balances*, 2017.

- [144] ACEA, *Solvents in waste: "20170714\_STS-BREF\_Study\_Waste data in Questionnaires"*, 2017.
- [145] ACEA, Facts about the Automobile Industry (<https://www.acea.be/automobile-industry/facts-about-the-industry>), 2019.
- [146] ACEA, *ACEA Pocket Guide, 2018-2019*, 2018.
- [147] TFTEI, *CLRTAP/TFTEI (Task Force on Techno-Economic Issues): VOC Abatement in the coating of passenger cars*, 2016.
- [148] COM, *Guidance on VOC Substitution and Reduction for Activities Covered by the VOC Solvents Emissions Directive (Directive 1999/13/EC)*, 2009.
- [149] ERA, Gravure: The environmentally friendly print process, Gravure News 166/07, Josef Paul Bernard, European Rotogravure Association, 2016.
- [150] FEPA/VDS, *FEPA/VDS contribution on updating Section on the manufacturing of coated abrasives Oct*, 2016.
- [151] CESA, *Characterization of Antifouling Emission Scenarios in European Shipyards, Community of European Shipyards Associations*, 2011.
- [153] Bert de Vries VNSI, *Model Regulation Dockfloor/Slipway Discipline*, 2011.
- [154] Nordic Council of Ministers, *Nordic Shipyards, Best Available Techniques (BAT)*, 2016.
- [155] TWG, *Emission and consumption data from STS data collection*, 2016.
- [159] MPE, Revised document for chapters 1 & 2 for the metal packaging sector, 2017.
- [160] USEPA, *Control Techniques Guidelines for Miscellaneous Metal and Plastic Parts Coatings*, 2008.
- [161] TWG, *Additional information submitted with the initial positions for the STS BREF review (available on BATIS)*, 2015.
- [162] COM, *The EU furniture market situation and a possible furniture products initiative, Final Report*, 2014.
- [163] Kovacevic et al., *Coated Textile Materials (<https://www.intechopen.com/books/woven-fabric-engineering/coated-textile-materials>)*, 2010.
- [164] Singha, 'A Review on Coating & Lamination in Textiles: Processes and Applications', 2012.
- [165] EURATEX, Who we are, European Apparel and Textile Confederation (<http://euratex.eu/about-uratex/who-we-are/>), 2018.
- [166] FEDUSTRIA, BRIEF TECHNICAL DESCRIPTION "The transfer coating of high performance polyurethane using the organic solvent DMF", 2016.
- [167] FEDUSTRIA, BRIEF TECHNICAL DESCRIPTION "The direct coating of high performance polyurethane using the organic solvent DMF", 2016.
- [168] United Kingdom, Brief Technical Description, The direct coating on to continuous reels of textile fabrics, typically applying solutions of polyurethane polymers dissolved in volatile organic compounds (VOCs), 2016.
- [169] VDI, *VDI 3455:2013 Emission control - High-volume car body painting plants*, 2013.
- [170] OICA, International Organization of Motor Vehicle Manufacturers (OICA), World Motor Vehicle Production (<http://www.oica.net/category/production-statistics/>), 2017.
- [171] ACEA, Interactive Map: Automobile Assembly and Engine Production Plants in Europe (<http://www.acea.be/statistics/tag/category/european-production-plants-map>), 2016.
- [172] MPE, Specific Emissions in the metal packaging industry, Metal Packaging Europe, e-mail communication (10/08/2017), 2017.
- [173] EWWG, Revised chapters X.1 & X.2 and BAT candidates for the manufacturing of winding wires, 2017.
- [174] Finland, FI contribution to applied processes and techniques in coil coating industry, 2017.

- [175] ECCA, *Updated version of chapter on applied processes and techniques in coil coating industry*, 2016.
- [176] ASD, *General information, applied processes and BAT candidates for the aircraft coating sector*, 2017.
- [177] ECCA, Working paper on the calculation of uncertainty in deriving I1 in the Coil Coating installations, 2017.
- [178] COM, Sioen, Ardoonie, BE. Site visit report May, 2017.
- [179] COM, Seyntex, Tielt, BE. Site visit report, May, 2017.
- [180] COM, Amcor, BE. Site visit report May, 2017.
- [181] COM, Renault, Douai, FR. Site visit report, 2017.
- [182] COM, Tata Steel, Maubeuge, FR. Site visit report May, 2017.
- [183] ACEA, *Proposed and updated BAT candidates for the vehicle coating sector*, 2017.
- [184] AGC GLASS EUROPE, *Proposed modifications in Section for mirror manufacturing*, 2017.
- [185] ECCA, *Proposed and updated BAT candidates for the coil coating sector*, 2017.
- [186] INTERGRAF, Proposed and updated BAT candidates for the Heatset Offset printing sector, 2017.
- [189] MPE, Proposed and updated BAT candidates, 2017.
- [190] ESVOC, Proposed and updated general BAT candidates, 2017.
- [191] Nitrosystem, Nitrosystem coating systems (<http://www.nitro-system.com>), 2017.
- [192] INTERGRAF, Draft proposal for the solvent mass balance technique for the heatset web offset printing sector, 2017.
- [194] Technavio, Flexible Packaging Market in Europe 2016-2020 ([www.technavio.com/report/europe-packaging-flexible-packaging-market](http://www.technavio.com/report/europe-packaging-flexible-packaging-market)), 2017.
- [196] ERA, Statement of the European Rotogravure Association e.V. James Siever and Josef Bernard, Munich, 7 October 2015, 2015.
- [197] FPE, FPE comments on original STS BREF (2007), 2017.
- [200] ACEA, General information on the automobile industry, 2016.
- [201] ACEA, Processes and Techniques used for the coating of motor vehicles, 2016.
- [202] SEA SMRC, BREF chapter 11 (coating of ships and yachts) combined comments, Sander den Heijer, 2017.
- [203] Gabe et al., Induction effected removal of industrial coatings on steel, 2016.
- [204] UNECE, *Draft guidelines for estimation and measurement of emissions of volatile organic compounds, United Nations Economic Commission for Europe, Working group on strategies and review, Executive Body of the CLRTAP, 4 October 2016*, 2016.
- [205] Belgium, *BE submission of background information on the manual for the solvent mass balance and VOC emissions, (translation in EN submitted in 2017)*, 2005.
- [207] EEA, E-PRTR data for 2016 (European Pollution Release and Transfer Registry) ([prtr.eea.europa.eu](http://prtr.eea.europa.eu)), 2019.
- [208] TCI et al., Roller coating application techniques, Technical Coating International, Inc. (<http://www.tciinc.com/capabilities/>) and FlexoGlobal Blog ([www.flexoglobal.com/blog/tag/doctor-blade/](http://www.flexoglobal.com/blog/tag/doctor-blade/)), 2017.
- [209] ACEA, BAT for solvent mass balances of motor vehicle paint shops, 2017.
- [210] TFTEI, Costs of reduction techniques for large users of solvents - ERICA VOC model (<http://tftei.citepa.org/en/work-in-progress/costs-of-reduction-techniques-for-large-users-of-solvents>), 2017.
- [211] Germany, *Definition of Best Available Techniques (BAT) in Europe for Surface Treatment Using Organic Solvents, Ökopol GmbH, Final report, 2016*.
- [212] TWG, Compiled comments received in D1 of the revised STS BREF, 2018.

- [213] Germany, *First General Administrative Regulation Pertaining the Federal Immission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control - TA Luft 2002) of 24 July 2002*, 2002.
- [214] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Large Volume Organic Chemicals (LVOC BREF)*, European Commission, JRC Seville EIPPCB, 2017.
- [216] Kopeliovich D., Radiation curable coatings ([http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=radiation\\_curable\\_coatings](http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=radiation_curable_coatings)), 2018.
- [217] AUDI, Overspray-free painting (<https://www.audi-mediacenter.com/en/press-releases/contrasting-paintwork-in-just-one-spray-process-audi-tests-overspray-free-painting-10396>), 2018.
- [218] Durr, Inside-out drying process, 2018.
- [219] ACEA, *ACEA contribution after the STS data workshop*, 2018.
- [220] Belgium, *BE contribution after the STS data workshop*, 2018.
- [221] Germany, *DE contribution after the STS data workshop*, 2018.
- [223] Spain, *ES contribution after the STS data workshop*, 2018.
- [224] INTERGRAF, *INTERGRAF contribution after the STS data workshop*, 2018.
- [225] EWWG, *EWVG contribution after the STS data workshop*, 2018.
- [226] MPE, *MPE contribution after the STS data workshop*, 2018.
- [227] TFTEI, *VOC Abatement in the Packaging Printing Industry*, 2017.
- [228] IEEP et al., *Data gathering and impact assessment for a possible technical review of the IPPC Directive – Part 2, Fact sheet B5: Wood preservation*, 2007.
- [229] WEI, The wood preservation industry (<http://www.wei-ieo.org/woodpreservation.html>), 2017.
- [230] VDI, *VDI 3462 Part 1:2014 Emission Control - Wood machining and processing, Raw wood processing*, 2014.
- [231] Germany, *Determination of the Best Available Techniques for preservation of wood and wood products in Germany considering cross-media environmental impacts*, BiPRO GmbH, Final report February, 2013.
- [232] WPA, *Manual: Industrial Wood Preservation - Specification and Practice, 2nd Edition, April*, 2012.
- [234] Austrian Umweltbundesamt, *Konservierung von Holz und Holzzeugnissen - Stand der Technik der Konservierung von Holz und Holzzeugnissen Sowie Situation in Osterreich*, 2015.
- [235] UK DEFRA, *Sector Guidance Note SG11 (draft) - Secretary of State's Guidance for Wood Products Preservation with Chemicals, September*, 2013.
- [236] TWG, *Emission and consumption data from WPC data collection*, 2017.
- [237] ECHA, Understanding BPR (<https://echa.europa.eu/regulations/biocidal-products-regulation/understanding-bpr>), 2018.
- [238] WPA, *Dealing with Treated Wood Related Waste Streams - Guidance Note on the Legislation and Options, 3rd Edition, October*, 2009.
- [239] Superwood, Technical data (<http://www.superwood.eu/fordele-fakta/fakta/tekniske-data>), 2017.
- [240] Denmark, *Proposed BAT candidate on 'Supercritical treated wood'*, June, 2017.
- [241] EWPM/WEI, *EWPM/WEI response to EIPPCB Request for information (RFI) – WPC installation terminology, January*, 2016.
- [242] EWPM/WEI, *EWPM / WEI COMMENTS ON BAT Candidates list, April*, 2016.
- [243] EOS, *EOS comments on BAT candidates, March*, 2016.
- [244] Norden, *Wood preservation with chemicals, Best Available Techniques (BAT)*, 2014.

- [245] ThermoWood, ThermoWood - Environmental aspects (<https://www.thermowood.fi/ymparisto>), 2018.
- [246] CEN, *CEN/TS 15679:2007 Thermal Modified Timber - Definitions and characteristics*, 2007.
- [247] Belgium, *Additional information submitted by Belgium with the initial positions for the WPC BREF review*, 2014.
- [248] Austria, *Additional information submitted by Austria with the initial positions for the WPC BREF review*, 2014.
- [249] IHD, TMT fact sheet series (<https://www.ihd-dresden.com/en/knowledge-portal/leaflets/>), 2018.
- [250] IAF, International Accreditation Forum website, 2010.
- [251] EU, 'Regulation (EC) No 1221/2009 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the voluntary participation by organisations in a Community eco- management and audit scheme (EMAS), repealing Regulation (EC) No 761/2001 and Commission Decisions 2001/681/EC and 2006/193/EC', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 342, 22.12.2009, 2009, pp. 1-45.
- [252] COM, DG Environment: What is Emas?, 2010.
- [253] COM, EMAS reports & statistics (<http://ec.europa.eu/environment/emas/register/reports/reports.do>), 2015.
- [254] CEN, *EN ISO 14001:2015 Environmental management systems – Requirements with guidance for use*, 2015.
- [255] France, *FR contribution after the STS data workshop (June)*, 2018.
- [256] COM, Nissan Motor Manufacturing, Sunderland, UK. Site visit report August, 2018.
- [257] ECCA, ECCA Academy (<http://www.prepaintedmetalacademy.eu>), 2019.
- [258] ASD, ASD Facts and Figures -(<https://www.asd-europe.org/news-publications/facts-figures>), 2019.
- [259] COM, *Site visit reports for: 1. Anton Debatin GmbH, DE, December and 2. Eibach Oberflächentechnik GmbH (EOT), DE, December*, 2017.
- [260] VDI, *VDI 2442:2014 Waste gas cleaning - Methods of thermal waste gas cleaning*, 2014.
- [261] TWG, *Information on techniques applicable to more than one STS sectors submitted during the period 2016-2018 (available on BATIS)*, 2016.
- [262] ESVOC et al., *Table of techniques used per STS sector (proposed by ESVOC) and input from other TWG members (ES, DE) and amended according to the available information from the STS data collection*, 2019.
- [263] ESIG, The European Solvent Industry, data from <https://www.esig.org/>, 2019.
- [264] TWG, *TWG contributions after the STS TWG final meeting*, 2019.
- [265] TWG, *TWG comments on STS pre-final Draft*, 2019.
- [266] JRC Reference Report on Monitoring of Emissions to Air and Water from IED Installations (ROM REF), European Commission, Joint Research Centre, Seville, EUR 29261 EN, doi: 10.2760/344197, 2018.

## **ЯК ЗВ'ЯЗАТИСЬ ІЗ ЄС**

### **Особисто**

У всьому Європейському Союзі працюють сотні інформаційних центрів Europe Direct. Ви можете знайти адресу найближчого до вас центру: <http://europea.eu/contact>

### **За телефоном або електронною поштою**

Europe Direct — це служба, яка допоможе вам знайти відповіді на ваші запитання щодо Європейського Союзу. Ви можете звернутися до цієї служби:

- за безплатним номером телефону: 00 800 6 7 8 9 10 11 (деякі оператори можуть стягувати плату за ці дзвінки),
- за стандартним номером: +32 22999696, або
- за електронною поштою: <http://europa.eu/contact>

## **ПОШУК ІНФОРМАЦІЇ ПРО ЄС**

### **Онлайн**

Інформація про Європейський Союз усіма офіційними мовами ЄС доступна на вебсайті Еуропа за посиланням: <http://europa.eu>

### **Публікації ЄС**

Ви можете завантажити або замовити безплатні та платні публікації ЄС у книгарні ЄС за посиланням <http://bookshop.europa.eu>. Декілька копій безплатних публікацій можна отримати, звернувшись до Europe Direct або до місцевого інформаційного центру (див. <http://europa.eu/contact>).



## Служба Європейської комісії в галузі науки та знань

Спільний дослідницький центр

### Місія СДЦ

Місія Спільного дослідницького центру, як служби Європейської комісії в галузі науки та знань, полягає в підтримці політики ЄС за допомогою незалежних фактичних даних протягом усього процесу реалізації політики.



**Науковий центр ЄС**  
[ec.europa.eu/jrc](https://ec.europa.eu/jrc)



@EU\_ScienceHub



Науковий центр ЄС — Спільний науковий центр



Наука, дослідження та інновації ЄС



Науковий центр ЄС



Бюро публікацій  
Європейського Союзу

Ідентифікатор цифрового об'єкта:  
10.2760/857