

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства
захисту довкілля і природних
ресурсів України

№ _____

Методичні рекомендації

з оцінки викидів парникових газів за видами діяльності установок

1. Загальні положення

Методичні рекомендації з оцінки викидів парникових газів за видами діяльності установок (далі - Методичні рекомендації) розроблені відповідно до статті 7 Закону України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» (далі - Закон про МЗВ) та на виконання абзацу четвертого пункту 18 Порядку здійснення моніторингу та звітності щодо викидів парникових газів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23.09.2020 № 960 (далі - Порядок здійснення моніторингу та звітності).

Методичні рекомендації використовуються операторами установок, які відповідають вимогам, встановленим Переліком видів діяльності, викиди парникових газів в результаті провадження яких підлягають моніторингу, звітності та верифікації, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 2020 р. № 880 (далі - Перелік видів діяльності).

Терміни, що вживаються у цих Методичних рекомендаціях, мають таке значення:

1) консервативний - характеристика, яка полягає в тому, що ряд припущень був визначений з метою уникнення недооцінки щорічних викидів парникових газів;

2) методика моніторингу - комплекс заходів, що використовує оператор для визначення викидів парникових газів від конкретної установки;

3) нормальні умови - умови, за яких визначаються нормальні кубічні метри (Нм3) за температури 273,15 К (що дорівнює 0 С) і тиску 101,325 кПа;

4) стандартні умови - умови, за яких визначаються стандартні кубічні метри (Ст м3) за температури 293,15 К (що дорівнює 20°C) і тиску 101,325 кПа;

5) супутній технологічний газ - побічний продукт неповного згоряння або хімічних реакцій у певних технологічних процесах, який використовується як вторинний енергетичний ресурс; прикладами є коксовий газ, доменний газ та киснево-конвертерний газ;

6) точка викидів – отвір спеціально спорудженого газоходу, труби або іншої споруди, з якої в атмосферу надходять парникові гази;

7) точка вимірювання - репрезентативна точка, де здійснюється вимірювання параметрів, необхідних для визначення викидів парникових газів із застосуванням методики на основі неперервних вимірювань.

Інші терміни у цих Методичних рекомендаціях вживаються у значенні, наведеному в Законі про МЗВ, Законі України «Про альтернативні види палива» та Порядку здійснення моніторингу та звітності.

Для правильного вибору методики оцінки викидів парникових газів (далі – ПГ) здійснюються наступні кроки:

- 1) визначити межі установки для цілей моніторингу викидів ПГ;
- 2) ідентифікувати всі види діяльності, в результаті яких відбуваються викиди ПГ на установці;
- 3) ідентифікувати всі джерела викидів ПГ;
- 4) ідентифікувати всі матеріальні потоки, включаючи:

ідентифікацію видів палива, що безпосередньо спалюються чи використовуються в технологічних процесах в межах установки;

визначення, чи міститься вуглець у іншій вхідній сировині чи продуктах виробництва (продукції, відходах).

У розділах 2 - 11 Методичних рекомендацій наведені методики моніторингу для відповідних видів діяльності установок. Кожна методика включає наступні складові:

сферу застосування методики, де надано базовий опис її призначення, основних положень і відповідних вимог;

визначення викидів ПГ, де наведені методики моніторингу, що застосовуються для відповідного виду діяльності установки, наприклад, стандартна методика або методика на основі балансу мас, формули для розрахунків та параметри для моніторингу тощо;

вимоги до рівнів точності та відповідні порогові значення невизначеності для даних про діяльність;

рівні точності для розрахункових коефіцієнтів.

Розділ 12 містить інформацію щодо особливостей застосування методики на основі неперервних вимірювань.

2. Методика моніторингу М1 – спалювання палива

2.1. Сфера застосування

Ця методика застосовується для розрахунку викидів CO_2 від спалювання палива. Моніторинг викидів CO_2 від процесів спалювання включає викиди від спалювання всіх видів викопного палива, а також альтернативного палива на установці (за винятком спалювання небезпечних або побутових відходів), а також викиди CO_2 від процесів очищення відхідного газу, наприклад, видалення діоксиду сірки (SO_2).

Оператором здійснюється моніторинг всіх прямих викидів CO_2 від стаціонарного спалювання викопного палива, а також альтернативного палива, незалежно від передачі виробленої теплової енергії або електроенергії до інших установок. Непрямі викиди CO_2 , пов'язані з виробництвом теплової або електричної енергії, яка отримується з інших установок, оператором не враховуються.

Відповідно до додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності оператором здійснюється моніторинг даних про діяльність для наступних типів матеріальних потоків:

стандартизовані комерційні види палива (обсяг палива);

інші газоподібні та рідкі види палива (обсяг палива);

тверді види палива (обсяг палива);

газ, спалений у факелі (обсяг газу, спаленого у факелі);

очищення газів: карбонати (Метод А) (обсяг спожитого карбонату);

очищення газів: гіпс (Метод Б) (обсяг виробленого гіпсу).

В моніторинг оператором включаються, зокрема, такі джерела викидів CO₂: котли, пальники, турбінні установки, нагрівачі, печі, сміттєспалювальні печі, промислові печі, сушильні печі, сушарки, двигуни, факельні установки, газоочисне обладнання (викиди від технологічних процесів) та будь-яке інше обладнання або машини, що використовують паливо, окрім обладнання або машин із двигунами внутрішнього згоряння, які використовуються для транспортних цілей.

Викиди CO₂ від газопереробки та виробництва технічного вуглецю розраховуються відповідно до розділу 2.4 цих Методичних рекомендацій.

Викиди CO₂ від очищення відхідних газів розраховуються відповідно до розділу 2.5 цих Методичних рекомендацій.

Викиди CO₂ від спалювання у факельних установках розраховуються відповідно до розділу 2.6 цих Методичних рекомендацій.

2.2. Визначення викидів CO₂ від спалювання палива

2.2.1. Загальний підхід

Згідно із стандартною методикою оператором розраховуються викиди CO₂ на основі даних про діяльність установки (наприклад, даних про обсяги спожитого палива), виражених в тераджоулях на основі нижчої теплотворної здатності (НТЗ), помножених на відповідний коефіцієнт викидів (КВ) CO₂ та відповідний коефіцієнт окислення (КО). Коефіцієнт окислення використовується для коригування кількості викидів CO₂ у разі неповних хімічних реакцій під час спалювання, тобто для врахування вуглецю, що міститься в золі або шлаках.

Якщо паливо є сумішшю із викопного палива і біомаси, коефіцієнт сумарних викидів (який має назву «попередній коефіцієнт викидів») множиться на частку викопного вуглецю, що міститься в суміші:

$$KB = KB_{\text{поп}} \times \text{Ч}_{\text{вп}} = KB_{\text{поп}} \times (1 - \text{Ч}_{\text{біо}}) \quad (2.1)$$

де:

КВ коефіцієнт викидів CO₂ (за вираженням частки біомаси) [т CO₂/ТДж, т CO₂/т або т CO₂/тис. м³]

КВ_{поп} попередній коефіцієнт викидів - припустимий загальний коефіцієнт викидів CO₂ змішаного палива або змішаного матеріалу на основі загального вмісту вуглецю, що складається з частки біомаси та частки викопного палива, перед множенням його на частку викопного палива для отримання коефіцієнту викидів CO₂

Ч_{вп} частка викопного палива [безрозмірний]

Ч_{біо} частка біомаси [безрозмірний]

Таким чином, у цій формулі попередній коефіцієнт викидів зменшується на частку біомаси, оскільки викиди CO₂ від спалювання біомаси вважаються нульовими.

2.2.2. Стандартна методика, що базується на показнику нижчої теплотворної здатності

Згідно із стандартною методикою оператором, використовуючи НТЗ, розраховуються викиди CO_2 від спалювання палива для кожного матеріального потоку (виду палива, що споживається) шляхом множення даних про діяльність (обсяг спаленого палива) на відповідний коефіцієнт викидів, виражений в тоннах CO_2 на тераджоуль ($\text{т CO}_2/\text{ТДж}$) і на відповідний коефіцієнт окислення.

$$\text{ВикCO}_{2i} = \text{ДД}_i \times \text{НТЗ}_i \times \text{КВ}_i \times \text{КО}_i \quad (2.2)$$

де:

ВикCO_{2i}	викиди CO_2 від спалювання палива виду (i)	[т CO_2]
ДД_i	дані про діяльність: обсяг спалювання палива виду (i)	[т або тис. м^3]
НТЗ_i	нижча теплотворна здатність палива виду (i)	[ТДж/т або ТДж/тис. м^3]
КВ_i	коефіцієнт викидів CO_2 для палива виду (i)	[т $\text{CO}_2/\text{ТДж}$]
КО_i	коефіцієнт окислення для палива виду (i)	[безрозмірний]

Дані про діяльність та розрахункові коефіцієнти з одиницями виміру в тоннах використовуються для твердих речовин і рідин, тоді як для газоподібних речовин дозволяється використовувати тонни або кубічні метри. Для того, щоб досягти аналогічного порядку значень для твердих, рідких та газоподібних речовин, значення об'єму останніх необхідно представити в тисячах кубічних метрів.

Оператором приводяться усі виміри об'єму газів до стандартних або нормальних умов (Ст м^3 або Нм^3) та забезпечується узгодженість звітності. Розрахункові коефіцієнти мають відповідати умовам, застосованим для визначення об'єму.

Відповідно до чинного законодавства природний газ, нафтовий (супутній) газ, газ (метан) вугільних родовищ, газ сланцевих товщ, газ колекторів щільних порід та газ центрально-басейнового типу – є суміш вуглеводнів та неуглеводневих компонентів, що перебуває у газоподібному стані за стандартних умов (тиск: 101,325 кПа і температура: 20°C) і є товарною продукцією.

За консервативним підходом коефіцієнт окислення (далі - КО) дорівнює 1, і оператор має право у будь-якому випадку застосовувати це значення. Оператором використовується значення, що дорівнює 1, для коефіцієнта окислення, якщо у коефіцієнті викидів CO_2 враховано ефект неповного окислення. Вимоги щодо застосування та визначення КО викладені у пункті 41 Порядку здійснення моніторингу та звітності.

2.2.3. Стандартна методика з використанням коефіцієнту викидів CO_2 , що базується на масі або об'ємі

Відповідно до абзацу третього пункту 40 Порядку здійснення моніторингу та звітності в окремих випадках, коли використання коефіцієнту викидів CO_2 , що виражається у т $\text{CO}_2/\text{ТДж}$, призведе до необґрунтованих витрат або якщо оператором надається обґрунтування того, що рівнозначна або вища точність визначення викидів CO_2 може бути досягнута за допомогою застосування коефіцієнту викидів, вираженого у т $\text{CO}_2/\text{т}$ палива або т $\text{CO}_2/\text{тис. м}^3$, оператор має право використовувати такий коефіцієнт. У

такому випадку дані про діяльність виражаються в тоннах або тис. м³ палива та застосовується наступна формула для розрахунку викидів CO₂:

$$\text{ВикСО}_2 = \text{ДД} \times \text{КВ} \times \text{КО} \quad (2.3)$$

де:

ВикСО ₂	викиди CO ₂ від спалювання палива	[т CO ₂]
ДД	дані про діяльність: обсяг споживання палива	[т або тис. м ³]
КВ	коефіцієнт викидів CO ₂ для палива	[т CO ₂ /т або т CO ₂ /тис. м ³]
КО	коефіцієнт окислення для палива	[безрозмірний]

2.3. Рівні точності

2.3.1. Рівні точності для даних про діяльність

Рівні точності для даних про діяльність визначаються з використанням порогових значень максимальної невизначеності, яка допускається для визначення обсягу палива.

Таблиця 2.1. Рівні точності для даних про діяльність

№ рівня точності	Визначення
1	дані про діяльність: обсяг палива [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 7,5\%$
2	дані про діяльність: обсяг палива [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 5,0\%$
3	дані про діяльність: обсяг палива [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 2,5\%$
4	дані про діяльність: обсяг палива [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 1,5\%$

2.3.2. Рівні точності для розрахункових коефіцієнтів

Рівні точності для розрахункових коефіцієнтів для стандартної методики та рівні точності для методики балансу мас наведені у додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

2.4. Газопереробка та виробництво технічного вуглецю

Для газопереробних підприємств та виробництва технічного вуглецю використовується методика балансу мас, яка, як і стандартна методика, є методикою на основі розрахунків для визначення викидів CO₂ від установки. Слід зазначити, що виробництво технічного вуглецю не включено до Переліку видів діяльності. Стандартна методика є простою для застосування у випадках, коли обсяг викидів CO₂ безпосередньо пов'язаний з обсягом палива або матеріалу. Проте, в певних випадках важко пов'язати викиди CO₂ безпосередньо з окремими вхідними паливами та матеріалами, оскільки вихідні продукти (або відходи) містять значну кількість вуглецю (наприклад, продукти газопереробки, технічний вуглець). В таких випадках недостатньо врахувати обсяг вуглецю, який не перетворився на викиди CO₂, за допомогою коефіцієнта окислення або

коефіцієнта перетворення. Замість цього використовується повний баланс вуглецю, що входить до і виходить з установки, джерела викидів або іншої визначеної частини установки, де здійснюється виробничий процес, який призводить до викидів CO₂.

Для балансу мас застосовується наступна формула:

$$\text{ВикСО}_2 = \sum (\text{ДД}_i \times \text{ВВ}_i \times 3,664) \quad (2.4)$$

де:

ВикСО ₂	викиди CO ₂ від усіх матеріальних потоків, що включені у баланс мас [т CO ₂]
i	індекс виду матеріалу або палива
ДД _i	дані про діяльність (тобто, маса в тоннах) для матеріалу або палива виду (i). Вхідні матеріали або паливо враховуються як додатні значення, вихідні матеріали або паливо враховуються як від'ємні значення. Зміни у запасах мають враховуватися належним чином, щоб отримати правильні результати за звітний період
ВВ _i	вміст вуглецю в матеріалі або паливі виду (i) [безрозмірний]
3,664	коефіцієнт для перерахунку молярної маси вуглецю в CO ₂ [т CO ₂ /т C]

Таким чином, за методикою балансу мас оператором розраховується обсяг CO₂, який відповідає кожному матеріальному потоку, що входить до балансу мас, шляхом множення даних про діяльність, що відносяться до обсягу матеріалу, який надходить до меж балансу мас або виходить за його межі, на вміст вуглецю в матеріалі, помножений на 3,664 т CO₂/тC.

Якщо необхідно розрахувати вміст вуглецю в паливі на основі наявного значення коефіцієнту викидів, вираженого у т CO₂/ГДж, застосовується наступна формула:

$$\text{ВВ}_i = \text{КВ}_i \times \text{НТЗ}_i / 3,664 \quad (2.5)$$

Якщо необхідно розрахувати вміст вуглецю в матеріалі або паливі на основі наявного значення коефіцієнту викидів, вираженого у т CO₂/т, застосовується наступна формула:

$$\text{ВВ}_i = \text{КВ}_i / 3,664 \quad (2.6)$$

2.5. Очищення відхідних газів

Якщо при очищенні відхідних газів відбуваються викиди CO₂, їх включають в моніторинг та звітність. Якщо для денітрифікації газів (deNO_x) використовується сечовина, її розглядають як споживання палива. Викиди CO₂ від використання карбонатів для очищення потоку відхідних газів від кислих газів обчислюються за стандартною методикою, якщо вони не включені в баланс мас. Існує два методи, які вважаються еквівалентними:

Метод А базується на даних щодо вхідного матеріалу, що подається в процес – коефіцієнт викидів CO₂ та дані про діяльність пов'язані з кількісними та якісними характеристиками матеріалу, що вводиться в процес;

Метод Б базується на даних щодо вихідного матеріалу, що видаляється з процесу – дані про діяльність та коефіцієнт викидів CO₂ пов'язані з кількісними та якісними характеристиками матеріалу (сухого гіпсу – CaSO₄ × 2H₂O), що виходить з процесу.

Розрахунок викидів CO₂ від очищення відхідних газів здійснюється за наступною формулою:

$$\text{ВикСО}_2 = \text{ДД} \times \text{КВ} \quad (2.7)$$

де:

ВикСО ₂	викиди CO ₂ від очищення відхідних газів	[т CO ₂]
ДД	дані про діяльність: обсяг вхідного матеріалу, що містить карбонати (метод А) / обсяг гіпсу на виході (метод Б) [т]	[т]
КВ	коефіцієнт викидів CO ₂ для відповідного вхідного матеріалу або гіпсу на виході	[т CO ₂ /т]

2.5.1. Рівні точності для даних про діяльність

Таблиця 2.2. Рівень точності для даних про діяльність для очищення відхідних газів

№ рівня точності	Визначення
1	дані про діяльність: обсяг вхідного матеріалу, що містить карбонати (метод А) / обсяг гіпсу на виході (метод Б) [т] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю ± 7,5%

2.5.2. Рівні точності для розрахункових коефіцієнтів

Для коефіцієнта викидів застосовується рівень точності 1:

Метод А: Коефіцієнт викидів CO₂ визначається на основі стехіометричних співвідношень, наведених у таблиці 2 додатку 3 до Порядку здійснення моніторингу та звітності. Визначення кількості CaCO₃ і MgCO₃ у відповідному вхідному матеріалі проводиться з використанням керівних положень галузевих стандартів. Детальніше розрахунок коефіцієнту викидів для методу А описано у розділі 9.2.2 цих Методичних рекомендацій.

Метод Б: Коефіцієнт викидів CO₂ є стехіометричним співвідношенням сухого гіпсу (CaSO₄ × 2H₂O) до викинутого CO₂, який становить 0,2558 т CO₂/т гіпсу.

Коефіцієнт перетворення приймається за 1 як для методу А, так і для методу Б.

2.6. Газ, спалений у факелі

Для моніторингу викидів CO₂ від спалювання на факельних установках в розрахунки оператором включається звичайне спалювання та інше експлуатаційне спалювання (наприклад, під час підйому бурильної колони зі свердловини, запуску та відключенні, а також за аварійних ситуацій, зокрема при газо- і нафтовидобутку). Також в розрахунки оператором включається компонентний CO₂ відповідно до вимог, встановлених пунктами 54-55 Порядку здійснення моніторингу та звітності.

2.6.1. Рівні точності для даних про діяльність

Таблиця 2.3. Рівні точності для даних про діяльність для оцінки викидів CO₂ від спалювання на факельних установках

№ рівня точності	Визначення
1	дані про діяльність: обсяг факельного газу [тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 17,5\%$
2	дані про діяльність: обсяг факельного газу [тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 12,5\%$
3	дані про діяльність: обсяг факельного газу [тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 7,5\%$

2.6.2. Рівні точності для розрахункових коефіцієнтів

Для коефіцієнта викидів CO₂ застосовуються рівні точності 1 і 2б:

Рівень 1: Використовується коефіцієнт викидів за замовчуванням, який становить 3,93 т CO₂/тис. м³, який відповідає викидам від спалювання чистого етану, що використовується як приблизний показник для факельних газів.

Рівень 2б: Коефіцієнт викидів CO₂ для конкретної установки отримують виходячи з даних щодо молекулярної маси факельного газу, використовуючи моделювання технологічного процесу на основі стандартних галузевих моделей. Для цього визначають відносні пропорції та молекулярну масу кожного компонента газу та розраховують зважене середньорічне значення молекулярної маси факельного газу.

Для коефіцієнта окислення застосовуються лише рівні точності 1 і 2.

3. Методика моніторингу M2 – переробка нафти

3.1. Сфера застосування

Ця методика застосовується для розрахунку викидів CO₂ від установки, включаючи всі викиди від спалювання палива та технологічних процесів, що відбуваються на нафтопереробних заводах.

Викиди CO₂ від установки з нафтопереробки можуть бути:

викидами від спалювання палива; та/або

викидами від технологічних процесів.

Відповідно до додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності оператором здійснюється моніторинг даних про діяльність для наступних типів матеріальних потоків:

регенерація каталізатора каталітичного крекінгу;

виробництво водню.

Оператором враховуються, принаймні, такі потенційні джерела викидів CO₂: котли, промислові нагрівачі/установки для обробки, двигуни внутрішнього згорання/турбіни, каталітичні та термічні окислювачі, печі прожарювання (кальцинації) нафтового коксу, пожежні насоси, аварійні/резервні генератори, факельні установки, сміттєспалювальні установки, крекінг-установки, установки для виробництва водню, технологічні установки

Клауса, установки регенерації каталізатора (в результаті каталітичного крекінгу та інших каталітичних процесів) та установки коксування (флексі-кокінг, уповільнене коксування).

Якщо супутні технологічні гази (зокрема, газ нафтопереробки) передаються за межі установки до іншої установки, врахування викидів CO₂ від таких газів здійснюється відповідно до положень пунктів 54-55 Порядку здійснення моніторингу та звітності.

3.2. Визначення викидів CO₂

Згідно з вимогами Порядку здійснення моніторингу та звітності у моніторинг викидів від установки з переробки нафти включаються наступні технологічні процеси, що призводять до викидів CO₂:

викиди від виробництва водню, що оцінюються за стандартною методикою (розділ 3.2.1.2 цих Методичних рекомендацій);

викиди від регенерації каталізатора каталітичного крекінгу, регенерації інших каталізаторів та флексі-кокінгу, що оцінюються за методикою балансу об'ємів відхідних газів (розділ 3.2.2 цих Методичних рекомендацій) або за методикою на основі неперервних вимірювань (пункти 43-49 Порядку здійснення моніторингу та звітності та розділ 12 цих Методичних рекомендацій).

3.2.1. Стандартна методика

3.2.1.1. Викиди CO₂ від спалювання палива

Викиди CO₂ від спалювання палива визначаються відповідно до стандартної методики моніторингу M1 – спалювання палива (розділ 2 цих Методичних рекомендацій). Ця методика може також застосовуватися для визначення викидів CO₂ від технологічних процесів: викидів від очищення відхідних газів та викидів від факельних установок.

В якості альтернативи загалом можливе застосування методики балансу мас. Оскільки методика балансу мас не надає переваг порівняно зі стандартною методикою, вона, зазвичай, не використовується.

3.2.1.2. Викиди CO₂ від виробництва водню

Викиди CO₂ від виробництва водню розраховуються шляхом множення даних про діяльність на коефіцієнт викидів CO₂.

$$\text{ВикСО}_{2i} = \text{ДД}_{\text{ВуглВод},i} \times \text{КВ}_{\text{ВуглВод},i} \quad (3.1)$$

де:

ВикСО _{2i}	викиди CO ₂ від використання вуглеводневої сировини виду (i) для виробництва водню [т CO ₂]
ДД _{ВуглВод,i}	дані про діяльність: обсяг вуглеводневої сировини виду (i), що надходить у процес виробництва водню протягом звітного періоду [т або тис.м ³]
КВ _{ВуглВод,i}	коефіцієнт викидів CO ₂ для вуглеводневої сировини виду (i) [т CO ₂ /т або т CO ₂ /тис.м ³]

Дані про діяльність та розрахункові коефіцієнти (коефіцієнт викидів CO₂) з одиницями виміру в тоннах використовуються для твердих речовин і рідин, тоді як для газоподібних речовин дозволяється використовувати тонни або кубічні метри. Для того, щоб досягти аналогічного порядку значень для твердих, рідких та газоподібних речовин, значення об'єму останніх необхідно представити в тисячах кубічних метрів. Оператором

приводяться усі виміри об'єму газів до стандартних або нормальних умов (Ст м³ або Нм³) та забезпечується узгодженість звітності. Розрахункові коефіцієнти мають відповідати умовам, застосованим для визначення об'єму.

Розрахунок здійснюється для кожного виду вуглеводневої сировини (матеріального потоку), що використовується у процесі виробництва водню. Значення, що використовуються для даних про діяльність та коефіцієнтів викидів CO₂, залежать від застосовуваних рівнів точності, описаних в розділі 3.3 цих Методичних рекомендацій та додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

3.2.2. Методика балансу об'ємів відхідних газів – викиди CO₂ від регенерації каталізатора каталітичного крекінгу, регенерації інших каталізаторів і флексі-кокінгу

Кокс, що відкладається на каталізаторі як побічний продукт процесу крекінга, спалюється в регенераторі для відновлення активності каталізатора. В подальших процесах переробки нафти, наприклад під час каталітичного риформінгу, також використовується каталізатор, який потребує регенерації.

Викиди CO₂ від регенерації каталізатора каталітичного крекінгу, регенерації інших каталізаторів і флексі-кокінгу оцінюються з використанням балансу об'ємів відхідного газу, що є подібним методиці балансу мас, яка враховує характеристики вхідного повітря та відхідного газу. Аналіз вхідного повітря та відхідного газу та вибір рівнів точності має відповідати положенням розділу 3.3 цих Методичних рекомендацій та пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги щодо відбору проб, проведення лабораторних аналізів, калібрування та валідації для визначення розрахункових коефіцієнтів для кожного виду матеріалу.

Баланс об'ємів відхідного газу визначається шляхом застосування системи неперервних вимірювань викидів CO₂. Визначення викидів CO₂ за звітний період від регенерації каталітичних конвертерів у процесах крекінгу та риформінгу проводиться з використанням балансу, беручи до уваги вміст CO₂, CO, NO_x та SO₂ у відхідному газі після регенерації та у поданому повітрі. Припускається, що у наступних процесах відбувається повне перетворення CO у CO₂.

Розрахунок здійснюється за наступною формулою:

$$\text{ВикСО}_{2\text{Кокс}} = K_{\text{рік}} \times O_{\text{відх.г.рік}} \quad (3.2)$$

де:

ВикСО _{2Кокс}	викиди CO ₂ від регенерації каталізатора (випалювання коксу) [т CO ₂]
K _{рік}	середньорічна концентрація CO ₂ у сухому відхідному газі [г/ Нм ³]
O _{відх.г.,рік}	розрахунковий річний об'єм сухого відхідного газу [Нм ³]

Параметри визначаються у такій послідовності:

Крок 1. Концентрація ПГ у відхідному газі

Середні за годину показники вмісту CO₂ та CO, а також погодинний об'єм сухого поданого повітря визначаються за допомогою системи неперервних вимірювань.

Погодинна концентрація ПГ у відхідному газі, що визначається у г/Нм³, розраховується за формулою:

$$K_{\text{год}} = (a_{\text{CO}_2} + b_{\text{CO}}) \times \frac{44 \times 1000}{22,4} \quad (3.3)$$

де:

$K_{\text{год}}$	погодинна середня концентрація ПГ (CO_2) у сухому відхідному газі [г/ Нм ³]
a_{CO_2}	погодинний середній вміст CO_2 у сухому відхідному газі [% за об'ємом]
b_{CO}	погодинний середній вміст CO у сухому відхідному газі [% за об'ємом]

У формулі 3.3 наводиться як CO_2 , так і CO. Оскільки припускається, що повне перетворення монооксиду вуглецю в діоксид вуглецю відбувається у подальших процесах, обсяги CO, викинутого в атмосферне повітря, вважаються молярним еквівалентом обсягів CO_2 . Перерахунок маси CO у CO_2 здійснюється шляхом множення маси CO на коефіцієнт 1,571 (коефіцієнт для перерахунку молярної маси CO в CO_2).

Кожної години оператором визначаються середні за годину значення a_{CO_2} та b_{CO} у відсотках за об'ємом, а також об'єм сухого поданого за годину повітря відповідно до пункту 47 Порядку здійснення моніторингу та звітності.

$K_{\text{год}}$ також розраховується на погодинній основі.

Середньорічна (зважена) погодинна концентрація ПГ розраховується за формулою:

$$K_{\text{рік}} = \frac{\sum (K_{\text{год}} \times O_{\text{пов.год}})}{\sum (O_{\text{пов.год}})} \quad (3.4)$$

де:

$K_{\text{рік}}$	середньорічна погодинна концентрація ПГ у сухому відхідному газі [г/ Нм ³]
$K_{\text{год}}$	погодинна середня концентрація ПГ у сухому відхідному газі [г/ Нм ³]
$O_{\text{пов.год}}$	погодинний об'єм сухого поданого повітря [Нм ³]

Оператором приводяться усі виміри до сухого газу та нормальних умов та забезпечується узгодженість звітності. Для цього може знадобитися вимірювання інших параметрів, таких як вміст вологи, температура та тиск відхідного газу.

Крок 2. Розрахунок річного об'єму сухого відхідного газу

Об'єм відхідного газу, який використовується в формулі 3.2, зазвичай не вимірюється, а розраховується за допомогою балансу об'ємів газу. При регенерації каталізатор з коксом, що відклався, регенерується продувкою повітря, а всі горючі компоненти перетворюються на CO_2 , CO, H_2O , NO_x та SO_2 . Розрахунок обсягу сухого відхідного газу, виходячи з обсягу вхідного повітря та складу відхідного газу, визначених шляхом неперервних вимірювань, здійснюється згідно з наступною формулою, припускаючи, що вміст постійних інертних газів, які є складовими поданого атмосферного повітря і не вступають в реакцію у зазначеному процесі, становить 79,07% за об'ємом:

$$O_{\text{відх.г.рік}} = \frac{79,07}{100 - a_{\text{CO}_2} - b_{\text{CO}} - c_{\text{O}_2} - d_{\text{NO}_x} - e_{\text{SO}_2}} \times O_{\text{пов.рік}} \quad (3.5)$$

де:

$O_{\text{відх.г.рік}}$	розрахунковий річний об'єм сухого відхідного газу [Нм ³]
c_{O_2}	середньорічний вміст кисню у сухому відхідному газі у % за об'ємом

d_{NO_x}	середньорічний вміст NO_x у сухому відхідному газі у % за об'ємом
e_{SO_2}	середньорічний вміст SO_2 у сухому відхідному газі у % за об'ємом
$O_{пов,рік}$	річний об'єм сухого поданого повітря [$Нм^3$]

Необхідною умовою для наведеного балансу є те, що кокс майже не містить азотних сполук або вони перетворюються в NO_x (що зазвичай відбувається). Крім того, якщо NO_x та SO_2 не можуть бути визначені індивідуально у відхідному газі за виправданих витрат, їх вміст слід припустити, виходячи з консервативної оцінки.

Крок 3. Підсумок

Розрахунок викидів CO_2 від діяльності протягом звітного періоду здійснюється шляхом множення результатів, отриманих на Кроках 1 і 2, відповідно до формули 3.2.

3.3. Рівні точності

3.3.1. Рівні точності для даних про діяльність для виробництва водню

Таблиця 3.1. Рівні точності для даних про діяльність для виробництва водню

№ рівня точності	Визначення
1	дані про діяльність: обсяг вуглеводневої сировини [т] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 7,5\%$
2	дані про діяльність: обсяг вуглеводневої сировини [т] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 2,5\%$

3.3.2. Рівні точності для коефіцієнта викидів для виробництва водню

Для коефіцієнта викидів визначаються такі рівні точності:

Рівень 1: Оператором використовується значення за замовчуванням, яке дорівнює 2,9 т CO_2 на тону вуглеводневої сировини, виходячи з припущення, що використовується етан.

Рівень 2: Оператором визначається коефіцієнт викидів, який розраховується виходячи із вмісту вуглецю у вуглеводневій сировині, визначеному на основі лабораторних аналізів згідно з відповідними положеннями пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги щодо відбору проб, проведення лабораторних аналізів, калібрування та валідації для визначення розрахункових коефіцієнтів.

3.3.3. Рівні точності для діяльності щодо регенерації каталізатора каталітичного крекінгу, регенерації інших каталізаторів і флексі-кокінгу

Для моніторингу викидів CO_2 від регенерації каталізатора каталітичного крекінгу, регенерації інших каталізаторів і флексі-кокінгу на нафтопереробних заводах розглядається невизначеність, пов'язана з загальною невизначеністю обсягу всіх викидів CO_2 від кожного джерела.

Таблиця 3.2. Рівні точності для діяльності з регенерації каталізатора каталітичного крекінгу, регенерації інших каталізаторів і флексі-кокінгу

№ рівня точності	Визначення
1	для кожного джерела загальні викиди за звітний період визначаються з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 10\%$
2	для кожного джерела загальні викиди за звітний період визначаються з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 7,5\%$
3	для кожного джерела загальні викиди за звітний період визначаються з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 5\%$
4	для кожного джерела загальні викиди за звітний період визначаються з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 2,5\%$

4. Методика моніторингу МЗ - виробництво коксу

4.1. Сфера застосування

Ця методика застосовується для розрахунку викидів CO_2 від установок з виробництва коксу шляхом піролізу вугілля, тобто нагрівання вугілля в атмосфері, що не містить кисню, для отримання коксу (твердої речовини), газів і рідин.

Виробництво коксу може бути частиною металургійного виробництва з повним циклом, що має прямий технічний зв'язок із установками для випалювання та установками для виробництва чавуну та сталі. Таким чином, в процесі звичайної експлуатації установки з виробництва коксу може відбуватися інтенсивний обмін матеріалами, наприклад, доменним газом, коксовим газом, коксом, вапняком, з іншими частинами виробництва. Якщо розглядати в цілому все металургійне виробництво з повним циклом, що відбувається в межах однієї установки, а не тільки виробництво коксу, викиди CO_2 можна розраховувати для всієї установки разом, використовуючи методику балансу мас.

Для розрахунку викидів ПГ від установок з виробництва коксу оператором включаються в план моніторингу, принаймні, такі матеріальні потоки: сировина (включаючи коксівне вугілля або нафту), традиційне викопне паливо (включаючи вугілля та природний газ), супутні технологічні гази (включаючи доменний та коксовий газ), інші види палива, а також враховуються викиди ПГ від очищення відхідних газів (наприклад, викиди від використання вапняку чи кальцинованої соди).

Потенційні вхідні матеріальні потоки, які є характерними для типової установки з виробництва коксу, включають:

коксівне вугілля;

нафту;

природний газ;

карбонати для очищення відхідних газів (наприклад, CaCO_3 , Na_2CO_3);

інші матеріали та паливо, що містять вуглець.

Потенційні вихідні потоки, які є характерними для типової установки з виробництва коксу, включають:

- кокс;
- коксовий газ (якщо експортується за межі балансу мас);
- смолу (вугільний дьоготь) або продукцію, отриману з неї;
- сирий бензол;
- іншу продукцію, побічні продукти або відходи, що містять вуглець.

Якщо супутні технологічні гази (включаючи коксовий газ і доменний газ) передаються за межі установки або отримуються з іншої установки, врахування викидів ПГ від таких газів здійснюється відповідно до положень пунктів 54-55 Порядку здійснення моніторингу та звітності.

4.2. Визначення викидів CO₂

4.2.1. Методика балансу мас

Методика балансу мас базується на розрахунках, де використовується повний баланс вуглецю, що подається на установку та видаляється з неї. Ця методика може застосовуватися як до всієї установки в цілому (в т.ч. металургійного заводу з повним циклом), так і до окремого виду діяльності з виробництва коксу, що здійснюється на частині металургійного заводу або на окремій установці.

Відповідно до методики балансу мас оператором розраховується обсяг викидів CO₂, що відповідає кожному матеріальному потоку, включеному в баланс мас, шляхом множення даних про діяльність, пов'язаних із кількістю матеріалу, що входить до або виходить за межі балансу мас, на вміст вуглецю в матеріалі та на 3,664 т CO₂/т С (коефіцієнт для перерахунку молярної маси вуглецю в CO₂).

Викидами від усього процесу, який охоплюється балансом мас, є сума викидів CO₂ від усіх матеріальних потоків, що включені у цей баланс. Обсяги CO (монооксиду вуглецю), викинутого в атмосферне повітря, вважаються молярним еквівалентом обсягів CO₂. Для цього викиди монооксиду вуглецю просто не враховуються як вихідний матеріальний потік у балансі мас.

Для розрахунку викидів CO₂ відповідно до методики балансу мас застосовується наступна формула:

$$\text{ВикСО}_2 = (\text{В}_{\text{Вхід}} - \text{В}_{\text{Продукція}} - \text{В}_{\text{Відходи}}) \times 3,664 \quad (4.1)$$

де:

ВикСО ₂	викиди CO ₂ від усіх матеріальних потоків, що включені у баланс мас [т CO ₂]
В _{Вхід}	маса вуглецю в усіх видах вхідних матеріалів, витрачених на виробництво коксу протягом звітного періоду [т]
В _{Продукція}	маса вуглецю в усіх видах вихідної продукції, виробленої протягом звітного періоду [т]
В _{Відходи}	маса вуглецю у всіх відходах, що утворюються під час діяльності протягом звітного періоду [т]
3,664	коефіцієнт для перерахунку молярної маси вуглецю в CO ₂ [т CO ₂ /т]

Розрахунок здійснюється у такій послідовності:

Крок 1. Маса вуглецю в усіх видах матеріалів, витрачених на виробництво коксу

Маса вуглецю в усіх видах матеріалів, витрачених на виробництво коксу протягом звітного періоду, розраховується за формулою 4.2. У розрахунок необхідно включити усі види вхідних матеріалів, що фактично використовуються на установці та містять вуглець (для прикладу у формулі нижче зазначені кілька типових вхідних матеріалів).

$$V_{\text{Вхід}} = DD_{\text{Вуг}} \times VV_{\text{Вуг}} + DD_{\text{ДГ}} \times VV_{\text{ДГ}} + \sum (DD_i \times VV_i) \quad (4.2)$$

де:

$DD_{\text{Вуг}}$ дані про діяльність: обсяг вугілля, витраченого на виробництво коксу [т]

$VV_{\text{Вуг}}$ вміст вуглецю у спожитому вугіллі [т С/т]

$DD_{\text{ДГ}}$ дані про діяльність: обсяг доменного газу, витраченого на виробництво коксу [тис. м³ або т]

$VV_{\text{ДГ}}$ вміст вуглецю у спожитому доменному газі [т С/тис. м³ або т С/т]

DD_i дані про діяльність: обсяг іншого, ніж перелічені вище, матеріалу виду (i), що вміщує вуглець, витраченого на виробництво коксу [тис. м³ або т]

VV_i вміст вуглецю у кожному відповідному матеріалі виду (i) [т С/тис. м³ або т С/т]

Обсяг кожного вхідного матеріалу може вимірюватися або на межі установки, або безпосередньо при вході в технологічний процес. Якщо вимірювання обсягу вхідного матеріалу здійснюється на межі установки, для визначення даних про діяльність оператором підсумовується вимірювання окремо поставлених обсягів (партій) матеріалу з урахуванням відповідних змін у запасах на складі. Зміни у запасах розраховуються як різниця між запасами на початок та на кінець звітного періоду, що додається до обсягу матеріалу, поставленого протягом звітного періоду. Також, необхідно відняти обсяг матеріалу, який передається («експортується») за межі установки або споживається на установці для діяльності, яка не охоплена системою МЗВ (наприклад, споживання палива транспортом).

Якщо вимірювання обсягу матеріалу проводиться безпосередньо перед подачею в технологічний процес, зміни у запасах не враховують.

Вибір варіанту безпосереднього вимірювання або вимірювання на межі установки з урахуванням зміни у запасах на складі залежить від сумарної невизначеності даних про діяльність, досягнутої в різних варіантах вимірювання.

Дані про діяльність та розрахункові коефіцієнти (вміст вуглецю) з одиницями виміру в тоннах використовуються для твердих речовин і рідин, тоді як для газоподібних речовин дозволяється використовувати тонни або кубічні метри. Для того, щоб досягти аналогічного порядку значень для твердих, рідких та газоподібних речовин, значення об'єму останніх необхідно представити в тисячах кубічних метрів. Оператором приводяться усі виміри об'єму газів до стандартних або нормальних умов (Ст м³ або Нм³) та забезпечується узгодженість звітності. Розрахункові коефіцієнти мають відповідати умовам, застосованим для визначення об'єму.

Крок 2. Маса вуглецю у продукції

Маса вуглецю у продукції, що вироблена протягом звітного періоду, розраховується за формулою 4.3. У розрахунок необхідно включити усі види продукції, що фактично виробляються на установці та містять вуглець (для прикладу у формулі нижче зазначені кілька типових видів продукції):

$$V_{\text{Продукція}} = DD_{\text{Кокс}} \times VB_{\text{Кокс}} + DD_{\text{КГаз}} \times VB_{\text{КГаз}} + \sum (DD_{\text{Продукція},i} \times VB_{\text{Продукція},i}) \quad (4.3)$$

де:

$DD_{\text{Кокс}}$ дані про діяльність: обсяг виробленого коксу [т]

$VB_{\text{Кокс}}$ вміст вуглецю у виробленому коксі [т С/т]

$DD_{\text{КГаз}}$ дані про діяльність: обсяг коксового газу, що був експортований за межі балансу мас [тис. м³ або т]

(коковий газ, використаний під час виробництва коксу, не враховується, оскільки викиди від нього враховуються в межах балансу мас)

$VB_{\text{КГаз}}$ вміст вуглецю в коксовому газі, що був експортований за межі балансу мас [т С/ тис. м³ або т С/т]

$DD_{\text{Продукція},i}$ дані про діяльність: обсяг виробленої продукції виду (i) [тис. м³ або т]

$VB_{\text{Продукція},i}$ вміст вуглецю у відповідній продукції виду (i) [т С/тис. м³ або т С/т]

Обсяг кожного виду виробленої продукції може вимірюватися або безпосередньо після виробничого процесу, або на межі установки з урахуванням зміни у запасах на складі. Якщо вимірювання обсягу виробленої продукції здійснюється на межі установки, для визначення даних про діяльність оператором підсумовуються окремі вимірювання обсягів (партій) продукції, поставлених за межі установки, та віднімаються зміни у запасах на складі (що визначаються як різниця між запасами на початок та на кінець звітного періоду). Рішення щодо вибору варіанта безпосереднього вимірювання після технологічного процесу або вимірювання на межі установки з урахуванням зміни у запасах на складі залежить від сумарної невизначеності даних про діяльність, як це зазначено для вхідних матеріалів у Кроку 1.

Крок 3. Маса вуглецю у відходах

Маса вуглецю в усіх відходах, що утворюються під час діяльності протягом звітного періоду (вивозяться за межі установки або складуються), розраховується за формулою:

$$V_{\text{Відходи}} = \sum (DD_{\text{Відходи},i} \times VB_{\text{Відходи},i}) \quad (4.4)$$

де:

$DD_{\text{Відходи},i}$ дані про діяльність: обсяг відходів виду (i), які є результатом діяльності за звітний період [т]

$VB_{\text{Відходи},i}$ вміст вуглецю у відповідних відходах виду (i) [т С/т]

Крок 4. Підсумок

Обсяг викидів CO₂ від діяльності протягом звітного періоду розраховується відповідно до формули 4.1.

Значення, що використовуються для даних про діяльність та вмісту вуглецю, залежать від застосовуваних рівнів точності, описаних в розділі 4.3 цих Методичних рекомендацій та додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

4.2.1.1. Розрахунок вмісту вуглецю на основі коефіцієнту викидів CO₂

Якщо необхідно розрахувати вміст вуглецю в паливі на основі наявного значення коефіцієнту викидів (наприклад, значення за замовчуванням), вираженого у т CO₂/ТДж, то використовується наступна формула:

$$ВВ_i = КВ_i \times НТЗ_i / 3,664 \quad (4.5)$$

Якщо необхідно розрахувати вміст вуглецю в матеріалі або паливі, виходячи з коефіцієнту викидів, вираженого у т CO₂/т або т CO₂/тис. м³, то використовується наступна формула:

$$ВВ_i = КВ_i / 3,664 \quad (4.6)$$

де:

ВВ _i	вміст вуглецю в матеріалі (паливі) виду (i) [т/т або т/тис. м ³]
НТЗ _i	нижча теплотворна здатність палива виду (i) [ТДж/т або ТДж/тис. м ³]
КВ _i	коефіцієнт викидів CO ₂ для матеріалу (палива) виду (i) [т CO ₂ /ТДж, т CO ₂ /т або т CO ₂ /тис. м ³]
3,664	коефіцієнт для перерахунку молярної маси вуглецю в CO ₂

4.2.1.2. Особливості використання методики балансу мас

Обсяги CO, викинутого в атмосферне повітря, вважаються молярним еквівалентом обсягів CO₂. Для цього викиди монооксиду вуглецю просто не враховуються як вихідний матеріальний потік у балансі мас.

Якщо в баланс мас включені біомаса або змішане паливо чи матеріал, то вміст вуглецю у них коригується так, щоб враховувалась лише частка викопного палива. Якщо припускається, що біомаса міститься у вихідних матеріальних потоках, оператором надається Міндовкіллю обґрунтування цього припущення. Запропонована методика мас уникати недооцінки викидів CO₂.

Важливо дотримуватися принципу повноти моніторингу та звітності щодо викидів CO₂, тобто всі матеріали та паливо, що споживаються та виробляються, мають враховуватися у балансі мас, якщо вони не включені в розрахунки за іншими методиками (неперервним вимірюванням та стандартною методикою). Проте, у деяких випадках може бути важко точно визначити незначні кількості вуглецю. У цій ситуації оператором з'ясовується, чи може матеріал вважатися незначним матеріальним потоком. Наприклад, припущення, що кількість вуглецю, що видаляється з установки у складі шлаку або інших відходів, дорівнює нулю, може вважатися прийнятним консервативним методом оцінки для незначних матеріальних потоків. Таке припущення при застосуванні стандартної методики відповідає коефіцієнту перетворення, що дорівнює 1 (тобто 100% перетворення вуглецю на CO₂).

4.2.2. Стандартна методика

Замість методики балансу мас, що застосовується для розрахунку загальних викидів CO₂, можна застосовувати стандартну методику окремо для розрахунку викидів CO₂ від спалювання та викидів технологічних процесів виробництва коксу. При цьому необхідно забезпечити повне охоплення усіх матеріальних потоків, що містять вуглець, та не допускати їх подвійного обліку.

4.2.2.1. Викиди CO₂ від спалювання палива

У випадках, коли для процесів спалювання, що відбуваються на установках з виробництва коксу, неможливо або небажано застосувати методика балансу мас, або можна досягти вищої точності даних, викиди CO₂ від спалювання можуть визначатися відповідно до методики моніторингу М1 – спалювання палива (розділ 2 цих Методичних рекомендацій). Ця методика може також застосовуватися для визначення викидів CO₂ від очищення відхідних газів (розділ 2.5 2.5 цих Методичних рекомендацій) та викидів CO₂ від факельних установок (розділ 2.6 цих Методичних рекомендацій), якщо вони не включені до балансу мас.

4.2.2.2. Викиди від технологічних процесів

Принципово ця методика не відрізняється від балансу мас, де розрахунок викидів CO₂ здійснюється на основі даних про діяльність (обсягу вхідних та вихідних матеріалів). Однак, у цьому випадку дані про діяльність помножуються на коефіцієнт викидів (на відміну від балансу мас, де використовується вміст вуглецю та коефіцієнт 3,664 для перерахунку молярної маси вуглецю в CO₂).

Викиди CO₂ від коксових печей розраховуються за формулою:

$$\text{ВикСО}_2 = \text{ВикСО}_{2\text{Вхід}} - \text{ВикСО}_{2\text{Вихід}} \quad (4.7)$$

де:

ВикСО ₂	викиди CO ₂ від технологічного процесу виробництва коксу [т CO ₂]
ВикСО _{2Вхід}	викиди CO ₂ , пов'язані з вхідними матеріальними потоками [т CO ₂]
ВикСО _{2Вихід}	викиди CO ₂ , пов'язані з вихідними матеріальними потоками [т CO ₂]

Розрахунок викидів CO₂ здійснюється у такій послідовності:

Крок 1. Викиди CO₂ від вхідних матеріальних потоків

Викиди CO₂ від усіх матеріалів, які були спожиті під час діяльності протягом звітного періоду, розраховуються за формулою 4.8. У розрахунок необхідно включити усі види вхідних матеріалів, що використовуються на установці та містять вуглець (для прикладу у формулі нижче зазначені кілька типових вхідних матеріалів):

$$\text{ВикСО}_{2\text{Вхід}} = \text{ДД}_{\text{Вуг}} \times \text{КВ}_{\text{Вуг}} + \text{ДД}_{\text{КГаз}} \times \text{КВ}_{\text{КГаз}} + \sum (\text{ДД}_i \times \text{КВ}_i) \quad (4.8)$$

де:

ВикСО _{2Вхід}	викиди CO ₂ , пов'язані з вхідними матеріальними потоками [т CO ₂]
ДД _{Вуг}	дані про діяльність: обсяг вугілля, яке використане для виробництва коксу [т]
ДД _{КГаз}	дані про діяльність: обсяг спожитого коксового газу [тис. м ³ або т]
ДД _i	дані про діяльність: обсяг кожного наступного матеріалу виду (i), що вміщує вуглець, спожитого для виробництва коксу [тис. м ³ або т]
КВ _{Вуг}	коефіцієнт викидів CO ₂ для вугілля [т CO ₂ /т]
КВ _{КГаз}	коефіцієнт викидів CO ₂ для коксового газу [т CO ₂ /т або т CO ₂ /тис. м ³]
КВ _i	коефіцієнти викидів CO ₂ для кожного відповідного матеріалу виду (i) [т CO ₂ /т або т CO ₂ /тис. м ³]

Крок 2. Викиди CO₂ від вихідних матеріальних потоків

Потенційні викиди CO₂, зв'язані у складі матеріалів (продукції та відходах), що утворилися в результаті діяльності протягом звітного періоду, розраховуються за формулою:

$$\text{ВикСО}_2\text{Вихід} = \text{ДД}_{\text{Кокс}} \times \text{КВ}_{\text{Кокс}} + \text{ДД}_{\text{КГаз}} \times \text{КВ}_{\text{КГаз}} + \sum (\text{ДД}_{\text{Продукція,б}} \times \text{КВ}_{\text{Продукція,б}}) + \sum (\text{ДД}_{\text{Відходи,с}} \times \text{КВ}_{\text{Відходи,с}}) \quad (4.9)$$

де:

ВикСО ₂ Вихід	викиди CO ₂ , пов'язані з вихідними матеріальними потоками [т CO ₂]
ДД _{Кокс}	дані про діяльність: обсяг виробленого коксу [т]
ДД _{КГаз}	дані про діяльність: обсяг коксового газу [тис. м ³ або т]
ДД _{Продукція,б}	дані про діяльність: обсяг виробленої продукції виду (b), що містить вуглець [т]
ДД _{Відходи,с}	дані про діяльність: обсяг утворених відходів виду (c), що містять вуглець [т]
КВ _{Кокс}	коефіцієнт викидів CO ₂ для коксу [т CO ₂ /т]
КВ _{КГаз}	коефіцієнт викидів CO ₂ для коксового газу [т CO ₂ /т або т CO ₂ / тис. м ³]
КВ _{Продукція,б}	коефіцієнт викидів CO ₂ для відповідної продукції виду (b) [т CO ₂ /т]
КВ _{Відходи,с}	коефіцієнт викидів CO ₂ для відповідних відходів виду (c) [т CO ₂ /т]

Крок 3. Підсумок

Обсяг викидів CO₂ від технологічних процесів розраховується шляхом вирахування значення, отриманого за Кроком 2, від значення, отриманого за Кроком 1, відповідно до формули 4.7.

Значення, що використовуються для даних про діяльність та коефіцієнтів викидів CO₂, залежать від застосовуваних рівнів точності, описаних в розділі 4.3 цих Методичних рекомендацій та додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

4.3. Рівні точності

4.3.1. Рівні точності для даних про діяльність

Оператором аналізується та повідомляється про всі матеріальні потоки на вході в установку та виході з неї, а також про зміни запасів для всіх відповідних видів палива та матеріалів (якщо є необхідність їх враховувати для визначення даних про діяльність).

Таблиця 4.1. Рівні точності для даних про діяльність

№ рівня точності	Визначення
1	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозвальною невизначеністю ± 7,5%
2	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозвальною невизначеністю ± 5,0%

3	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимальною дозволеною невизначеністю $\pm 2,5\%$
4	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимальною дозволеною невизначеністю $\pm 1,5\%$

4.3.2. Рівні точності для розрахункових коефіцієнтів

Рівні точності для розрахункових коефіцієнтів для стандартної методики та рівні точності для методики балансу мас наведені у додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

5. Методика моніторингу М4 - випалювання або спікання, в тому числі агломерація металеві руди

5.1. Сфера застосування

Ця методика застосовується для визначення викидів CO₂ від установок для випалювання або спікання металевих руд, в тому числі виготовлення окатишів.

Агломераційні установки для випалювання, спікання або гранулювання металевих руд можуть бути частиною металургійного заводу з безпосереднім технічним зв'язком із коксовими печами та установками для виробництва чавуну та сталі, включаючи безперервне лиття. Таким чином, в процесі звичайної експлуатації агломераційної установки може відбуватися інтенсивний обмін матеріалами, наприклад, доменним газом, коксовим газом, коксом і вапняком з іншими частинами виробництва. Якщо розглядати все металургійне виробництво в цілому, а не тільки агломераційну установку, можна використовувати методику балансу мас, яка дозволяє розрахувати викиди CO₂ від усього металургійного заводу з повним циклом.

Для визначення викидів CO₂ від установок для випалювання або спікання металевих руд оператор враховуються принаймні наступні процеси та матеріальні потоки: сировина (кальцинація вапняку, доломіту та карбонатних залізних руд, у тому числі FeCO₃), традиційні види палива (включаючи природний газ і кокс/коксівий дріб'язок), супутні технологічні гази (включаючи коксовий газ і доменний газ), побічні продукти технологічного процесу, що використовуються як вхідний матеріал, включаючи пил від агломераційної установки, конвертерної та доменної печі, інші види палива, а також процес очищення відхідних газів.

Потенційні матеріальні потоки, які є характерними для типової установки з випалювання, спікання або агломерації металевих руд, включають:

- традиційні види палива (в т.ч. природний газ);
- залізну руду (якщо включає карбонатні сполуки);
- вапняк;
- доломіт;
- інші види палива та матеріали, що містять вуглець.

Якщо супутні технологічні гази (включаючи коксовий газ і доменний газ) передаються за межі установки або отримуються з іншої установки, врахування викидів

CO₂ від таких газів здійснюється відповідно до положень пунктів 54-55 Порядку здійснення моніторингу та звітності.

5.2. Визначення викидів CO₂

5.2.1. Методика балансу мас

Методика балансу мас базується на розрахунках, де використовується повний баланс вуглецю, що подається на установку та видаляється з неї. Ця методика може застосовуватися як до всієї установки в цілому (в т.ч. металургійного заводу з повним циклом), так і до окремого виду діяльності з випалювання або спікання металевих руд, що здійснюється на частині металургійного заводу або на окремій установці.

Відповідно до методики балансу мас оператором розраховується обсяг CO₂, що відповідає кожному матеріальному потоку, включеному в баланс мас, шляхом множення даних про діяльність, пов'язаних з обсягом матеріалу, що входить до або виходить за межі установки, на вміст вуглецю в матеріалі та на 3,664 т CO₂/т С (коефіцієнт для перерахунку молярної маси вуглецю в CO₂).

Викидами від всього процесу, який охоплюється балансом мас, є викиди CO₂, від усіх матеріальних потоків, що включені у цей баланс. Обсяги СО (монооксиду вуглецю), викинутого в атмосферне повітря, вважаються молярним еквівалентом обсягів CO₂. Для цього викиди монооксиду вуглецю просто не враховуються як вихідний матеріальний потік у балансі мас.

Для розрахунку викидів CO₂ відповідно до методики балансу мас застосовується наступна формула:

$$\text{ВикСО}_2 = (\text{В}_{\text{Вхід}} - \text{В}_{\text{Продукція}} - \text{В}_{\text{Відходи}}) \times 3,664 \quad (5.1)$$

де:

ВикСО ₂	викиди CO ₂ від усіх матеріальних потоків, що включені у баланс мас [т CO ₂]
В _{Вхід}	маса вуглецю в усіх видах вхідних матеріалів (палива), витрачених на діяльність з випалювання або спікання металевих руд протягом звітного періоду [т]
В _{Продукція}	маса вуглецю в усіх видах вихідної продукції, вироблених протягом звітного періоду [т]
В _{Відходи}	маса вуглецю у всіх відходах, що утворюються під час діяльності протягом звітного періоду [т]
3,664	коефіцієнт для перерахунку молярної маси вуглецю в CO ₂ [т CO ₂ /т С]

Розрахунок здійснюється у такій послідовності:

Крок 1. Маса вуглецю в усіх видах матеріалів, витрачених на діяльність з випалювання або спікання металевих руд

Маса вуглецю в усіх видах матеріалів, витрачених на виробництво протягом звітного періоду, розраховується за формулою 5.2. У розрахунок необхідно включити усі види вхідних матеріалів, що фактично використовуються на установці та містять вуглець (для прикладу у формулі нижче зазначені кілька типових вхідних матеріалів).

$$\text{В}_{\text{Вхід}} = \text{ДД}_{\text{КД}} \times \text{ВВ}_{\text{КД}} + \text{ДД}_{\text{КГаз}} \times \text{ВВ}_{\text{КГаз}} + \text{ДД}_{\text{ДГ}} \times \text{ВВ}_{\text{ДГ}} + \sum (\text{ДД}_i \times \text{ВВ}_i) \quad (5.2)$$

де:

$ДД_{кд}$	дані про діяльність: обсяг коксового дріб'язку, витраченого на діяльність з випалювання або спікання металевих руд [т]
$ВВ_{кд}$	вміст вуглецю у коксовому дріб'язку [т С/т]
$ДД_{кгаз}$	дані про діяльність: обсяг коксового газу, витраченого на діяльність з випалювання або спікання металевих руд [т]
$ВВ_{кгаз}$	вміст вуглецю у коксовому газі [т С/т]
$ДД_{дг}$	дані про діяльність: обсяг спожитого доменного газу, витраченого на діяльність з випалювання або спікання металевих руд [тис. м ³ або т]
$ВВ_{дг}$	вміст вуглецю у спожитому доменному газі [т С/тис. м ³ або т]
$ДД_i$	дані про діяльність: обсяг кожного іншого, ніж перелічені вище, матеріалу виду (i), що вміщує вуглець, витраченого на діяльність з випалювання або спікання металевих руд [тис. м ³ або т]
$ВВ_i$	вміст вуглецю в матеріальному потоці виду (i) [т С/тис. м ³ або т]

Обсяг кожного вхідного матеріалу може вимірюватися або на межі установки, або безпосередньо при вході в технологічний процес. Якщо вимірювання обсягу вхідного матеріалу здійснюється на межі установки, для визначення даних про діяльність оператором підсумовується вимірювання окремо поставлених обсягів (партій) матеріалу з урахуванням відповідних змін у запасах на складі. Зміни у запасах розраховуються як різниця між запасами на початок та на кінець звітної періоду, що додається до обсягу матеріалу, поставленого протягом звітної періоду. Також, необхідно відняти обсяг матеріалу, який передається («експортується») за межі установки або споживається на установці для діяльності, яка не охоплена системою МЗВ (наприклад, споживання палива транспортом).

Якщо вимірювання обсягу матеріалу проводиться безпосередньо перед подачею в технологічний процес, зміни у запасах не враховують.

Вибір варіанту безпосереднього вимірювання або вимірювання на межі установки з урахуванням зміни у запасах на складі залежить від сумарної невизначеності даних про діяльність, досягнутої в різних варіантах вимірювання.

Дані про діяльність та розрахункові коефіцієнти (вміст вуглецю) з одиницями виміру в тоннах використовуються для твердих речовин і рідин, тоді як для газоподібних речовин дозволяється використовувати тонни або кубічні метри. Для того, щоб досягти аналогічного порядку значень для твердих, рідких та газоподібних речовин, значення об'єму останніх необхідно представити в тисячах кубічних метрів. Оператором приводяться усі виміри об'єму газів до стандартних або нормальних умов (Ст м³ або Нм³) та забезпечується узгодженість звітності. Розрахункові коефіцієнти мають відповідати умовам, застосованим для визначення об'єму.

Крок 2. Маса вуглецю у продукції

Маса вуглецю у продукції, виробленій протягом звітної періоду, розраховується за формулою 5.3. У розрахунок необхідно включити усі види продукції, що фактично виробляються на установці та містять вуглець (для прикладу у формулі нижче зазначені кілька типових видів продукції).

$$V_{\text{Продукція}} = ДД_A \times ВВ_A + ДД_{Агаз} \times ВВ_{Агаз} + \sum (ДД_{\text{Продукт},i} \times ВВ_{\text{Продукт},i}) \quad (5.3)$$

де:

$ДД_A$	дані про діяльність: обсяг виробленого агломерату [т]
$ВВ_A$	вміст вуглецю у виробленому агломераті [т С/т]
$ДД_{АГаз}$	дані про діяльність: обсяг агломераційного газу, що був експортований за межі балансу мас [тис. м ³ або т]
$ВВ_{АГаз}$	вміст вуглецю в агломераційному газі, що був експортований за межі балансу мас [т С/тис. м ³ або т]
$ДД_{Продукт,i}$	дані про діяльність: обсяг побічного продукту виду (i) від виробництва агломерату, що був експортований за межі балансу мас [тис. м ³ або т]
$ВВ_{Продукт,i}$	вміст вуглецю у побічному продукті виду (i) від виробництва агломерату, що був експортований за межі балансу мас [т С/тис. м ³ або т]

Обсяг кожного виду виробленої продукції та побічного продукту може вимірюватися або безпосередньо після виробничого процесу, або на межі установки з урахуванням зміни у запасах на складі. Якщо вимірювання обсягу виробленої продукції (або побічного продукту) здійснюється на межі установки, для визначення даних про діяльність оператором підсумовуються окремі вимірювання обсягів (партій) продукції, поставлених за межі установки, та віднімаються зміни у запасах на складі (що визначаються як різниця між запасами на початок та на кінець звітної періоду). Рішення щодо вибору варіанта безпосереднього вимірювання після технологічного процесу або вимірювання на межі установки з урахуванням зміни у запасах на складі залежить від сумарної невизначеності даних про діяльність, як це зазначено для вхідних матеріалів у Кроку 1.

Крок 3. Маса вуглецю у відходах

Маса вуглецю в усіх відходах, що утворюються під час діяльності протягом звітної періоду (вивозяться за межі установки або складуються), розраховується за формулою:

$$В_{Відходи} = \sum (ДД_{Відходи,i} \times ВВ_{Відходи,i}) \quad (5.4)$$

де:

$ДД_{Відходи,i}$	дані про діяльність: обсяг відходів виду (i), які є результатом діяльності за звітний період [т]
$ВВ_{Відходи,i}$	вміст вуглецю у відповідних відходах виду (i) [т С/т]

Крок 4. Підсумок

Обсяг викидів CO₂ від діяльності протягом звітної періоду розраховується відповідно до формули 5.1.

Значення, що використовуються для даних про діяльність та вмісту вуглецю, залежать від застосовуваних рівнів точності, описаних в розділі 5.3 цих Методичних рекомендацій та додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

5.2.1.1. Розрахунок вмісту вуглецю на основі коефіцієнту викидів CO₂

Якщо необхідно розрахувати вміст вуглецю в паливі на основі наявного значення коефіцієнту викидів (наприклад, значення за замовчуванням), вираженого у т CO₂/ТДж, то використовується наступна формула:

$$ВВ_i = КВ_i \times НТЗ_i / 3,664 \quad (5.5)$$

Якщо необхідно розрахувати вміст вуглецю в матеріалі або паливі виходячи з коефіцієнту викидів, вираженого у т CO₂/т або т CO₂/тис. м³, то використовується наступна формула:

$$ВВ_i = КВ_i / 3,664 \quad (5.6)$$

де:

ВВ _i	вміст вуглецю в матеріалі або паливі виду (i) [т С/т або ТДж]
НТЗ _i	нижча теплотворна здатність палива виду (i) [ТДж/т або ТДж/тис. м ³]
КВ _i	коефіцієнт викидів для матеріалу (палива) виду (i) [т CO ₂ /ТДж, т CO ₂ /т або т CO ₂ /тис. м ³]
3,664	коефіцієнт для перерахунку молярної маси вуглецю в CO ₂

Особливості використання методики балансу мас наведені у розділі 4.2.1.2 цих Методичних рекомендацій.

5.2.2. Стандартна методика

Замість методики балансу мас, що застосовується для розрахунку загальних викидів CO₂, можна застосовувати стандартну методику окремо для розрахунку викидів CO₂ від спалювання та викидів від технологічних процесів випалювання або спікання металеві руди. При застосуванні цього підходу необхідно забезпечити повне охоплення усіх матеріальних потоків, що містять вуглець, та не допускати їх подвійного обліку.

5.2.2.1. Викиди CO₂ від спалювання палива

У випадках, коли для процесів спалювання, що відбуваються на установках з випалювання, спікання або агломерації металевих руд, де паливо не використовується як відновлювач або не є продуктом металургійного виробництва, викиди CO₂ від спалювання можуть визначатися відповідно до методики моніторингу М1 – спалювання палива (розділ 2 цих Методичних рекомендацій). Ця методика може також застосовуватись для визначення викидів CO₂ від деяких технологічних та інших процесів, зокрема, викидів CO₂ від очищення відхідних газів та викидів CO₂ від факельних установок.

5.2.2.2. Викиди CO₂ від технологічних процесів

Стандартну методику для визначення обсягу викидів CO₂ від технологічних процесів можна використовувати лише у випадках, коли вуглець у продукції та відходах виробництва відсутній або його вміст близький до нуля.

Принцип цієї методики полягає в розрахунку викидів CO₂ з використанням даних про діяльність (обсягу вуглецевмісних матеріалів, спожитих в технологічному процесі), помножених на коефіцієнт викидів CO₂ та коефіцієнт перетворення (у разі наявності).

Викиди CO₂ від технологічних процесів розраховуються за формулою:

$$ВикСО_2 = \sum (ДД_i \times КВ_i \times КП_i) \quad (5.7)$$

де:

ВикСО ₂	викиди СО ₂ від технологічних процесів випалювання або спікання металеві руди [т СО ₂]
ДД _i	дані про діяльність (обсяг) кожного вуглецевмісного матеріалу виду (i), що подається у виробничий процес [т]
КВ _i	коефіцієнт викидів СО ₂ для відповідного матеріалу виду (i) [т СО ₂ /т]
КП _i	коефіцієнт перетворення, що відображає неповне перетворення вуглецю матеріалу виду (i) на СО або СО ₂ [безрозмірний]

Даними про діяльність є обсяг кожного матеріалу, який подається у виробничий процес та містить вуглець (окрім палива, викиди від спалювання якого розраховуються окремо). Це може бути вапняк, бентоніт або інші види сировини, що містять карбонати або вуглець у іншій формі (некарбонатний вуглець). Якщо у матеріалі присутній некарбонатний вуглець, для розрахунку пов'язаних з ним викидів ПГ слід застосовувати підхід, описаний у розділі 8.2.5 цих Методичних рекомендацій.

Коефіцієнт викидів СО₂ розраховується та звітується в тоннах СО₂ на тонну кожного виду матеріалу, що використовується у виробничому процесі. Коефіцієнт викидів СО₂ розраховується на основі вмісту карбонатів у сировині та відповідних стехіометричних співвідношень, використовуючи наступну формулу, в яку, за необхідності, додаються інші компоненти:

$$KB_i = (KB_{CaCO_3} \times W_{CaCO_3} + KB_{MgCO_3} \times W_{MgCO_3} + KB_{FeCO_3} \times W_{FeCO_3}) \quad (5.8)$$

де:

КВ _i	коефіцієнт викидів СО ₂ для відповідного матеріалу виду (i) [т СО ₂ /т]
КВ _{CaCO₃}	стехіометричний коефіцієнт викидів від кальцинації карбонату кальцію [т СО ₂ /т CaCO ₃]
W _{CaCO₃}	масова доля (частка) CaCO ₃ у матеріалі виду (i) [безрозмірна]
КВ _{MgCO₃}	стехіометричний коефіцієнт викидів від кальцинації карбонату магнію [т СО ₂ /т MgCO ₃]
W _{MgCO₃}	масова доля (частка) FeCO ₃ у матеріалі виду (i) [безрозмірна]
КВ _{FeCO₃}	стехіометричний коефіцієнт викидів від кальцинації карбонату магнію [т СО ₂ /т FeCO ₃]
W _{FeCO₃}	масова доля (частка) FeCO ₃ у матеріалі виду (i) [безрозмірна]

Список стехіометричних коефіцієнтів викидів для різних карбонатів наведено у таблиці 2 додатку 3 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

Коефіцієнт перетворення відображає неповне перетворення вуглецю, що міститься у відповідних вхідних матеріалах, на викиди СО та СО₂.

5.3. Рівні точності

5.3.1. Рівні точності для методики балансу мас

Оператором аналізується та звітується про всі матеріальні потоки на вході в установку та виході з неї, а також про зміни запасів для всіх відповідних видів палива та матеріалів (якщо є необхідність їх враховувати для визначення даних про діяльність).

Таблиця 5.1. Рівні точності для даних про діяльність

№ рівня точності	Визначення
1	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 7,5\%$
2	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 5,0\%$
3	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 2,5\%$
4	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 1,5\%$

Рівні точності для вмісту вуглецю наведені у додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

5.3.2. Рівні точності для стандартної методики (викиди ПГ від технологічних процесів)

5.3.2.1. Рівні точності для даних про діяльність

Таблиця 5.2. Рівні точності для даних про діяльність

№ рівня точності	Визначення
1	дані про діяльність: обсяг вхідного матеріалу [т], що містить карбонати і побічні продукти технологічного процесу, які використовуються як вхідний матеріал, за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 5,0\%$
2	дані про діяльність: обсяг вхідного матеріалу [т], що містить карбонати і побічні продукти технологічного процесу, що використовуються як вхідний матеріал, за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 2,5\%$

5.3.2.2. Рівні точності для коефіцієнту викидів ПГ

Рівень 1: Для розрахунку коефіцієнту викидів ПГ для матеріалів, що містять карбонати, використовують стехіометричні коефіцієнти, наведені у таблиці 5.3. Визначення вмісту карбонатів та вуглецю (за наявності) у кожному матеріалі здійснюється відповідно до положень пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги щодо відбору проб, проведення лабораторних аналізів, калібрування та валідації для визначення розрахункових коефіцієнтів для кожного виду матеріалу.

Таблиця 5.3. Стехіометричні коефіцієнти викидів:

CaCO ₃	0,440 т CO ₂ /CaCO ₃
MgCO ₃	0,522 т CO ₂ /MgCO ₃
FeCO ₃	0,380 т CO ₂ /FeCO ₃

Ці значення коригують з урахуванням відповідної вологості та вмісту порожньої породи у використовуваному матеріалі, що містить карбонат.

Для побічних продуктів технологічного процесу коефіцієнти викидів ПГ визначаються відповідно до положень пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги щодо відбору проб, проведення лабораторних аналізів, калібрування та валідації для визначення розрахункових коефіцієнтів.

5.3.2.3. Рівні точності для коефіцієнту перетворення

Рівень 1: Коефіцієнт перетворення дорівнює 1,0.

Рівень 2: Оператором визначається коефіцієнт перетворення, який розраховується виходячи з вмісту вуглецю в утворених продуктах та у відфільтрованому пилу, відповідно до положень пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги щодо відбору проб, проведення лабораторних аналізів, калібрування та валідації для визначення розрахункових коефіцієнтів. Якщо відфільтрований пил повторно використовується в технологічному процесі, то кількість вуглецю, що міститься у пилу, не потрібно враховувати для уникнення подвійного обліку.

6. Методика моніторингу М5 - виробництво чавуну або сталі

6.1. Сфера застосування

Ця методика застосовується для розрахунку викидів CO₂ від виробництва чавуну або сталі (первинне або вторинне плавлення), в тому числі від безперервного лиття, первинного (доменна піч і основна сталеплавильна/киснева конвертерна піч) та вторинного (електродугова піч) виробництва сталі.

Установки для виробництва чавуну та сталі, включно з установками для безперервного лиття, як правило, є невід'ємною частиною металургійних заводів, що мають технічний зв'язок із коксовими печами та установками для випалювання. Таким чином, в процесі виробництва чавуну або сталі може відбуватися інтенсивний обмін матеріалами, наприклад, доменним газом, коксовим газом, коксом, вапняком з іншими частинами металургійного заводу. Якщо розглядати в цілому все металургійне виробництво з повним циклом, що відбувається в межах однієї установки, викиди CO₂ можна розраховувати для всієї установки разом, використовуючи методику балансу мас.

Якщо на установці проводиться очищення відпрацьованого газу, а викиди CO₂, що утворюються в результаті цього, не включені у розрахунок балансу мас, оператором вони розраховуються відповідно до методики М1 – спалювання палива (розділ 2.5 цих Методичних рекомендацій).

Для визначення викидів CO₂ від установок з виробництва чавуну або сталі оператором враховуються принаймні, такі матеріальні потоки та процеси, що призводять до викидів CO₂: сировину (кальцинування вапняку, доломіту та карбонатних залізних руд, у тому числі FeCO₃), традиційні та інші види палива (природний газ, вугілля і кокс), відновлювачі (включаючи кокс, вугілля і пластмаси), супутні технологічні гази (коковий, доменний і конвертерний гази), споживання графітових електродів, а також процес очищення відхідних газів.

Потенційні матеріальні потоки, які є характерними для типової установки з виробництва чавуну та сталі, включають:

- агломерат;
- залізну руду (якщо включає карбонатні сполуки);
- металобрухт;
- вуглецеві електроди, що застосовуються в електродугових печах;
- інші традиційні види палива (наприклад, природний газ);
- карбонати для очищення відпрацьованих газів (наприклад, CaCO_3 , Na_2CO_3);
- інші технологічні матеріали та паливо, що містять вуглець.

Якщо супутні технологічні гази (включаючи коксовий, доменний і конвертерний гази) передаються за межі установки або отримуються з іншої установки, врахування викидів CO_2 від таких газів здійснюється відповідно до положень пунктів 54-55 Порядку здійснення моніторингу та звітності.

6.2. Визначення викидів CO_2

6.2.1. Методика балансу мас

Методика балансу мас базується на розрахунках, де використовується повний баланс вуглецю, що подається на установку та видаляється з неї. Ця методика може застосовуватися як до всієї установки в цілому (в т.ч. металургійного заводу з повним циклом), так і до окремого виду діяльності з виробництва чавуну або сталі, що здійснюється на частині металургійного заводу.

Відповідно до методики балансу мас оператором розраховується обсяг CO_2 , що відповідає кожному матеріальному потоку, включеному в баланс мас, шляхом множення даних про діяльність, пов'язаних з обсягом матеріалу, що входить до або виходить за межі балансу мас, на вміст вуглецю в матеріалі та на 3,664 т CO_2 /т С (коефіцієнт для перерахунку молярної маси вуглецю в CO_2).

Викидами від всього процесу, який охоплюється балансом мас, є викиди CO_2 від усіх матеріальних потоків, що включені у цей баланс. Обсяги СО (монооксиду вуглецю), викинутого в атмосферне повітря, вважаються молярним еквівалентом обсягів CO_2 . Для цього викиди монооксиду вуглецю просто не враховуються як вихідний матеріальний потік у балансі мас.

Для розрахунку викидів CO_2 відповідно до методики балансу мас застосовується наступна формула:

$$\text{ВикСО}_2 = (\text{В}_{\text{Вхід}} - \text{В}_{\text{Продукція}} - \text{В}_{\text{Відходи}}) \times 3,664 \quad (6.1)$$

де:

ВикСО_2	викиди CO_2 від усіх матеріальних потоків, що включені у баланс мас [т CO_2]
$\text{В}_{\text{Вхід}}$	маса вуглецю в усіх видах вхідних матеріалів (палива), витрачених на виробництво чавуну або сталі протягом звітного періоду [т]
$\text{В}_{\text{Продукція}}$	маса вуглецю в усіх видах вихідної продукції, вироблених протягом звітного періоду [т]
$\text{В}_{\text{Відходи}}$	маса вуглецю у всіх відходах, що утворюються під час діяльності протягом звітного періоду [т]

3,664 коефіцієнт для перерахунку молярної маси вуглецю в CO_2 [т CO_2 /т]

Розрахунок здійснюється у такій послідовності:

Крок 1. Маса вуглецю в усіх видах матеріалів, витрачених на виробництво чавуну або сталі

Маса вуглецю в усіх видах матеріалів (палива), витрачених на виробництво чавуну або сталі протягом звітного періоду, розраховується за формулою 6.2. У розрахунок необхідно включити усі види вхідних матеріалів, що фактично використовуються на установці та містять вуглець (для прикладу у формулі нижче зазначені кілька типових вхідних матеріалів).

$$V_{\text{Вхід}} = \text{ДД}_{\text{Кокс}} \times \text{ВВ}_{\text{Кокс}} + \text{ДД}_{\text{Вуг}} \times \text{ВВ}_{\text{Вуг}} + \text{ДД}_{\text{Вап}} \times \text{ВВ}_{\text{Вап}} + \text{ДД}_{\text{Дол}} \times \text{ВВ}_{\text{Дол}} + \text{ДД}_{\text{КГаз}} \times \text{ВВ}_{\text{КГаз}} + \sum (\text{ДД}_i \times \text{ВВ}_i) \quad (6.2)$$

де:

$\text{ДД}_{\text{Кокс}}$	дані про діяльність: обсяг коксу, витраченого на виробництво чавуну або сталі [т]
$\text{ВВ}_{\text{Кокс}}$	вміст вуглецю у коксі [т С/т]
$\text{ДД}_{\text{Вуг}}$	дані про діяльність: обсяг вугілля, витраченого на виробництво чавуну або сталі [т]
$\text{ВВ}_{\text{Вуг}}$	вміст вуглецю у вугіллі [т С/т]
$\text{ДД}_{\text{Вап}}$	дані про діяльність: обсяг вапняку, витраченого на виробництво чавуну або сталі [т]
$\text{ВВ}_{\text{Вап}}$	вміст вуглецю у вапняку [т С/т]
$\text{ДД}_{\text{Дол}}$	дані про діяльність: обсяг доломіту, витраченого на виробництво чавуну або сталі [т]
$\text{ВВ}_{\text{Дол}}$	вміст вуглецю у доломіті [т С/т]
$\text{ДД}_{\text{КГаз}}$	дані про діяльність: обсяг коксового газу, витраченого на виробництво чавуну або сталі [тис. м ³ або т]
$\text{ВВ}_{\text{КГаз}}$	вміст вуглецю у спожитому коксовому газі [т С / м ³ або т]
ДД_i	дані про діяльність: обсяг кожного іншого, ніж перелічені вище, матеріалу виду (i), що вміщує вуглець, витраченого на виробництво чавуну або сталі [тис. м ³ або т]
ВВ_i	вміст вуглецю у кожному відповідному матеріалі виду (i) [т С / тис. м ³ або т]

Обсяг кожного вхідного матеріалу може вимірюватися або на межі установки, або безпосередньо при вході в технологічний процес. Якщо вимірювання обсягу вхідного матеріалу здійснюється на межі установки, для визначення даних про діяльність оператором підсумовується вимірювання окремо поставлених обсягів (партиї) матеріалу з урахуванням відповідних змін у запасах на складі. Зміни у запасах розраховуються як різниця між запасами на початок та на кінець звітного періоду, що додається до обсягу матеріалу, поставленого протягом звітного періоду. Також, необхідно відняти обсяг матеріалу, який передається («експортується») за межі установки або споживається на установці для діяльності, яка не охоплена системою МЗВ (наприклад, споживання палива транспортом).

Якщо вимірювання обсягу матеріалу проводиться безпосередньо перед подачею в технологічний процес, зміни у запасах не враховують.

Вибір варіанту безпосереднього вимірювання або вимірювання на межі установки з урахуванням зміни у запасах на складі залежить від сумарної невизначеності даних про діяльність, досягнутої в різних варіантах вимірювання.

Дані про діяльність та розрахункові коефіцієнти (вміст вуглецю) з одиницями виміру в тоннах використовуються для твердих речовин і рідин, тоді як для газоподібних речовин дозволяється використовувати тонни або кубічні метри. Для того, щоб досягти аналогічного порядку значень для твердих, рідких та газоподібних речовин, значення об'єму останніх необхідно представити в тисячах кубічних метрів. Оператором приводяться усі виміри об'єму газів до стандартних або нормальних умов (Ст м³ або Нм³) та забезпечується узгодженість звітності. Розрахункові коефіцієнти мають відповідати умовам, застосованим для визначення об'єму.

Крок 2. Маса вуглецю у продукції

Маса вуглецю у продукції, що вироблена протягом звітного періоду, розраховується за формулою 6.3. У розрахунок необхідно включити усі види продукції, що фактично виробляються на установці та містять вуглець (для прикладу у формулі нижче зазначені кілька типових видів продукції).

$$V_{\text{Продукція}} = DD_C \times VV_C + DD_3 \times VV_3 + DD_{DG} \times VV_{DG} + \sum (DD_{\text{Продукт},i} \times VV_{\text{Продукт},i}) \quad (6.3)$$

де:

DD_C	дані про діяльність: обсяг виробленої сталі [т]
VV_C	вміст вуглецю у виробленій сталі [т С/т]
DD_3	дані про діяльність: обсяг виробленого чавуну, що не перетворений на сталь (який є окремим видом продукції) [т]
VV_3	вміст вуглецю у виробленому чавуні, що не перетворений на сталь [т С/т]
DD_{DG}	дані про діяльність: обсяг доменного газу, що був експортований за межі балансу мас [тис. м ³ або т]
VV_{DG}	вміст вуглецю в доменному газі, що був експортований за межі балансу мас [т С/тис. м ³ або т]
$DD_{\text{Продукт},i}$	дані про діяльність: обсяг побічного продукту виду (i) від виробництва, що був експортований за межі балансу мас [тис. м ³ або т]
$VV_{\text{Продукт},i}$	вміст вуглецю в побічному продукті виду (i) від виробництва, що був експортований за межі балансу мас [т С/тис. м ³ або т]

Обсяг кожного виду виробленої продукції та побічного продукту може вимірюватися або безпосередньо після виробничого процесу, або на межі установки з урахуванням зміни у запасах на складі. Якщо вимірювання обсягу виробленої продукції (або побічного продукту) здійснюється на межі установки, для визначення даних про діяльність оператором підсумовуються окремі вимірювання обсягів (партій) продукції, поставлених за межі установки, та віднімаються зміни у запасах на складі (що визначаються як різниця між запасами на початок та на кінець звітного періоду). Рішення щодо вибору варіанта безпосереднього вимірювання після технологічного процесу або вимірювання на межі установки з урахуванням зміни у запасах на складі залежить від

сумарної невизначеності даних про діяльність, як це зазначено для вхідних матеріалів у Кроку 1.

Крок 3. Маса вуглецю у відходах

Маса вуглецю в усіх відходах, що утворюються під час діяльності протягом звітнього періоду (вивозяться за межі установки або складуються), розраховується за формулою:

$$V_{\text{Відходи}} = \sum (DD_{\text{Відходи},i} \times VV_{\text{Відходи},i}) \quad (6.4)$$

де:

$DD_{\text{Відходи},i}$ дані про діяльність: обсяг відходів виду (i), які є результатом діяльності за звітний період [т]

$VV_{\text{Відходи},i}$ вміст вуглецю у відповідних відходах виду (i) [т С/т]

Крок 4. Підсумок

Обсяг викидів CO_2 від діяльності протягом звітнього періоду розраховується відповідно до формули 6.1.

Значення, що використовуються для даних про діяльність та вмісту вуглецю, залежать від застосовуваних рівнів точності, описаних в розділі 6.3 цих Методичних рекомендацій та додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

6.2.1.1. Розрахунок вмісту вуглецю на основі коефіцієнту викидів CO_2

Якщо необхідно розрахувати вміст вуглецю в паливі на основі наявного значення коефіцієнту викидів CO_2 (наприклад, значення за замовчуванням), вираженого у т $\text{CO}_2/\text{ТДж}$, то використовується наступна формула:

$$VV_i = KV_i \times \text{НТЗ}_i / 3,664 \quad (6.5)$$

Якщо необхідно розрахувати вміст вуглецю в матеріалі або паливі виходячи з коефіцієнту викидів CO_2 , вираженого у т $\text{CO}_2/\text{т}$ або т $\text{CO}_2/\text{тис. м}^3$, то використовується наступна формула:

$$VV_i = KV_i / 3,664 \quad (6.6)$$

де:

VV_i вміст вуглецю в матеріалі (паливі) виду (i) [т/т або ТДж]

НТЗ_i нижча теплотворна здатність палива виду (i) [ТДж/т або ТДж/тис. м³]

KV_i коефіцієнт викидів CO_2 для матеріалу (палива) виду (i) [т $\text{CO}_2/\text{ТДж}$, т $\text{CO}_2/\text{т}$ або т $\text{CO}_2/\text{тис. м}^3$]

3,664 коефіцієнт для перерахунку молярної маси вуглецю в CO_2

Особливості використання методики балансу мас викладені у розділі 4.2.1.2 цих Методичних рекомендацій.

6.2.2. Стандартна методика

Замість методики балансу мас, що застосовується для розрахунку загальних викидів CO₂, можна застосовувати стандартну методику окремо для розрахунку викидів CO₂ від спалювання та технологічних процесів виробництва чавуну або сталі. При цьому необхідно забезпечити повне охоплення усіх матеріальних потоків, що містять вуглець, та не допускати їх подвійного обліку.

6.2.2.1. Викиди CO₂ від спалювання палива

Для процесів спалювання, що відбуваються в установках з виробництва чавуну або сталі, де паливо (наприклад, кокс, вугілля і природний газ) не використовується як відновлювач або не пов'язане з металургійними реакціями, викиди CO₂ можна визначати відповідно до методики моніторингу М1 – спалювання палива (розділ 2 цих Методичних рекомендацій). Ця методика може також застосовуватися для визначення викидів CO₂ від очищення відхідних газів (розділ 2.5 цих Методичних рекомендацій) та викидів CO₂ від факельних установок (розділ 2.6 цих Методичних рекомендацій), якщо вони не включені до балансу мас.

6.2.2.2. Викиди CO₂ від технологічних процесів

Принципово ця методика не відрізняється від балансу мас, де розрахунок викидів CO₂ здійснюється на основі даних про діяльність (обсягу вхідних та вихідних матеріалів). Однак, у цьому випадку дані про діяльність помножуються на коефіцієнт викидів (на відміну від балансу мас, де використовується вміст вуглецю та коефіцієнт 3,664 для перерахунку молярної маси вуглецю в CO₂).

Викиди CO₂ від технологічних процесів виробництва чавуну, сталі та безперервного лиття розраховуються за формулою:

$$\text{ВикСО}_2 = \text{ВикСО}_{2\text{Вхід}} - \text{ВикСО}_{2\text{Вихід}} \quad (6.7)$$

де:

ВикСО₂ викиди CO₂ від технологічних процесів виробництва чавуну та сталі [т CO₂]

ВикСО_{2Вхід} викиди CO₂, пов'язані з вхідними матеріальними потоками [т CO₂]

ВикСО_{2Вихід} викиди CO₂, пов'язані з вихідними матеріальними потоками [т CO₂]

Розрахунок викидів CO₂ здійснюється у такій послідовності:

Крок 1. Викиди CO₂ від вхідних матеріальних потоків

Викиди CO₂ від усіх матеріалів, які були спожиті під час діяльності протягом звітного періоду, розраховуються за формулою:

$$\text{ВикСО}_{2\text{Вхід}} = \text{ДД}_{\text{Кокс}} \times \text{КВ}_{\text{Кокс}} + \text{ДД}_{\text{Вуг}} \times \text{КВ}_{\text{Вуг}} + \text{ДД}_{\text{Вап}} \times \text{КВ}_{\text{Вап}} + \text{ДД}_{\text{Дол}} \times \text{КВ}_{\text{Дол}} + \text{ДД}_{\text{КГаз}} \times \text{КВ}_{\text{КГаз}} + \sum (\text{ДД}_i \times \text{КВ}_i) \quad (6.8)$$

де:

ДД_{Кокс} дані про діяльність: обсяг спожитого коксу [т]

ДД_{Вуг} дані про діяльність: обсяг спожитого вугілля [т]

ДД_{Вап} дані про діяльність: обсяг спожитого вапняку [т]

$DD_{\text{Дол}}$	дані про діяльність: обсяг спожитого доломіту [т]
$DD_{\text{КГаз}}$	дані про діяльність: обсяг спожитого коксового газу [тис. м ³ або т]
DD_i	дані про діяльність: обсяг кожного наступного матеріалу виду (i), що вміщує вуглець, спожитого для виробництва [тис. м ³ або т]
$KV_{\text{Кокс}}$	коефіцієнти викидів CO ₂ для коксу [т CO ₂ /т]
$KV_{\text{Вуг}}$	коефіцієнти викидів CO ₂ для вугілля [т CO ₂ /т]
$KV_{\text{Вап}}$	коефіцієнти викидів CO ₂ для вапняку [т CO ₂ /т]
$KV_{\text{Дол}}$	коефіцієнти викидів CO ₂ для доломіту [т CO ₂ /т]
$KV_{\text{КГаз}}$	коефіцієнти викидів CO ₂ для коксового газу [т CO ₂ /т або т CO ₂ /тис. м ³]
KV_i	коефіцієнти викидів CO ₂ для кожного відповідного матеріалу виду (i) [т CO ₂ /т або т CO ₂ /тис. м ³]

Крок 2. Викиди CO₂ від матеріалів на виході

Викиди CO₂ від усіх вуглецевих матеріалів, що утворилися в результаті діяльності протягом звітного періоду, виміряні в тоннах CO₂, розраховуються за формулою:

$$V_{\text{икCO}_2\text{Вихід}} = DD_{\text{С}} \times KV_{\text{С}} + DD_{\text{З}} \times KV_{\text{З}} + DD_{\text{ДГ}} \times KV_{\text{ДГ}} + \sum (DD_{\text{Продукція,б}} \times KV_{\text{Продукція,б}}) + \sum (DD_{\text{Відходи,с}} \times KV_{\text{Відходи,с}}) \quad (6.9)$$

де:

$DD_{\text{С}}$	дані про діяльність: обсяг виробленої сталі [т]
$DD_{\text{З}}$	дані про діяльність: обсяг виробленого чавуну, що не перетворений на сталь [т]
$DD_{\text{ДГ}}$	дані про діяльність: обсяг доменного газу [тис. м ³ або т]
$DD_{\text{Продукція,б}}$	дані про діяльність: обсяг продукції виду (b), що містить вуглець [т]
$DD_{\text{Відходи,с}}$	дані про діяльність: обсяг утворених відходів виду (с), що містять вуглець [т]
$KV_{\text{С}}$	коефіцієнт викидів CO ₂ для сталі [т CO ₂ /т]
$KV_{\text{З}}$	коефіцієнт викидів CO ₂ для чавуну [т CO ₂ /т]
$KV_{\text{ДГ}}$	коефіцієнт викидів CO ₂ для доменного газу [т CO ₂ /т або т CO ₂ /тис. м ³]
$KV_{\text{Продукція,б}}$	коефіцієнт викидів CO ₂ для відповідної продукції виду (b) [т CO ₂ /т]
$KV_{\text{Відходи,с}}$	коефіцієнт викидів CO ₂ для відповідних відходів виду (с) [т CO ₂ /т]

Крок 3. Підсумок

Обсяг викидів CO₂ від технологічних процесів розраховується шляхом вирахування значення, отриманого за Кроком 2, від значення, отриманого за Кроком 1, відповідно до формули 6.7.

Значення, що використовуються для даних про діяльність та коефіцієнтів викидів CO₂, залежать від застосовуваних рівнів точності, описаних в розділі 6.3 цих Методичних рекомендацій та додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

6.3. Рівні точності

6.3.1. Рівні точності для даних про діяльність

Оператором аналізується та звітується про всі матеріальні потоки на вході в установку та на виході з неї, а також про відповідні зміни запасів для всіх відповідних палив і матеріалів (якщо є необхідність їх враховувати для визначення даних про діяльність).

Таблиця 6.1. Рівні точності для даних про діяльність

№ рівня точності	Визначення
1	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 7,5\%$
2	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 5,0\%$
3	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 2,5\%$
4	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 1,5\%$

6.3.2. Рівні точності для розрахункових коефіцієнтів

Рівні точності для розрахункових коефіцієнтів для стандартної методики та рівні точності для вмісту вуглецю для методики балансу мас наведені у додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

В якості виключення для цієї методики рівень точності 3 для вмісту вуглецю при застосуванні балансу мас визначено наступним чином:

Рівень 3: Оператором визначається вміст вуглецю у вхідних та вихідних матеріальних потоках згідно з відповідними положеннями пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги щодо відбору проб, проведення лабораторних аналізів, калібрування та валідації для визначення розрахункових коефіцієнтів для кожного виду матеріалу. Це стосується здійснення відбору репрезентативних проб, визначення вмісту вуглецю та частки біомаси у паливі та продуктах виробництва. Оператором визначається вміст вуглецю у продуктах або проміжних продуктах на основі щорічного лабораторного аналізу згідно з відповідними положеннями пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності або на основі середніх значень діапазонів вмісту компонентів, зазначених у відповідних міжнародних або державних стандартах.

7. Методика моніторингу М6 - виробництво або обробка залізовмісних сплавів (у тому числі феросплавів)

7.1. Сфера застосування

Ця методика застосовується до установок для виробництва або переробки чорних та кольорових металів, включаючи феросплави. Вона не застосовується для діяльності з виробництва чавуну та сталі (зокрема, не охоплює доменні печі, пряме відновлення заліза або електродугові печі), і призначена для діяльності з подальшої переробки чавуну та сталі. Переробка металів охоплює, зокрема, прокатні стани, перегрівачі, печі відпалу, кузні, ливарні, покриття та травлення. Ця методика включає діяльність з виробництва феросплавів, таких як феросиліцій або феромарганець.

Діяльність, що охоплюється цією методикою, також включає виробництво або переробку кольорових металів, включаючи виробництво сплавів, очищення, лиття тощо. Виробництво первинного алюмінію не включено в цей вид діяльності.

Типові установки, що провадять зазначену діяльність, включають установки, що виробляють листовий метал, металеві пластини, смуги, злитки та круглі бруски.

Для зазначених установок потрібно враховувати як викиди CO₂ від спалювання, так і викиди CO₂ від технологічних процесів (наприклад, від відновлювачів, графітових електродів, і т.д.). Оператором враховуються, принаймні, такі матеріальні потоки, що призводять до викидів CO₂: традиційне викопне паливо; альтернативні види палива, включаючи пластиковий гранулят; відновлювачі, включаючи кокс, графітові електроди; сировину, включаючи вапняк і доломіт; металеві руди з вмістом вуглецю та концентрати руд, а також вторинну сировину.

Потенційні вхідні матеріальні потоки, які є характерними для типового феросплавного виробництва, включають:

вугілля (відновлювач);

кокс (відновлювач);

біомасу, таку як деревне вугілля або деревину (відновлювач);

вуглецеві електроди (відновлювач);

залізну руду, якщо вона містить вуглець ;

металеві руди або руди кремнію, наприклад, кварцити для кремнію, марганцеві руди або нікелеві руди, якщо вони містять вуглець;

металобрухт;

вапняк або доломіт (шлакоутворювальний матеріал);

інші технологічні матеріали та паливо, що містять вуглець.

Потенційні вихідні матеріальні потоки включають:

феросиліцій;

феромарганець;

феронікель;

інші феросплави.

Якщо супутні технологічні гази (які містять значну кількість недоокисленого вуглецю, наприклад, монооксиду вуглецю) передаються за межі установки до іншої

установки, врахування викидів CO₂ від таких газів здійснюється відповідно до положень пунктів 54-55 Порядку здійснення моніторингу та звітності.

7.2. Визначення викидів CO₂

Якщо частина вуглецю, що міститься в матеріалах чи паливі, що використовуються на установці, залишається в продуктах виробництва, оператором застосовується методика балансу мас. Якщо вуглець не залишається в продуктах виробництва, оператором розраховуються окремо викиди CO₂ від спалювання та викиди CO₂ від технологічних процесів, використовуючи стандартну методику.

Якщо застосовується методика балансу мас, викиди CO₂ від процесів спалювання можуть включатися оператором в баланс мас або розраховуватися окремо, застосовуючи стандартну методику для частини матеріальних потоків, пов'язаних зі спалюванням. При цьому необхідно забезпечити повне охоплення усіх матеріальних потоків, що містять вуглець, та не допускати їх подвійного обліку.

7.2.1. Методика балансу мас

Методика балансу мас базується на розрахунках, де використовується повний баланс вуглецю, що подається на установку та видаляється з неї.

Відповідно до методики балансу мас оператором розраховується обсяг CO₂, що відповідає кожному матеріальному потоку, включеному в баланс мас, шляхом множення даних про діяльність, пов'язаних із обсягом матеріалу, що входить до або виходить за межі балансу мас, на вміст вуглецю в матеріалі та на 3,664 т CO₂/т С (коефіцієнт для перерахунку молярної маси вуглецю в CO₂).

Викидами від всього процесу, який охоплюється балансом мас, є сума викидів CO₂ від усіх матеріальних потоків, що включені у цей баланс. Обсяги СО (монооксиду вуглецю), викинутого в атмосферне повітря, вважаються молярним еквівалентом обсягів CO₂. Для цього викиди монооксиду вуглецю просто не враховуються як вихідний матеріальний потік у балансі мас.

Для розрахунку викидів CO₂ відповідно до методики балансу мас застосовується наступна формула:

$$\text{ВикСО}_2 = (V_{\text{Вхід}} - V_{\text{Продукція}} - V_{\text{Відходи}}) \times 3,664 \quad (7.1)$$

де:

ВикСО ₂	викиди CO ₂ від усіх матеріальних потоків, що включені у баланс мас [т CO ₂]
V _{Вхід}	маса вуглецю в усіх видах вхідних матеріалів, витрачених на виробництво залізовмісних сплавів протягом звітного періоду [т]
V _{Продукція}	маса вуглецю в усіх видах продукції, вироблених протягом звітного періоду [т]
V _{Відходи}	маса вуглецю в усіх відходах, що утворюються під час діяльності протягом звітного періоду [т]
3,664	коефіцієнт для перерахунку молярної маси вуглецю в CO ₂ [т CO ₂ /т]

Розрахунок здійснюється у такій послідовності:

Крок 1. Маса вуглецю в усіх видах матеріалів, витрачених на виробництво залізовмісних сплавів

Маса вуглецю в усіх видах матеріалів (палива), витрачених на виробництво залізовмісних сплавів протягом звітного періоду, розраховується за формулою 7.2. У розрахунок необхідно включити усі види вхідних матеріалів, що фактично використовуються на установці та містять вуглець (для прикладу у формулі нижче зазначені кілька типових вхідних матеріалів).

$$V_{\text{Вхід}} = \sum (DD_{\text{В},i} \times VB_{\text{В},i}) + \sum (DD_{\text{Р},h} \times VB_{\text{Р},h}) + \sum (DD_{\text{Ш},j} \times VB_{\text{Ш},j}) \quad (7.2)$$

де:

$DD_{\text{В},i}$	дані про діяльність: обсяг відновлювача виду (i), витраченого на виробництво залізовмісних сплавів [т]
$VB_{\text{В},i}$	вміст вуглецю у відновлювачі виду (i) [т С/т]
$DD_{\text{Р},h}$	дані про діяльність: обсяг руди виду (h), витраченої на виробництво залізовмісних сплавів [т]
$VB_{\text{Р},h}$	вміст вуглецю у руді виду (h) [т С/т]
$DD_{\text{Ш},j}$	дані про діяльність: обсяг шлакоутворювального матеріалу виду (j), витраченого на виробництво залізовмісних сплавів [т]
$VB_{\text{Ш},j}$	вміст вуглецю у шлакоутворювальному матеріалі виду (j) [т С/т]

Обсяг кожного вхідного матеріалу може вимірюватися або на межі установки, або безпосередньо при вході в технологічний процес. Якщо вимірювання обсягу вхідного матеріалу здійснюється на межі установки, для визначення даних про діяльність оператором підсумовується вимірювання окремо поставлених обсягів (партій) матеріалу з урахуванням відповідних змін у запасах на складі. Зміни у запасах розраховуються як різниця між запасами на початок та на кінець звітного періоду, що додається до обсягу матеріалу, поставленого протягом звітного періоду. Також, необхідно відняти обсяг матеріалу, який передається («експортується») за межі установки або споживається на установці для діяльності, яка не охоплена системою МЗВ (наприклад, споживання палива транспортом).

Якщо вимірювання обсягу матеріалу проводиться безпосередньо перед подачею в технологічний процес, зміни у запасах не враховують.

Вибір варіанту безпосереднього вимірювання або вимірювання на межі установки з урахуванням зміни у запасах на складі залежить від сумарної невизначеності даних про діяльність, досягнутої в різних варіантах вимірювання.

Дані про діяльність та розрахункові коефіцієнти (вміст вуглецю) з одиницями виміру в тоннах використовуються для твердих речовин і рідин, тоді як для газоподібних речовин дозволяється використовувати тонни або кубічні метри. Для того, щоб досягти аналогічного порядку значень для твердих, рідких та газоподібних речовин, значення об'єму останніх необхідно представити в тисячах кубічних метрів. Оператором приводяться усі виміри об'єму газів до стандартних або нормальних умов (Ст м³ або Нм³) та забезпечується узгодженість звітності. Розрахункові коефіцієнти мають відповідати умовам, застосованим для визначення об'єму.

Крок 2. Маса вуглецю у продукції

Маса вуглецю у продукції, що вироблена протягом звітного періоду, розраховується за формулою 7.3. У розрахунок необхідно включити усі види продукції, які фактично виробляються на установці та містять вуглець (для прикладу у формулі нижче зазначені кілька типових видів продукції).

$$V_{\text{Продукція}} = \sum (DD_{\text{Продукція},i} \times VV_{\text{Продукція},i}) \quad (7.3)$$

де:

$DD_{\text{Продукція},i}$ дані про діяльність: обсяг продукції виду (i) від феросплавного виробництва [т]

$VV_{\text{Продукція},i}$ вміст вуглецю у продукції виду (i) від феросплавного виробництва [т C/т]

Обсяг кожного виду виробленої продукції може вимірюватися або безпосередньо після виробничого процесу, або на межі установки з урахуванням зміни у запасах на складі. Якщо вимірювання обсягу виробленої продукції здійснюється на межі установки, для визначення даних про діяльність оператором підсумовуються окремі вимірювання обсягів (партиї) продукції, поставлених за межі установки, та віднімаються зміни у запасах на складі (що визначаються як різниця між запасами на початок та на кінець звітного періоду). Рішення щодо вибору варіанта безпосереднього вимірювання після технологічного процесу або вимірювання на межі установки з урахуванням зміни у запасах на складі залежить від сумарної невизначеності даних про діяльність, як це зазначено для вхідних матеріалів у Кроку 1.

Крок 3. Маса вуглецю у відходах

Маса вуглецю в усіх відходах, що утворюються під час діяльності протягом звітного періоду (вивозяться на звалище або втрачаються), розраховується за формулою:

$$V_{\text{Відходи}} = \sum (DD_{\text{Відходи},i} \times VV_{\text{Відходи},i}) \quad (7.4)$$

де:

$DD_{\text{Відходи},i}$ дані про діяльність: обсяг відходів виду (i), що є результатом діяльності за звітний період [т]

$VV_{\text{Відходи},i}$ вміст вуглецю у відповідних відходах виду (i) [т C/т]

Крок 4. Підсумок

Обсяг викидів CO_2 , від діяльності протягом звітного періоду розраховується відповідно до формули 7.1.

Значення, що використовуються для даних про діяльність та вмісту вуглецю, залежать від застосовуваних рівнів точності, описаних в розділі 7.3 цих Методичних рекомендацій та додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

7.2.1.1. Розрахунок вмісту вуглецю на основі коефіцієнту викидів CO_2

Якщо необхідно розрахувати вміст вуглецю в паливі на основі наявного значення коефіцієнту викидів CO_2 (наприклад, значення за замовчуванням), вираженого у т $\text{CO}_2/\text{ТДж}$, то використовується наступна формула:

$$VV_i = KV_i \times \text{НТЗ}_i / 3,664 \quad (7.5)$$

Якщо необхідно розрахувати вміст вуглецю в матеріалі (паливі) виходячи з коефіцієнту викидів CO_2 , вираженого у т $\text{CO}_2/\text{т}$ або т $\text{CO}_2/\text{тис. м}^3$, то використовується наступна формула:

$$ВВ_i = КВ_i / 3,664 \quad (7.6)$$

де:

$ВВ_i$	вміст вуглецю в матеріалі (паливі) виду (i) [т/т або ТДж]
$НТЗ_i$	нижча теплотворна здатність палива виду (i) [ТДж/т або ТДж/тис. м ³]
$КВ_i$	коефіцієнт викидів CO ₂ для матеріалу або палива виду (i) [т CO ₂ /ТДж, т CO ₂ /т або т CO ₂ /тис. м ³]
3,664	коефіцієнт для перерахунку молярної маси вуглецю в CO ₂

Особливості використання методики балансу мас наведені у розділі 4.2.1.2 цих Методичних рекомендацій.

7.2.2. Стандартна методика

7.2.2.1. Викиди CO₂ від спалювання палива

У випадках, коли для процесів спалювання, що відбуваються в печах та інших частинах установки, де паливо не використовується як відновлювач або не є продуктом металургійного виробництва, викиди CO₂ від спалювання можуть визначатися відповідно до методики моніторингу М1 – спалювання палива (розділ 2 цих Методичних рекомендацій). Ця методика також може застосовуватися для визначення викидів CO₂ від деяких технологічних та інших процесів, зокрема, викидів CO₂ від очищення відхідних газів та викидів CO₂ від факельних установок.

7.2.2.2. Викиди CO₂ від технологічних процесів

Стандартну методику для визначення обсягу викидів CO₂ від технологічних процесів можна використовувати лише у випадках, коли вуглець у продуктах виробництва відсутній або його вміст близький до нуля.

Принцип цієї методики полягає в розрахунку викидів CO₂ з використанням даних про діяльність (обсягу вуглецевмісних матеріалів, спожитих в технологічному процесі), помножених на коефіцієнт викидів CO₂ та коефіцієнт перетворення (у разі наявності).

Викиди CO₂ від технологічних процесів виробництва сплавів розраховуються за формулою:

$$ВикСО_2 = \sum (ДД_i \times КВ_i \times КП_i) \quad (7.7)$$

де:

$ВикСО_2$	викиди CO ₂ від технологічних процесів виробництва сплавів [т CO ₂]
$ДД_i$	дані про діяльність (обсяг) кожного вуглецевмісного матеріалу виду (i), що подається у виробничий процес [т]
$КВ_i$	коефіцієнт викидів CO ₂ для відповідного матеріалу виду (i) [т CO ₂ /т]
$КП_i$	коефіцієнт перетворення, що відображає неповне перетворення вуглецю матеріалу виду (i) на CO або CO ₂ [безрозмірний]

Даними про діяльність є обсяг кожного матеріалу, який подається у виробничий процес та містить вуглець (окрім палива, викиди ПГ від спалювання якого розраховуються окремо). Це може включати різні види руди, вапняк, графітові електроди,

а також побічні продукти виробництва, що використовується як вхідний матеріал, такі як шлам, окалина, пил.

Коефіцієнт викидів CO₂ розраховується та звітується в тоннах CO₂ на тонну кожного виду вуглецевмісного матеріалу, що використовується у виробничому процесі.

Коефіцієнт перетворення відображає неповне перетворення вуглецю, що міститься у відповідних вхідних матеріалах, на викиди CO та CO₂.

Значення, що використовуються для даних про діяльність та розрахункових коефіцієнтів, залежать від застосовуваних рівнів точності, описаних в розділі 7.3 цих Методичних рекомендацій та додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

7.3. Рівні точності

7.3.1. Рівні точності для даних про діяльність для методики балансу мас

Таблиця 7.1. Рівні точності для даних про діяльність

№ рівня	Визначення
1	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 7,5\%$
2	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 5,0\%$
3	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 2,5\%$
4	дані про діяльність: обсяг кожного матеріального потоку на вході та на виході [т або тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 1,5\%$

7.3.2. Рівні точності для даних про діяльність для стандартної методики

Таблиця 7.2. Рівні точності для даних про діяльність для технологічних процесів виробництва або обробки залізозмісних металів.

№ рівня точності	Визначення
1	дані про діяльність: обсяг кожного вхідного матеріалу або побічного продукту виробництва, що використовується як вхідний матеріал [т], визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 5,0\%$
2	дані про діяльність: обсяг кожного вхідного матеріалу та побічного продукту виробництва, що використовується як вхідний матеріал [т], визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 2,5\%$

Для викидів CO₂ від технологічних процесів виробництва або обробки залізозмісних металів, у тому числі феросплавів, рівні точності для розрахункових коефіцієнтів в разі використання стандартної методики та рівні точності в разі використання методики балансу мас наведені у додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

Для викидів CO₂ від очищення відхідних газів та факельних установок рівні точності для даних про діяльність та для розрахункових коефіцієнтів наведені відповідно у розділах 2.5 та 2.6 цих Методичних рекомендацій.

8. Методика моніторингу М7 - виробництво цементного клінкеру

8.1. Сфера застосування

Операторами установок з виробництва цементного клінкеру включаються до моніторингу наступні процеси, що призводять до прямих викидів CO₂:

1) Використання сировини:

кальцинація карбонатів, що містяться в сировині, при виробництві клінкеру;

спалювання органічного вуглецю, що містяться в сировині, під час кальцинації карбонатів.

2) Спалювання палива для печей, пов'язаних з виробництвом клінкеру:

спалювання традиційного викопного палива для печі;

спалювання альтернативного палива та сировини для печі і змішаних видів палива з вмістом біогенного вуглецю;

спалювання палива з біомаси та біопалива (зокрема відходів біомаси).

3) Спалювання палива, окрім печей з виробництва клінкеру:

спалювання традиційного викопного палива;

спалювання альтернативних видів палива і змішаних видів палива з вмістом біогенного вуглецю;

спалювання палива з біомаси та біопалива (зокрема відходів біомаси).

Оператором також проводиться моніторинг вмісту органічного вуглецю у вапняку і сланцях, а також матеріалів, що використовуються для очищення відхідних газів.

8.2. Визначення викидів CO₂

Визначення викидів CO₂ від стаціонарного спалювання палива на установках з виробництва цементного клінкеру виконується відповідно до методики моніторингу М1 – спалювання палива (розділ 2 цих Методичних рекомендацій).

Для процесів спалювання палива враховується неповне окислення викопного палива. Однак, зазвичай, у обертових печах окислюється від 99% до 100% вуглецю, тобто неповне окислення є незначним через високу температуру горіння та тривалий час перебування палива в печах, а також через відсутність або мінімальний залишковий вміст вуглецю в клінкері. Отже, вуглець у таких печах слід розглядати як повністю окислений. Коефіцієнти викидів CO₂ від спалювання палива завжди визначаються на основі вмісту вуглецю.

В якості альтернативи, можливе застосування методики балансу мас, яка охоплює викиди CO₂ від спалювання палива, так і викиди CO₂ від технологічних процесів.

8.2.1. Викиди CO₂ від технологічних процесів виробництва клінкеру - загальний підхід

Викиди CO₂ від технологічних процесів виробництва цементного клінкеру складаються з 3-х компонентів:

кальцинації карбонатів, пов'язаної з перетворенням сировини у клінкер;

часткової або повної кальцинації карбонатів, пов'язаної з перетворенням сировини у пил обертової печі або пил байпасу;

спалювання органічного вуглецю, що містяться в сировині, під час кальцинації карбонатів.

Таким чином, викиди CO_2 при виробництві цементного клінкеру визначаються за наступною формулою:

$$\text{ВикСО}_2 = \text{ВикСО}_{2\text{Клінкер}} + \text{ВикСО}_{2\text{Пил}} + \text{ВикСО}_{2\text{ОргВуглець}} \quad (8.1)$$

де:

ВикСО_2	викиди CO_2 при виробництві цементного клінкеру [т]
$\text{ВикСО}_{2\text{Клінкер}}$	викиди CO_2 від кальцинації карбонатів, пов'язаної з перетворенням сировини у клінкер [т]
$\text{ВикСО}_{2\text{Пил}}$	викиди CO_2 від часткової або повної кальцинації карбонатів, пов'язаної з перетворенням сировини у пил обертової печі або пил байпасу [т]
$\text{ВикСО}_{2\text{ОргВуглець}}$	викиди CO_2 від спалювання органічного вуглецю, що міститься в сировині, під час кальцинації карбонатів [т]

Моніторинг викидів CO_2 від компонентів сировинної суміші проводиться або на основі вмісту карбонатів, що містяться у вхідній сировині (метод А₂ розділ 8.2.2 цих Методичних рекомендацій), або на основі кількості виробленого цементного клінкеру (метод Б₂ розділ 8.2.3 цих Методичних рекомендацій). Карбонати, що підлягають моніторингу, включають щонайменше CaCO_3 , MgCO_3 та FeCO_3 .

Для всіх викидів ПГ від технологічних процесів, де моніторинг проводиться згідно із стандартною методикою, коефіцієнти викидів ПГ визначаються за методом А або методом Б:

Метод А ґрунтується на даних про обсяг кожного виду сировини, спожитої для виготовлення клінкеру, а також на відповідному коефіцієнті викидів CO_2 , який залежить від вмісту карбонатів у відповідній сировині;

Метод Б ґрунтується на даних про обсяг виробленого клінкеру, а також на відповідному коефіцієнті викидів CO_2 , який залежить від вмісту оксидів лужноземельних металів (зокрема, CaO і MgO) у клінкері.

Викиди CO_2 , пов'язані з пилом, вилученим із технологічного процесу, та органічним вуглецем у вхідній сировині, враховуються відповідно до розділів 8.2.4 та 8.2.5 цих Методичних рекомендацій.

8.2.2. Метод А: Вхідний матеріал печі

Розрахунок викидів CO_2 ґрунтується на вмісті карбонатів в сировині на вході у піч (включаючи золу або доменний шлак).

Відповідно до додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності при застосуванні методу А типом матеріальних потоків, що пов'язані з викидами CO_2 від процесу кальцинації карбонатів, є «Вхідний матеріал печі (Метод А)».

Якщо з обертової печі видаляється пил обертової печі або пил байпасу, оператор не розглядає відповідну кількість пилу як вхідний матеріальний потік. Некарбонатний (органічний) вуглець вважається одним із компонентів сировинної суміші, тому розділ 8.2.5 цих Методичних рекомендацій при використанні методу А не застосовується, а формула (8.1) спрощується до наступного вигляду:

$$\text{ВикСО}_2 = \text{ВикСО}_{2\text{Клінкер}} + \text{ВикСО}_{2\text{Пил}} \quad (8.2)$$

Розрахунок викидів CO₂, пов'язаних з частковою або повною кальцинацією карбонатів, пов'язаних з утворенням пилу обертової печі або пилу байпасу, наведено у розділі 8.2.4 цих Методичних рекомендацій.

Викиди CO₂, пов'язані з перетворенням сировини у клінкер, розраховуються за формулою:

$$\text{ВикСО}_{2\text{Клінкер}} = \sum (\text{ДД}_{\text{Сировина},i} \times \text{КВ}_i \times \text{КП}_{\text{А}i}) \quad (8.3)$$

де:

$\text{ВикСО}_{2\text{Клінкер}}$	викиди CO ₂ від кальцинації карбонатів, пов'язаної з перетворенням сировини у цементний клінкер [т CO ₂]
$\text{ДД}_{\text{Сировина},i}$	дані про діяльність: обсяг сировини виду (i) у сировинній суміші [т]
КВ_i	коефіцієнт викидів CO ₂ для сировини виду (i), що містить вуглець, який було введено до печі [т CO ₂ /т]
$\text{КП}_{\text{А}i}$	коефіцієнт перетворення для методу А - неповна кальцинація компоненту виду (i) сировинної суміші [безрозмірний]

8.2.2.1. Дані про діяльність

Даними про діяльність у цьому випадку є обсяг кожного виду сировини у сировинній суміші.

Обсяг кожного виду сировини, спожитої для виробництва цементного клінкеру в печі, включаючи обпалений пил байпасу, що видаляється з системи, визначається виходячи з обсягів компонентів суміші, які було подано у піч. Зважування компонентів сировинної суміші є основним вимірюванням, що найбільшою мірою впливає на кінцеву точність визначення викидів CO₂ за методом А при виробництві цементного клінкеру.

Оператором визначається склад сировинної суміші, застосовуючи усталені галузеві практики, і застосовувати вимоги до невизначеності для даних про діяльність окремо для кожного з компонентів суміші, що містять вуглець (вапняк, крейда або сланці), уникаючи подвійного обліку або недоврахування, пов'язаного з повернутим або відведеним у байпас матеріалом.

Оператору дозволяється визначати дані про діяльність (обсяг спожитої сировини) на основі обсягу виробленого цементного клінкеру, використовуючи емпіричне співвідношення між обсягом спожитих карбонатів і обсягом виробленого клінкеру для конкретної установки. Це співвідношення потрібно оновлювати щонайменше один раз на рік, застосовуючи усталені галузеві практики.

Співвідношення обсягів компонентів сировинної суміші до клінкеру необхідно оновлювати не рідше одного разу на рік із застосуванням усталених галузевих практик.

8.2.2.2. Коефіцієнт викидів CO₂

Коефіцієнт викидів CO₂ розраховується та звітується в одиницях маси CO₂ на тонну кожної введеної в піч речовини, що містить вуглець, за умови її повного перетворення (кальцинації). Це стосується також окислення органічного вуглецю, що міститься у сировині.

Коефіцієнт викидів CO₂ розраховується на основі вмісту карбонатів та органічного вуглецю у сировині та відповідних стехіометричних співвідношень. Для розрахунку коефіцієнту викидів CO₂ використовується наступна формула, в яку, за необхідності, додаються інші компоненти:

$$KB_i = (KB_{CaCO_3} \times W_{CaCO_3} + KB_{MgCO_3} \times W_{MgCO_3} + KB_j \times W_j) \quad (8.4)$$

де:

- KB_i коефіцієнт викидів CO_2 для сировини виду (i) [т CO_2 /т сировини]
 KB_{CaCO_3} стехіометричний коефіцієнт викидів від кальцинації карбонату кальцію [т CO_2 /т $CaCO_3$]
 W_{CaCO_3} масова доля (частка) $CaCO_3$ у сировині виду (i) [безрозмірна]
 KB_{MgCO_3} стехіометричний коефіцієнт викидів від кальцинації карбонату магнію [т CO_2 /т $MgCO_3$]
 W_{MgCO_3} масова доля (частка) $MgCO_3$ у сировині виду (i) [безрозмірна]
 KB_j стехіометричний коефіцієнт викидів CO_2 від компоненту виду (j) [т CO_2 /т]
 W_j масова доля (частка) компоненту виду (j) у сировині виду (i) [безрозмірна]

Визначення частки карбонатів та органічного вуглецю (за наявності) в кожному виді сировини здійснюється відповідно до пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги щодо відбору проб, проведення лабораторних аналізів, калібрування та валідації для визначення розрахункових коефіцієнтів для кожного виду матеріалу.

Стехіометричні співвідношення викидів CO_2 від технологічного процесу, наведені у таблиці 8.1, та дані щодо компонентного складу сировини, визначені лабораторним шляхом, застосовуються для розрахунку коефіцієнту викидів CO_2 . Більш повний список стехіометричних коефіцієнтів викидів для інших карбонатів наведено у таблиці 2 додатку 3 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

Таблиця 8.1. Стехіометричні коефіцієнти викидів CO_2 від розкладання карбонатів на основі їх вмісту у сировині (метод А)

$CaCO_3$	0,440 [т CO_2 /т $CaCO_3$]
$MgCO_3$	0,522 [т CO_2 /т $MgCO_3$]
$FeCO_3$	0,380 [т CO_2 /т $FeCO_3$]
C	3,664 [т CO_2 /т C]

Рівень точності для коефіцієнта викидів CO_2 за методом А наступний:

Рівень 1: Коефіцієнт викидів CO_2 , визначений за методом А як описано вище, відповідає рівню точності 1. Інші рівні точності для коефіцієнта викидів CO_2 за методом А не передбачені.

8.2.2.3. Коефіцієнт перетворення

Коефіцієнт перетворення для методу А відображає неповну кальцинацію компонентів сировинної суміші на виході з печі.

Рівні точності для коефіцієнта перетворення за методом А наступні:

Рівень 1: Застосовується коефіцієнт перетворення, що дорівнює 1.

Рівень 2: Карбонати та інші форми вуглецю, що містяться у продуктах на виході з технологічного процесу, враховуються за допомогою коефіцієнта перетворення, значення якого може становити від 0 до 1. Оператор може зробити припущення, що відбувається повне перетворення однієї або декількох видів вхідної сировини та віднести неперетворені

карбонати або інший вуглець, що міститься у продуктах, до інших видів сировини. Додаткове визначення відповідних хімічних параметрів продуктів здійснюється згідно з відповідними положеннями пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги щодо відбору проб, проведення лабораторних аналізів, калібрування та валідації.

8.2.3. Метод Б: Вихід клінкеру

Викиди CO_2 від кальцинації сировини розраховуються виходячи з обсягу виробленого цементного клінкеру та коефіцієнта викидів CO_2 на тону клінкеру.

Відповідно до додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності при застосуванні методу Б типом матеріального потоку, що пов'язаний з викидами CO_2 від процесу кальцинації карбонатів, є «Вихід клінкеру (Метод Б)».

Коефіцієнт викидів CO_2 визначається на підставі вмісту CaO та MgO , виміряного у клінкері, та коригується, якщо певні кількості CaO та MgO в клінкері утворюються з некарбонатних сполук. Це може мати місце, зокрема, якщо до сировини, що надходить у піч, додаються силікати кальцію або доменний шлак.

Викиди CO_2 , пов'язані з перетворенням сировини у клінкер, розраховуються за формулою:

$$\text{ВикСО}_{2\text{Клінкер}} = \text{ДД}_{\text{Клінкер}} \times \text{КВ}_{\text{Клінкер}} \times \text{КП}_B \quad (8.5)$$

де:

$\text{ВикСО}_{2\text{Клінкер}}$	викиди CO_2 від кальцинації карбонатів, пов'язаної з перетворенням сировини у клінкер [т CO_2]
$\text{ДД}_{\text{Клінкер}}$	дані про діяльність: обсяг виробництва клінкеру [т]
$\text{КВ}_{\text{Клінкер}}$	коефіцієнт викидів CO_2 для клінкеру [т CO_2 /т клінкеру], без корекції на пил обертової печі
КП_B	коефіцієнт перетворення для методу Б, який відображає частку CaO та MgO , що утворилася з некарбонатних сполук у сировині [значення між 0 та 1, безрозмірне]

8.2.3.1. Дані про діяльність

Даними про діяльність у цьому випадку є обсяг виробленого цементного клінкеру.

Оператором визначаються дані про діяльність як обсяг клінкеру у тоннах, виробленого протягом звітного періоду, одним з наступних способів або їх комбінацією:

- 1) шляхом прямого зважування виробленого клінкеру;
- 2) на основі даних щодо поставок цементу, за допомогою матеріального балансу з урахуванням експорту клінкеру, імпорту клінкеру, а також змін обсягу запасів клінкеру, використовуючи наступну формулу:

$$\text{ДД}_{\text{Клінкер}} = \Sigma (\text{Цемент}_{i,\text{поставки}} - \text{Цемент}_{i,\text{ЗмінаЗапасів}}) \times \text{Ч}_{\text{КліЦем}i} - \text{Клінкер}_{\text{імпорт}} + \text{Клінкер}_{\text{експорт}} - \text{Клінкер}_{\text{ЗмінаЗапасів}} \quad (8.6)$$

де:

$\text{ДД}_{\text{Клінкер}}$	дані про діяльність: обсяг виробленого клінкеру [т]
$\text{Цемент}_{i,\text{поставки}}$	поставка цементу виду (i) споживачам [т]

Цемент _{і,ЗмінаЗапасів}	зміна запасів цементу виду (і) на складах за період моніторингу [т]
Ч _{КлЦем,і}	частка клінкеру в цементі виду (і) [т клінкера /т цементу]
Клінкер _{імпорт}	імпорт клінкеру з-за меж установки [т]
Клінкер _{експорт}	експорт клінкеру за межі установки [т]
Клінкер _{ЗмінаЗапасів}	зміна запасів клінкеру на складах за звітний період [т]

8.2.3.2. Коефіцієнт викидів CO₂

Зміна запасів цементу виду (і) та клінкеру на складах розраховується як різниця між їх запасами на початок та на кінець звітного періоду.

Коефіцієнт викидів CO₂ для цементного клінкеру розраховується та звітується в одиницях маси CO₂ на тону виробленого клінкеру. Коефіцієнт викидів розраховується на основі вмісту кожного лужноземельного оксиду, що міститься в клінкері, за формулою:

$$KB_{\text{клінкер}} = \sum (KB_{\text{Оксид,і}} \times W_{\text{Оксид,і}}) \quad (8.7)$$

де:

KB_{Оксид і} стехіометричний коефіцієнт викидів CO₂ від кальцинації відповідного карбонату до оксиду (і) [т CO₂/т]

W_{Оксид,і} масова доля оксиду (і) у виробленому клінкері [безрозмірна]

Визначення кількості відповідних оксидів металів, що утворюються внаслідок розкладання карбонатів у продукті, здійснюється у відповідності до положень пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги щодо відбору проб, проведення лабораторних аналізів, калібрування та валідації для визначення розрахункових коефіцієнтів для кожного виду матеріалу.

Для розрахунку коефіцієнта викидів CO₂ від клінкеру використовуються стехіометричні співвідношення викидів CO₂ від технологічного процесу, зазначені у таблиці 8.2, які визначають коефіцієнт викидів CO₂ від кальцинації відповідного карбонату до оксиду, припускаючи, що всі оксиди металів отримані з відповідних карбонатів. Детальніший список стехіометричних співвідношень наведено у таблиці 3 додатку 3 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

Таблиця 8.2. Стехіометричні коефіцієнти викидів CO₂ від розкладання карбонатів на основі вмісту оксидів лужноземельних металів (метод Б)

CaO	0,785 [т CO ₂ /т CaO]
MgO	1,092 [т CO ₂ /т MgO]

Рівні точності для коефіцієнта викидів CO₂ за методом Б наступні:

Рівень 1: Оператором застосовується коефіцієнт викидів 0,525 т CO₂/т клінкеру.

Рівень 2: Оператором застосовується коефіцієнт викидів CO₂ за замовчуванням на національному рівні відповідно до додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги до визначення розрахункових коефіцієнтів для стандартної методики.

Рівень 3: Коефіцієнт викидів CO₂ розраховується на основі вмісту оксидів металів у клінкері та відповідних стехіометричних співвідношень. Визначення вмісту оксидів металів, що утворюються з розкладання відповідних карбонатів, здійснюється відповідно

до положень пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги щодо відбору проб, проведення лабораторних аналізів, калібрування та валідації для визначення розрахункових коефіцієнтів для кожного виду матеріалу.

Стехіометричні співвідношення, наведені у таблиці 3 додатку 3 до Порядку здійснення моніторингу та звітності, використовуються для перерахунку даних щодо компонентного складу продукту у коефіцієнти викидів CO₂, припускаючи, що всі оксиди лужноземельних металів були отримані з відповідних карбонатів.

8.2.3.3. Коефіцієнт перетворення

Коефіцієнт перетворення для методу Б відображає кількість некарбонатних сполук відповідних металів у сировині, наприклад вміст відповідних оксидів у шлаках і зольному пилу.

Рівні точності для коефіцієнта перетворення за методом Б наступні:

Рівень 1: Використовується коефіцієнт перетворення, що дорівнює 1.

Рівень 2: Обсяг некарбонатних сполук відповідних металів у сировині, які у тому числі можуть міститися у поверненому пилі або золі, або в інших вже обпалених матеріалах, враховується за допомогою коефіцієнта перетворення зі значенням між 0 і 1. Значення, що дорівнює 1, означає, що весь обсяг відповідних металів у сировині представлений у формі карбонатів (гіпотетично, при значенні, що дорівнює 0, усі метали у сировині перебували б у формі некарбонатних сполук). Додаткові визначення відповідних хімічних параметрів вхідних матеріалів технологічного процесу здійснюються згідно з відповідними положеннями пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги щодо відбору проб, проведення лабораторних аналізів, калібрування та валідації.

8.2.4. Викиди CO₂, пов'язані з пилом, що видаляється з печі

Оператор враховує викиди CO₂ від пилу обертової печі та пилу байпасу, що видаляються з печі. Розрахунок виконується за формулою:

$$\text{ВикСО}_{2\text{Пил}} = \text{ДД}_{\text{Пил}} \times \text{КВ}_{\text{Пил}} \quad (8.8)$$

де:

ВикСО_{2Пил} викиди CO₂ від пилу [т CO₂]

ДД_{Пил} дані про діяльність: маса пилу обертової печі, що видаляється з печі [т]

КВ_{Пил} коефіцієнт викидів CO₂ для пилу обертової печі [т CO₂/т пилу]

Відповідно до додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності в цьому випадку типом матеріального потоку, що пов'язаний з викидами CO₂ є «Пил клінкерної печі».

8.2.4.1. Обсяг пилу

Пил обертової печі можна ефективно вловлювати за допомогою технології контролю пилу і потім повертати у піч (що зазвичай відбувається на практиці) або його можна відразу направляти в піч разом з повітрям, або (після уловлювання) його можна відправляти у відходи. Ступінь повернення пилу в піч залежить від того, чи буде це впливати на якість клінкеру або виробленого з нього готового цементу. Весь пил, який не

було повернуто в піч, вважається «втраченим» для процесу, і викиди, пов'язані з ним, розраховуються за формулою 8.8.

За відсутності даних про обсяги пилу конкретної установки, міжнародна Екологічна рада цементної промисловості (Cement Sustainability Initiative, CSI) рекомендує використовувати значення за замовчуванням МГЕЗК для викидів CO₂, що пов'язані з пилом, яке дорівнює 2% викидів CO₂ від клінкеру (тобто до обсягу CO₂, розрахованому для клінкеру, додається 2%). Слід зазначити, що це значення може бути заниженим, в зв'язку з чим бажано використовувати дані конкретної установки щодо обсягу пилу, що видаляється з системи. Такі дані потрібно отримати із застосуванням усталених галузевих практик.

8.2.4.2. Коефіцієнт викидів CO₂ для пилу.

Пил обертової печі складається з частинок, похідних від сировинних матеріалів, але при цьому вихідний карбонатний компонент пилу може бути кальциновано лише частково, тому відповідні викиди CO₂ необхідно коригувати на неповну кальцинацію.

Коефіцієнт викидів CO₂ для пилу може бути визначений з наступними рівнями точності:

Рівень 1: Оператором застосовується коефіцієнт викидів CO₂, що дорівнює 0,525 т CO₂/т пилу.

Рівень 2: Оператором визначається коефіцієнт викидів CO₂ як мінімум один раз на рік відповідно до положень пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги щодо відбору проб, проведення лабораторних аналізів, калібрування та валідації для визначення розрахункових коефіцієнтів.

Використовується наступна формула:

$$КВ_{Пил} = \frac{\frac{КВ_{Клінкер}}{1 + КВ_{Клінкер}} \times d}{1 - \frac{КВ_{Клінкер}}{1 + КВ_{Клінкер}} \times d} \quad (8.9)$$

де:

КВ_{Пил} коефіцієнт викидів CO₂ частково кальцинованого пилу обертової печі [т CO₂/т пилу]

КВ_{Клінкер} коефіцієнт викидів CO₂ для клінкеру даної установки [т CO₂/т клінкеру]

d коефіцієнт, що відображає рівень кальцинації та склад пилу (тобто CO₂, викинутий в атмосферу, як % від загального карбонатного CO₂ у сировинній суміші)

Якщо пил повністю кальциновано або якщо його повністю повернуто в обертову піч, то викиди, пов'язані з пилом, дорівнюють нулю.

8.2.5. Викиди CO₂ від некарбонатного вуглецю в сировинній суміші

Вапняк і сланці (сировина) можуть також містити органічний вуглець (кероген), а інші види сировини (наприклад, зольний пил) можуть включати вуглецеві залишки, які при спалюванні будуть викидати додатковий CO₂. Оператором визначаються викиди CO₂ від окислення некарбонатного вуглецю в печі, як мінімум з вапняку, сланцю або альтернативної сировини (наприклад, золи), що входять до складу сировинної суміші.

Відповідно додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності в цьому випадку типом матеріального потоку, що пов'язаний з викидами CO₂, є «Органічний (некарбонатний) вуглець».

Викиди CO₂ від некарбонатного вуглецю в сировинній суміші розраховуються за формулою:

$$\text{ВикСО}_{2\text{ОргВуглець}} = \sum (\text{ДД}_{\text{Сировина},i} \times \text{КВ}_{\text{Сировина},i} \times \text{КП}_{\text{некарбонат},i}) \quad (8.10)$$

КВ_{Сировина,i} розраховується за формулою:

$$\text{КВ}_{\text{Сировина},i} = \text{Ч}_{\text{некарбонат},i} \times 3,664 \quad (8.11)$$

де:

ВикСО _{2ОргВуглець}	викиди CO ₂ від некарбонатного вуглецю [т CO ₂]
ДД _{Сировина,i}	дані про діяльність: маса сировини виду (i) (кожного виду сировини, що подається до печі та містить некарбонатний вуглець) [т]
КВ _{Сировина,i}	коефіцієнт викидів CO ₂ з некарбонатного вуглецю для сировини виду (i) [т CO ₂ /т сировини]
Ч _{некарбонат,i}	частка некарбонатного (органічного) вуглецю у сировині виду (i) [безрозмірний]
КП _{некарбонат,i}	коефіцієнт перетворення, який відображає перетворення некарбонатного вуглецю у сировині виду (i) на CO ₂ [безрозмірний]
3,664	коефіцієнт для перетворення молярної маси вуглецю в CO ₂

Рівні точності для частки некарбонатного вуглецю наступні:

Рівень 1: Вміст некарбонатного вуглецю у відповідній сировині оцінюється з використанням кращих галузевих рекомендацій. Міжнародна Екологічна рада цементної промисловості (Cement Sustainability Initiative, CSI), рекомендує використовувати значення вмісту органічного вуглецю Ч_{некарбонат} за замовчуванням, що дорівнює 0,2%.

Рівень 2: Вміст некарбонатного вуглецю у відповідній сировині визначається принаймні щорічно на основі лабораторних аналізів відповідно до положень пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги щодо відбору проб, проведення лабораторних аналізів, калібрування та валідації. Частка некарбонатного вуглецю у сировині Ч_{некарбонат} визначається на основі лабораторних аналізів вмісту загального органічного вуглецю у сировині.

Рівні точності для коефіцієнта перетворення наступні:

Рівень 1: Застосовується коефіцієнт перетворення, що дорівнює 1.

Рівень 2: Коефіцієнт перетворення розраховується із застосуванням усталеної галузевої практики.

8.3. Рівні точності

Рівні точності, що застосовуються до розрахункових коефіцієнтів, наведені у розділах вище, де описуються відповідні методи розрахунку. Рівні точності для даних про діяльність наведені у таблиці 8.3.

Таблиця 8.3. Рівні точності для даних про діяльність

Вид матеріального потоку	Параметр, до якого застосовується невизначеність	Рівень 1	Рівень 2	Рівень 3	Рівень 4
Вхідний матеріал печі (Метод А)	Кожний відповідний вхідний матеріал печі [т]	±7,5%	±5%	±2,5%	
Вихід клінкеру (Метод Б)	Вироблений клінкер [т]	±5%	±2,5%		
Пил клінкерної печі	Пил клінкерної печі та пил системи байпасу пічних газів [т]	н/д**	±7,5%		
Органічний (не карбонатний) вуглець	Кожна сировина [т]	±15 %	±7,5%		

9. Методика моніторингу М8 - виробництво вапна або кальцинація доломіту або магнезиту

9.1. Сфера застосування

Ця методика застосовується для оцінки викидів CO₂ від установок для виробництва вапна або кальцинації доломіту або магнезиту.

Операторам установок потрібно враховувати як викиди CO₂ від спалювання, так і викиди CO₂ від технологічних процесів. Оператором включається до моніторингу принаймні такі процеси, що призводять до викидів CO₂: кальцинація вапняку, доломіту або магнезиту, спалювання традиційного викопного палива, використання альтернативних палив та сировини у випалювальних печах, використання палив з біомаси (відходи біомаси) та інших палив.

Там, де негашене вапно і CO₂, що вивільнилося з вапняку, використовуються для процесів очищення, в результаті чого приблизно та ж сама кількість CO₂ зв'язується знову, розкладання карбонатів в процесі очищення не потрібно включати окремо в план моніторингу установок. Такі процеси очищення зустрічаються, наприклад, на цукрових заводах.

Випалювання вапна також може здійснюватися і в інших галузях промисловості, таких як виробництво будівельних матеріалів, хімічна промисловість, харчова промисловість (наприклад, виробництво цукру) та виробництво чавуну або сталі.

Якщо утворений CO₂ використовується на установці або передається на іншу установку для виробництва осадженого карбонату кальцію (PCC), цей обсяг CO₂ вважається викидами установки, на якій CO₂ утворюється.

9.2. Визначення викидів CO₂

Викиди CO₂ від спалювання палива (вугілля, природного газу, тощо), включаючи викиди від очищення відхідних газів, розраховують відповідно до методики моніторингу М1 – спалювання палива (розділ 2 цих Методичних рекомендацій).

В якості альтернативи можливе застосування методики балансу мас, що охоплює як викиди CO₂ від спалювання, так і викиди CO₂ від технологічних процесів. Однак, оскільки вона не надає переваг порівняно зі стандартною методикою, баланс мас, зазвичай, не використовується.

9.2.1. Викиди CO₂ від технологічних процесів - загальний підхід

Оксид кальцію (СаО або негашене вапно) утворюється шляхом нагрівання вапняку для розкладання карбонатів. Це зазвичай відбувається в шахтних або обертових печах при високих температурах і призводить до викидів CO₂. Викиди CO₂ від технологічних процесів виробництва вапна складаються з трьох компонентів:

кальцинації карбонатів, пов'язаної з утворенням негашеного вапна;

часткової або повної кальцинації карбонатів, пов'язаної з перетворенням сировини у пил вапняної печі або пил байпасу;

окислення органічного вуглецю, що міститься в сировині, під час кальцинації карбонатів.

Викиди CO₂ від процесу кальцинації карбонатів можна розрахувати двома способами: враховуючи кількість карбонатів кальцію та магнію, що містяться у вхідній сировині (метод А, розділ 9.2.2 цих Методичних рекомендацій), або на основі кількості оксидів кальцію та магнію в отриманому вапні (метод Б, розділ 9.2.3 цих Методичних рекомендацій). Обидва способи вважаються еквівалентними, тобто оператор обирає метод, який забезпечує отримання більш точних даних, краще відповідає наявному обладнанню та не призводить до необґрунтованих витрат.

В обох методах завжди потрібно враховувати карбонати кальцію та магнію. У разі необхідності враховуються інші карбонати та вміст органічного вуглецю у сировині. У випадку виробництва оксиду магнію, окрім карбонатів, за необхідності також враховуються інші мінерали.

9.2.2. Карбонати (Метод А): вхідний матеріал печі

Метод А ґрунтується на даних про кількість кожного виду сировини, спожитої для виготовлення вапна, а також на відповідному коефіцієнті викидів CO₂, який залежить від вмісту карбонатів у сировині.

Відповідно додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності при застосуванні методу А типом матеріальних потоків, що пов'язані з викидами CO₂ від процесу кальцинації карбонатів, є «Карбонати (Метод А)».

Якщо з печі видаляється пил вапняної печі або пил байпасу, оператор не розглядає відповідну кількість пилу як вхідний матеріальний потік. Некарбонатний вуглець (за наявності) вважається одним із компонентів сировини, тому розділ 9.2.5 цих Методичних рекомендацій при використанні методу А не застосовується.

Викиди CO₂ розраховуються за формулою:

$$\text{ВикСО}_2 = \sum (\text{ДД}_{\text{Сировина},i} \times \text{КВ}_i \times \text{КП}_{\text{А},i}) \quad (9.1)$$

де:

ВикСО₂

викиди CO₂ від кальцинації карбонатів [т CO₂]

$DD_{\text{Сировина},i}$	дані про діяльність: обсяг сировини виду (i), що споживається в процесі виробництва вапна протягом звітного періоду [т]
KB_i	коефіцієнт викидів CO_2 для сировини виду (i) [т CO_2 / т сировини]
$KP_{A,i}$	коефіцієнт перетворення для сировини виду (i) за методом А [безрозмірний]

9.2.2.1. Дані про діяльність

Даними про діяльність є обсяг кожного виду сировини, яка подається до печі та містить вуглець (окрім палива). Це може бути вапняк, крейда, доломіт або інші види сировини, що містять карбонати.

9.2.2.2. Коефіцієнт викидів CO_2

Коефіцієнт викидів CO_2 розраховується та звітується в одиницях маси CO_2 на тонну кожного виду сировини, поданої в піч, за умови її повного перетворення (кальцинації). Це стосується також окислення органічного вуглецю, що міститься у сировині. Коефіцієнт викидів CO_2 розраховується на основі вмісту карбонатів та органічного вуглецю у сировині та відповідних стехіометричних співвідношень. Карбонати, з яких утворюються викиди CO_2 при типовій діяльності з виробництва вапна, включають: вапняк ($CaCO_3$), магнезит ($MgCO_3$) та доломіт ($CaMg(CO_3)_2$).

Для розрахунку коефіцієнту викидів CO_2 використовується наступна формула, в яку, за необхідності, додаються інші компоненти:

$$KB_i = (KB_{CaCO_3} \times W_{CaCO_3} + KB_{MgCO_3} \times W_{MgCO_3} + KB_j \times W_j) \quad (9.2)$$

де:

KB_i	коефіцієнт викидів CO_2 для сировини виду (i) [т CO_2 /т сировини]
KB_{CaCO_3}	стехіометричний коефіцієнт викидів CO_2 від кальцинації карбонату кальцію [т CO_2 /т $CaCO_3$]
W_{CaCO_3}	масова доля (частка) $CaCO_3$ у сировині виду (i) [безрозмірна]
KB_{MgCO_3}	стехіометричний коефіцієнт викидів від кальцинації карбонату магнезю [т CO_2 /т $MgCO_3$]
W_{MgCO_3}	масова доля (частка) $MgCO_3$ у сировині виду (i) [безрозмірна]
KB_j	стехіометричний коефіцієнт викидів CO_2 від компоненту виду (j) [т CO_2 /т]
W_j	масова доля (частка) компоненту виду (j) у сировині виду i [безрозмірна]

Визначення частки карбонатів та органічного вуглецю (за наявності) в кожному виді сировини здійснюється відповідно до положень пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги щодо відбору проб, проведення лабораторних аналізів, калібрування та валідації для визначення розрахункових коефіцієнтів. Значення вмісту карбонатів коригується у відповідності до вмісту вологи та порожньої породи в матеріалі.

Стехіометричні співвідношення (коефіцієнти) викидів CO_2 від технологічного процесу розкладання карбонатів на основі їх вмісту у сировині (метод А), наведені у таблиці 9.1, застосовуються для перерахунку даних компонентного складу в коефіцієнт викидів CO_2 для відповідної сировини. Більш повний список стехіометричних

коефіцієнтів викидів для інших карбонатів наведено у таблиці 2 додатку 3 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

Таблиця 9.1. Стехіометричні коефіцієнти викидів CO₂ (метод А)

CaCO ₃	0,440 [т CO ₂ /т CaCO ₃]
MgCO ₃	0,522 [т CO ₂ /т MgCO ₃]
C	3,664 [т CO ₂ /т C]

9.2.2.3. Коефіцієнт перетворення

Коефіцієнт перетворення для методу А відображає неповну кальцинацію компонентів сировинної суміші на виході з печі.

9.2.3. Оксиди лужно-земельних металів (метод Б): вихід продукції

Відповідно додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності при застосуванні методу Б типом матеріальних потоків, що пов'язані з викидами CO₂ від процесу кальцинації карбонатів, є «Оксиди лужно-земельних металів (Метод Б)».

За методом Б викиди CO₂ від кальцинації карбонатів розраховуються на основі кількості оксидів лужноземельних металів (CaO і MgO) у виробленому вапні за формулою:

$$\text{ВикСО}_2 = \text{ДД} \times \text{КВ}_B \times \text{КП}_B \quad (9.3)$$

де:

ВикСО₂ викиди CO₂ від кальцинації карбонатів [т CO₂]

ДД дані про діяльність: обсяг виробленого вапна за звітний період [т]

КВ_Б коефіцієнт викидів CO₂ за методом Б [т CO₂/т]

КП_Б коефіцієнт перетворення для методу Б [безрозмірний]

Коефіцієнт викидів CO₂ розраховується на основі визначення кількості CaO та MgO у продукції, припускаючи, що вся кількість оксидів металів була отримана з відповідних карбонатів.

Для розрахунку коефіцієнту викидів CO₂ використовується наступна формула, в яку, за необхідності, додаються інші компоненти:

$$\text{КВ}_B = (\text{КВ}_{\text{CaO}} \times W_{\text{CaO}} + \text{КВ}_{\text{MgO}} \times W_{\text{MgO}}) \quad (9.4)$$

де:

КВ_Б коефіцієнт викидів CO₂ за методом Б [т CO₂/т]

КВ_{CaO} стехіометричний коефіцієнт викидів CO₂ для оксиду кальцію [т CO₂/т CaO]

W_{CaO} масова доля (частка) оксиду кальцію (CaO) у продукції [безрозмірна]

КВ_{MgO} стехіометричний коефіцієнт викидів CO₂ для оксиду магнію [т CO₂/т MgO]

W_{MgO} Масова доля (частка) оксиду магнію (MgO) у продукції [безрозмірна]

Стехіометричні співвідношення (коефіцієнти) викидів CO₂ від технологічного процесу розкладання карбонатів на основі вмісту оксидів лужноземельних металів (метод

Б), наведені у таблиці 9.2, застосовуються для перетворення даних компонентного складу в коефіцієнт викидів CO₂.

Таблиця 9.2. Стехіометричні коефіцієнти викидів CO₂ (метод Б)

CaO	0,785[т CO ₂ /т CaO]
MgO	1,092[т CO ₂ /т MgO]

Обсяг некарбонатних сполук відповідних металів або інших попередньо кальцинованих речовин у сировині, які в тому числі можуть міститися у пилу або золі, що повертаються у піч, враховується шляхом визначення коефіцієнта перетворення зі значенням між 0 та 1. Значення, що дорівнює 1, означає, що весь обсяг CaO та MgO отримано внаслідок кальцинації відповідних карбонатів (тобто, воно передбачає відсутність некарбонатних сполук в сировині). Додаткове визначення необхідних параметрів вхідних матеріалів процесу здійснюється згідно з положеннями пунктів 35-39 Порядку здійснення моніторингу та звітності, де викладені вимоги щодо відбору проб, проведення лабораторних аналізів, калібрування та валідації для визначення розрахункових коефіцієнтів для кожного виду матеріалу.

9.2.4. Викиди CO₂, пов'язані з пилом, що видаляється з печі

Пил вапняної печі може утворюватися в процесі виробництва вапна і може бути повернутий у піч. Необхідно уникати подвійного обліку або недоврахування, що можуть виникнути через повернення цього матеріалу до печі або його виведення через байпас. При застосуванні методу Б пил вапняної печі (який може містити залишкову кількість карбонату), вважається окремим вихідним матеріальним потоком, де це доречно. Викиди CO₂, пов'язані з пилом вапняної печі розраховується так само, як і від пилу обертової печі при виробництві клінкеру (розділ 8.2.4 цих Методичних рекомендацій).

Відповідно додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності при застосуванні методу Б типом матеріального потоку, що пов'язаний з викидами CO₂ від пилу вапняної печі, є «Пічний пил (Метод Б)».

9.2.5. Викиди CO₂ від некарбонатного вуглецю в сировинній суміші

Викиди CO₂ від некарбонатного вуглецю в сировинній суміші, за необхідністю, розраховуються так само, як у випадку клінкеру (розділ 8.2.5 цих Методичних рекомендацій).

9.3. Рівні точності

9.3.1. Рівні точності для даних про діяльність

Рівні точності для даних про діяльність визначаються з використанням порогових значень для максимальної невизначеності, яка допускається для визначення кількості палива або матеріалу.

Таблиця 9.3. Рівні точності для даних про діяльність для виробництва вапна і кальцинації доломіту або магнезиту при застосуванні методу А

№ рівня точності	Визначення
1	дані про діяльність: обсяг кожної відповідної сировини, завантаженої в піч, [т] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 7,5\%$
2	дані про діяльність: обсяг кожної відповідної сировини, завантаженої в піч, [т] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 5,0\%$
3	дані про діяльність: обсяг кожної відповідної сировини, завантаженої в піч, [т] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 2,5\%$

Таблиця 9.4. Рівні точності для даних про діяльність для лужноземельних оксидів (метод Б) для виробництва вапна і кальцинації доломіту та магнезиту

№ рівня точності	Визначення
1	дані про діяльність: обсяг виробленого вапна [т] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 5,0\%$
2	дані про діяльність: обсяг виробленого вапна [т] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 2,5\%$

Таблиця 9.5. Рівні точності для даних про діяльність для пилу вапняної печі (при застосуванні методу Б) для виробництва вапна і кальцинації доломіту або магнезиту

№ рівня точності	Визначення
1	дані про діяльність: обсяг пічного пилу [т], що видаляється з пічної системи за звітний період, оцінюється за допомогою керівництв з усталеної галузевої практики
2	дані про діяльність: обсяг пічного пилу [т] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 7,5\%$

9.3.2. Рівні точності для розрахункових коефіцієнтів

Рівні точності, що застосовуються до розрахункових коефіцієнтів для спалювання палива та для технологічних процесів, наведені у додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

10. Методика моніторингу М9 - виробництво аміаку

10.1. Сфера застосування

Ця методика застосовується для оцінки викидів CO_2 для установок з виробництва аміаку.

Виробництво аміаку пов'язане з викидами CO_2 в результаті:

1) використання природного газу чи іншого палива як сировини у хімічному процесі риформінгу чи часткового окислення та

2) процесу спалювання природного газу чи іншого палива для забезпечення високотемпературних умов хімічного процесу та інших потреб виробництва.

Зазвичай, джерела викидів CO_2 розташовані на підприємствах хімічної промисловості, де аміак виробляється для різних потреб, переважно для виробництва азотних добрив.

У разі наявності діяльності з виробництва аміаку операторами здійснюється моніторинг викидів CO_2 в результаті спалювання палива та його використання у якості сировини у хімічному процесі. Операторами установок враховуються принаймні наступні процеси, що призводять до викидів CO_2 :

спалювання палив для постачання тепла для процесу риформінгу чи часткового окислення;

використання палив у якості сировини для технологічного процесу виробництва аміаку (риформінгу чи часткового окислення);

використання палив для інших процесів спалювання, зокрема підігрів води та вироблення пару.

Обсяги CO (монооксиду вуглецю), викинутого в атмосферне повітря, вважаються молярним еквівалентом обсягів CO_2 .

При використанні CO_2 від виробництва аміаку у якості сировини для виробництва карбаміду чи інших хімічних сполук, або при транспортуванні CO_2 за межі установки для будь-яких потреб, цей обсяг CO_2 вважається викидами установки, на якій CO_2 утворюється.

Оператором враховуються усі викиди CO_2 від спалювання палива на установці, незалежно від того, чи здійснюється експорт теплової енергії або інших енергоносіїв на інші установки або їх передача здійснюється в межах установки.

10.2. Визначення викидів CO_2

Для визначення викидів CO_2 від виробництва аміаку (як викидів від спалювання, так і викидів від технологічного процесу) застосовується стандартна методика. Існує два варіанти застосування стандартної методики.

Згідно з першим варіантом розрахунок викидів CO_2 проводиться окремо для викидів CO_2 від процесів спалювання палива для цілей виробництва аміаку та викидів CO_2 від використання палива у якості сировини для виробництва аміаку.

У другому варіанті моніторинг викидів CO_2 від спалювання палива для цілей виробництва аміаку здійснюється разом з викидами CO_2 від використання палива в якості сировини (комбінований розрахунок). Такий розрахунок можливий лише у випадку використання того самого палива як для спалювання, так і для використання у якості сировини для виробництва аміаку.

Обидва варіанти вважаються еквівалентними, тож оператор обирає той підхід, який забезпечує отримання більш точних даних, краще відповідає наявному обладнанню та не призводить до необґрунтованих витрат.

10.2.1. Окремий розрахунок викидів CO₂ від спалювання палива та технологічного процесу

При окремому розрахунку викидів CO₂ від спалювання палива для цілей виробництва аміаку та викидів CO₂ від використання палива у якості сировини моніторинг викидів від спалювання здійснюється у відповідності до методики моніторингу М1 – спалювання палива (розділ 2 цих Методичних рекомендацій), а моніторинг викидів CO₂ від технологічного процесу здійснюється за методикою, описаною в цьому розділі.

Принципом цієї методики є розрахунок викидів CO₂ на основі даних про діяльність (обсягу спожитої сировини), помножених на коефіцієнт викидів, виражений у т CO₂/т або т CO₂/тис. м³ сировини, та на коефіцієнт перетворення. Коефіцієнт перетворення використовується для коригування обсягу викидів CO₂ у випадку неповних хімічних реакцій, в результаті чого не весь вуглець, що міститься у сировині, перетворюється на CO₂ та СО.

Викиди CO₂ розраховуються за формулою:

$$\text{ВикСО}_{2i} = \text{ДД}_{\text{Сировина},i} \times \text{КВ}_i \times \text{КП}_i \quad (10.1)$$

де:

ВикСО_{2i} викиди CO₂ від використання палива виду (i) у якості сировини [т CO₂]

ДД_{Сировина,i} дані про діяльність: обсяг палива виду (i), використаного в якості сировини [т або тис. м³]

КВ_i коефіцієнт викидів CO₂ для палива виду (i) [т CO₂/т або т CO₂/ тис. м³]

КП_i коефіцієнт перетворення [безрозмірний]

Дані про діяльність та коефіцієнти викидів CO₂ з одиницями виміру в тоннах використовуються для твердих речовин і рідин, тоді як для газоподібних речовин дозволяється використовувати тонни або кубічні метри. Для того, щоб досягти аналогічного порядку значень для твердих, рідких та газоподібних речовин, значення об'єму останніх потрібно представити в тисячах кубічних метрів. Оператором приводяться усі виміри об'єму газів до стандартних або нормальних умов (Ст м³ або Нм³) та забезпечується узгодженість звітності. Коефіцієнти викидів CO₂ мають відповідати умовам, застосованим для визначення об'єму.

Викиди CO₂ від спалювання палива для цілей виробництва аміаку додаються до викидів CO₂ від технологічного процесу. Викиди від спалювання палива в інших частинах установки (наприклад, у котельні, що розташована в межах установки) не враховуються як викиди CO₂ від виробництва аміаку. Хоча на практиці можливий обмін тепловою енергією між частинами установки, до викидів від виробництва аміаку відносяться лише викиди CO₂, які утворюються в результаті споживання палива безпосередньо частиною установки (наприклад, цехом) з виробництва аміаку.

10.2.2. Стандартна методика – комбінований розрахунок викидів CO₂ від спалювання палива та технологічного процесу

При комбінованому розрахунку викидів CO₂ від спалювання палива для цілей виробництва аміаку та викидів CO₂ від технологічного процесу використовуються дані щодо загального використання кожного виду палива, спожитого для виробництва аміаку. При цьому враховується виключно обсяг палива, спожитого безпосередньо частиною установки (наприклад, цехом) з виробництва аміаку. Не враховуються викиди CO₂ від виробництва теплової енергії іншими частинами установки, з якими може відбуватися обмін енергією.

Розрахунок здійснюється аналогічно до методики окремого розрахунку викидів CO₂ від спалювання та технологічного процесу виробництва аміаку, але у цьому випадку враховується весь обсяг спожитого палива разом згідно з наступною формулою:

$$\text{ВикСО}_2 = \text{ДД}_{\text{Загальний},i} \times \text{КВ}_i \times \text{КОП}_i \quad (10.2)$$

де:

ВикСО_2 викиди CO₂ від виробництва аміаку (від технологічного процесу та спалювання) [т CO₂]

$\text{ДД}_{\text{Загальний},i}$ дані про діяльність: загальний обсяг палива виду (i), використаного для виробництва аміаку (спалювання та використання у якості сировини) [т або тис. м³]

КВ_i коефіцієнт викидів CO₂ для палива виду (i) [т CO₂/т або т CO₂/ тис. м³]

КОП_i коефіцієнт окислення і перетворення для палива виду (i) [безрозмірний]

У випадку спільного розрахунку викидів CO₂ від спалювання палива та його використання у якості сировини у виробництві аміаку застосовується комбінований коефіцієнт окислення і перетворення, що враховує неповне окислення вуглецю при спалюванні палива на виробництві аміаку та неповні хімічні реакції при його використанні у якості сировини, в результаті чого не весь вуглець, що міститься у паливі, перетворюється на CO₂ або CO. Консервативним значенням комбінованого коефіцієнту окислення і перетворення є 1. Однак, оператором може використовуватися інше обґрунтоване значення, визначене у відповідності до додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

10.3. Рівні точності

10.3.1. Рівні точності для даних про діяльність

Рівні точності для даних про діяльність визначаються з використанням порогових значень максимальної невизначеності, яка допускається для визначення обсягу палива чи сировини.

Таблиця 10.1 містить порогові значення максимальної невизначеності, яка допускається для визначення обсягу спалювання палива та його використання в якості сировини для виробництва аміаку.

Таблиця 10.1. Рівні точності для даних про діяльність

№ рівня точності	Визначення
1	дані про діяльність: обсяг кожної відповідної сировини [т] або [тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 7,5\%$
2	дані про діяльність: обсяг кожної відповідної сировини [т] або [тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 5,0\%$
3	дані про діяльність: обсяг кожної відповідної сировини [т] або [тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 2,5\%$
4	дані про діяльність: обсяг кожної відповідної сировини [т] або [тис. м ³] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 1,5\%$

10.3.2. Рівні точності для розрахункових коефіцієнтів

Рівні точності, що застосовуються до розрахункових коефіцієнтів для визначення викидів CO₂ від спалювання та використання палива у якості сировини для технологічних процесів, наведені у додатку 1 до Порядку здійснення моніторингу та звітності.

11. Методика моніторингу M10 – виробництво азотної кислоти (викиди N₂O)

11.1. Сфера застосування

Ця методика застосовується для здійснення моніторингу викидів закису азоту (N₂O) від промислового виробництва азотної кислоти. Викиди CO₂ від спалювання палива, що відбуваються при виробництві азотної кислоти, визначаються відповідно до стандартної методики моніторингу M1 – спалювання палива (розділ 2 цих Методичних рекомендацій).

Цей вид діяльності зазвичай здійснюється на підприємствах хімічної промисловості, де виробляються азотні добрива, нейлон та інші синтетичні продукти.

Оператором враховуються усі джерела викидів закису азоту від процесів виробництва азотної кислоти, включно з випадками, коли відхідні гази проходять через систему очищення. Дані положення не застосовуються до викидів N₂O від спалювання палива.

11.2. Визначення викидів N₂O

11.2.1. Методика на основі неперервних вимірювань

Викиди закису азоту від виробництва азотної кислоти визначаються з використанням методики на основі неперервних вимірювань викидів N₂O. На відміну від методики на основі розрахунків, що застосовуються до інших видів діяльності, у цій методиці предметом вимірювання є безпосередньо N₂O у складі відхідного газу установки.

У методиці на основі неперервних вимірювань викиди N₂O визначаються на основі двох головних параметрів, отриманих за допомогою системи неперервних вимірювань викидів N₂O (CHBV):

- 1) концентрація N_2O у відхідному газі;
- 2) об'єм відхідного газового потоку.

Для вимірювання обох параметрів – концентрації N_2O та об'ємного потоку відхідних газів – потрібно використовувати сертифіковане обладнання. Викиди визначаються на погодинній основі шляхом множення погодинних значень вимірюваної концентрації N_2O на погодинні значення відхідного газового потоку. Викиди N_2O за звітний період розраховуються як сума усіх погодинних значень викидів окремої точки вимірювання.

Якщо на одній установці існує декілька джерел викидів N_2O , які приєднані до однієї точки викидів (наприклад, вони мають спільну димову трубу), викиди від них необхідно вимірювати як викиди від єдиного джерела. Якщо на установці існує декілька точок викидів, оператором визначаються викиди для кожної з них окремо, після чого розраховується сума результатів вимірювань.

Детальні процедури розрахунків наведені нижче.

Крок 1. Визначення середніх погодинних значень

Оператором розраховуються погодинні значення для кожного параметру, включно з концентрацією N_2O та об'ємом відхідного газового потоку, як середні значення усіх наявних результатів вимірювання для відповідної години роботи установки. Якщо оператор може без додаткових витрат отримувати середні значення для коротших періодів, оператором використовуються такі референтні періоди для визначення річного обсягу викидів N_2O .

Оператором визначаються погодинні значення концентрації N_2O у міліграмах на метр кубічний відхідного газу за нормальних умов (mg/Hm^3) на основі даних вимірювання у репрезентативній точці після обладнання з очищення відхідного газу від NO_x або N_2O , якщо воно встановлено. Оператором застосовуються технології, здатні вимірювати концентрацію N_2O з усіх джерел викидів, як під час роботи системи очищення відхідного газу, так і у випадках її відключення. У випадку високої концентрації N_2O у відхідному газовому потоці, значення визначаються шляхом непрямих розрахунків концентрації із використанням результатів вимірювань концентрації всіх інших компонентів газового потоку відповідно до розділу 12.1 цих Методичних рекомендацій. Якщо у таких випадках зростає невизначеність вимірів, оператор враховує це у оцінці невизначеності.

Оператором приводяться усі виміри до сухого газу та нормальних умов, де це потрібно, та забезпечується узгодженість звітності. Для цього знадобиться вимірювання інших допоміжних параметрів, таких як вміст вологи, температура та тиск відхідного газу.

У разі відсутності даних неперервного вимірювання одного або декількох параметрів або якщо обладнання для вимірювання перебуває поза контролем оператора, поза діапазоном вимірювання або в неробочому стані протягом частини години або референтного періоду, заміщення відсутніх даних здійснюється відповідно до пункту 48 Порядку здійснення моніторингу та звітності та розділу 12.2 цих Методичних рекомендацій.

Крок 2. Розрахунок річних викидів N_2O

Оператором розраховуються щорічні викиди як сума усіх погодинних значень викидів N_2O за звітний період. Для цього використовується наступна формула:

$$\text{Вик}_{(N_2O \text{ річні})} = \sum_i^{\text{роб.год рік}} (K_{\text{Год } i} \times \text{Об}_{\text{Год } i} \times 10^{-9}) \quad (11.1)$$

де:

$\text{Вик}_{(\text{N}_2\text{O річні})}$	щорічні викиди N_2O з джерела або групи джерел, об'єднаних однією точкою викидів [т N_2O]
$\text{K}_{\text{год } i}$	погодинні значення концентрації N_2O у відхідному газі [мг/Нм ³]
$\text{Об}_{\text{год } i}$	погодинні значення об'єму відхідного газового потоку, визначені для кожного відповідного погодинного значення концентрації N_2O [Нм ³]

Крок 3. Визначення середньорічних погодинних викидів N_2O

Оператором розраховуються середньорічні викиди N_2O за годину для кожного джерела викидів, де встановлено СНВВ, застосовуючи наступну формулу:

$$\text{Вик}_{(\text{N}_2\text{O сер})} = \frac{\sum (\text{K}_{\text{год } i} \times \text{Об}_{\text{год } i} \times 10^{-6})}{\text{РГ}} \quad (11.2)$$

де:

$\text{Вик}_{(\text{N}_2\text{O сер})}$	середньорічні погодинні викиди N_2O від джерела або групи джерел, об'єднаних однією точкою викидів [кг/год]
$\text{K}_{\text{год } i}$	погодинні значення концентрації N_2O у відхідному газ [мг/Нм ³]
$\text{Об}_{\text{год } i}$	погодинні значення об'єму відхідного газового потоку [Нм ³]
РГ	кількість робочих годин у звітному році [год]

Невизначеність середньорічного значення викидів N_2O за годину має відповідати вимогам застосованого рівня точності.

Крок 4. Визначення щорічних викидів N_2O в еквіваленті двоокису вуглецю

Оператором перераховуються загальні щорічні викиди N_2O з усіх джерел викидів, виміряні у тоннах з точністю до третього знаку після коми, у еквівалент двоокису вуглецю (CO_2e), округлений до цілих тон, використовуючи показник потенціалу глобального потепління закису азоту:

$$\text{Вик}_{(\text{CO}_2\text{e})} = \text{Вик}_{(\text{NO}_2 \text{ річні})} \times \text{ППП}_{\text{N}_2\text{O}} \quad (11.3)$$

де:

$\text{Вик}_{(\text{CO}_2\text{e})}$	щорічні викиди N_2O з джерела або групи джерел, об'єднаних однією точкою викидів, в еквіваленті двоокису вуглецю [т CO_2e]
$\text{Вик}_{(\text{NO}_2 \text{ річні})}$	щорічні викиди N_2O з джерела або групи джерел, об'єднаних однією точкою викидів [т N_2O]
$\text{ППП}_{\text{N}_2\text{O}}$	потенціал глобального потепління N_2O [т CO_2e /т N_2O]

Відповідно до додатку 3 до Порядку здійснення моніторингу та звітності, значення потенціалу глобального потепління для закису азоту становить 298 т CO_2e /т N_2O .

Загальні річні викиди N_2O в еквіваленті двоокису вуглецю від усіх джерел та викиди самого двоокису вуглецю від інших джерел, що відносяться до установки, підсумовуються разом та включаються у звітність.

11.2.2. Визначення об'єму відхідного газового потоку з використанням моделі балансу мас

Визначення об'єму відхідного газового потоку здійснюється оператором шляхом розрахунків за допомогою балансу мас за умови, що буде досягнутий рівень точності, не менший за той, який можна забезпечити шляхом безпосереднього вимірювання у репрезентативній точці.

Об'єм відхідного газового потоку розраховується у відповідності до наступної формули:

$$\text{Об}_{\text{год } i} = \frac{\text{Об}_{\text{пов}} \times (1 - \text{O}_{2,\text{пов}})}{(1 - \text{O}_{2,\text{газ}})} \quad (11.4)$$

де:

- $\text{Об}_{\text{год } i}$ погодинні значення об'єму відхідного газового потоку, визначені для кожного відповідного погодинного значення концентрації N_2O [Нм^3]
- $\text{Об}_{\text{пов}}$ загальний об'єм потоку повітря до джерела викидів протягом години [Нм^3]
- $\text{O}_{2,\text{пов}}$ частка кисню (O_2) у сухому повітрі [= 0,2095]
- $\text{O}_{2,\text{газ}}$ середня частка кисню у відхідному газі за відповідну годину

Показник $\text{Об}_{\text{пов}}$ розраховується як сума усіх потоків повітря, що подаються у виробничий процес за годину. Оператором використовується наступна формула, яка точно зазначається у плані моніторингу і охоплює всі вхідні потоки повітря:

$$\text{Об}_{\text{пов}} = \text{Об}_1 + \text{Об}_2 + \text{Об}_3 \dots + \text{Об}_i \quad (11.5)$$

де:

- $\text{Об}_{\text{пов}}$ загальний об'єм потоку повітря **Об_i** до джерела викидів протягом години [Нм^3]
- Об_1 об'єм первинної подачі повітря протягом відповідної години [Нм^3]
- Об_2 об'єм вторинної подачі повітря протягом відповідної години [Нм^3]
- Об_3 об'єм третинної подачі повітря протягом відповідної години [Нм^3]
- Об_i інші вхідні потоки повітря протягом відповідної години (додаються за потреби) [Нм^3]

Оператором визначається Об_1 шляхом неперервного вимірювання потоку повітря перед змішуванням з аміаком. Об_2 визначається також шляхом неперервного вимірювання потоку повітря, включно з випадками вимірювання подачі повітря перед котлом утилізатором. У показнику Об_3 враховується повітря, що подається на продувочну колону у виробництві азотної кислоти. У разі наявності, інші потоки вхідного повітря додаються до розрахунку у вищезазначену формулу.

Для вхідних потоків повітря, які у сумі складають менше 2,5% від загального об'єму подачі повітря, можна застосовувати оціночні методи для консервативного визначення їх об'єму, розроблені оператором у відповідності до усталених галузевих практик. Оператор доводить шляхом прямого вимірювання за звичайних умов роботи установки, що потік відхідного газового потоку є достатньо стабільним, аби дозволити використання

запропонованого методу. Якщо такі вимірювання показують нестабільність відхідного газового потоку, цей фактор враховується оператором при виборі належних методів вимірювання та під час розрахунку невизначеності викидів N₂O.

Погодинні середні значення (або середні значення за інший референтний період) розраховуються для усіх вхідних потоків повітря, концентрації кисню та інших параметрів, необхідних для визначення погодинних значень об'єму відхідного газового потоку.

Усі виміри приводяться оператором до сухого газу та нормальних умов.

11.2.2.1. Визначення концентрації кисню для розрахунку об'єму відхідного газового потоку

Якщо об'єм відхідного газового потоку розраховується з використанням моделі балансу мас, оператором вимірюється концентрація кисню у відхідному газі для здійснення розрахунку. При розрахунку невизначеності викидів N₂O оператором враховується невизначеність вимірів концентрації O₂.

11.3. Рівні точності

Рівні точності визначаються з використанням порогових значень максимально дозволеної невизначеності для середньорічних погодинних викидів парникових газів.

Таблиця 11.1. Рівні точності для визначення викидів N₂O за допомогою системи неперервних вимірювань

№ рівня точності	1	2	3
Максимально дозволена невизначеність середньорічних погодинних викидів N ₂ O	± 10 %	± 7,5 %	± 5 %

12. Особливості застосування методики на основі неперервних вимірювань

12.1. Розрахунок концентрації ПГ із застосуванням непрямих вимірювань концентрації інших компонентів

У випадку високої концентрації ПГ у відхідному газовому потоці, оператором визначається його концентрація шляхом непрямих розрахунків з використанням результатів неперервного вимірювання концентрації всіх інших компонентів газового потоку в репрезентативній точці, що потрібно передбачити у плані моніторингу (пункт 46 Порядку здійснення моніторингу та звітності). Для розрахунку концентрації ПГ застосовується наступна формула:

$$K_{\text{ПГ}} = 100\% - \sum K_i \quad (12.1)$$

де:

$K_{\text{ПГ}}$ концентрація ПГ у відхідному газі [%]

K_i концентрація кожного компонента (i) у відхідному газі [%]

12.2. Заміщення відсутніх даних

Оператором використовується обладнання, яке придатне для функціонування у відповідних умовах, регулярно проводиться його обслуговування та калібрування. При цьому оператором враховується той факт, що будь-яке обладнання може час від часу виходити з ладу. Тому оператору необхідно передбачити у плані моніторингу процедури для заміщення відсутніх даних.

Принципи, яких має дотримуватись оператор для заміщення відсутніх даних щодо концентрації та інших параметрів при застосуванні методики на основі неперервних вимірювань, викладені у пункті 48 Порядку здійснення моніторингу та звітності.

Якщо для години або референтного періоду відсутні дані щодо концентрації парникового газу або доступно менше 80% значень окремих результатів вимірювань від максимально можливої їх кількості, оператором розраховується заміне значення як сума середнього значення концентрації та подвоєного стандартного відхилення, пов'язаного з цим середнім значенням, із використанням наступної формули.

$$C_{\text{зам}} = \bar{C} + 2\sigma_{C_{\text{}}}$$
 (12.2)

де:

- $C_{\text{зам}}$ заміне значення для відсутніх даних щодо концентрації ПГ
- \bar{C} середнє арифметичне значення концентрації за весь звітний період, або, якщо відсутність даних мала місце за особливих обставин, за репрезентативний період, що відображає аналогічні обставини
- $\sigma_{C_{\text{}}}$ оцінка стандартного відхилення показника концентрації для періоду, за який розраховано середнє арифметичне значення

12.3. Визначення обсягу викидів CO₂ за методикою на основі неперервних вимірювань

При застосуванні методики на основі неперервних вимірювань для визначення обсягу річних викидів CO₂ з кожного джерела викидів оператором здійснюється розрахунок згідно з формулою 12.3. Обсяг CO, викинутого в атмосферне повітря, вважається молярним еквівалентом обсягу CO₂.

Крок 1: Розрахунок річних викидів CO₂

$$\text{Вик}_{(\text{CO}_2 \text{ річні})} = \sum_i^{\text{роб.год рік}} (K_{\text{год } i} \times \text{Об}_{\text{год } i} \times 10^{-6})$$
 (12.3)

де:

- $\text{Вик}_{(\text{CO}_2 \text{ річні})}$ річні викиди CO₂ з джерела [т]
- $K_{\text{год } i}$ погодинна концентрація CO₂ у відхідному газовому потоці під час роботи джерела [г/Нм³]
- $\text{Об}_{\text{год } i}$ об'єм відхідного газового потоку для кожної години [Нм³]

Крок 2: Визначення середньорічних погодинних викидів CO₂

Оператором розраховуються середньорічні викиди CO₂ за годину для кожного джерела викидів, де застосовується СНВВ, використовуючи наступну формулу:

$$\text{Вик}_{(\text{сер річні})} = \frac{\sum (K_{\text{Год і}} \times O_{\text{Год і}})}{PГ \times 1000} \quad 12.4)$$

де:

Вик _(сер річні)	середньорічні погодинні викиди CO ₂ із джерела [кг/год]
K _{Год і}	погодинна концентрація CO ₂ у відхідному газовому потоці під час роботи джерела викидів [г/Нм ³]
O _{Год і}	об'єм відхідного газового потоку для кожної години [Нм ³]
PГ	кількість годин роботи джерела викидів у звітному році [год]

**Заступник директора Департаменту –
начальник відділу захисту озонового шару
Департаменту кліматичної політики
та збереження озонового шару**

Валентина ВАСИЛЕНКО