

*Кірейцева Г.В.,
к.е.н., доц., професор кафедри екології та природоохоронних технологій
Хоменко С.В.,
аспірантка кафедри екології та природоохоронних технологій,
Бажан В.В.,
здобувач вищої освіти за освітнім ступенем «магістр»
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»,
Стемківський О.О.,
здобувач вищої освіти за освітнім ступенем «магістр»
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»,
Державний університет «Житомирська політехніка»
org_hsv@ztu.edu.ua*

АНАЛІЗ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ: МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ТА ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ

Впровадження системи моніторингу викидів парникових газів є критично важливим завданням для українських промислових підприємств у контексті виконання зобов'язань за Паризькою угодою та процесу європейської інтеграції. Запровадження механізму вуглецевого коригування імпорту (СВАМ) та вимоги Європейської системи торгівлі викидами (EU ETS) створюють нагальну потребу в адаптації національних підходів до міжнародних стандартів кліматичної звітності, особливо для енергоємних галузей, до яких належать гірничо-збагачувальні підприємства.

Дослідження проводилося на базі одного з найбільших гірничо-збагачувальних підприємств України, основною діяльністю якого є видобування залізної руди (магнетиту), її первинна обробка, збагачення та виробництво окатків. Підприємство входить до числа провідних виробників залізорудної продукції в країні та відіграє важливу роль у формуванні експортного потенціалу залізорудної галузі України.

Методологічною основою дослідження став комплексний аналіз корпоративної звітності підприємства, технологічних регламентів виробничих процесів, технічних характеристик устаткування та облікових даних щодо використання сировинних і паливно-енергетичних ресурсів протягом 2023 року. У роботі також застосовувались затверджені емісійні коефіцієнти парникових газів Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України і статистичні матеріали Національного реєстру антропогенних викидів та поглинання парникових газів

Для розрахунку викидів парникових газів застосовувалася методика балансу мас відповідно до Постанови КМУ № 960, оскільки ця методика є найбільш доцільною з наступних причин: забезпечує комплексний облік всіх значущих джерел викидів, включаючи процесні викиди від декарбонізації вапняку; демонструє оптимальне співвідношення точності та економічної ефективності; базується на існуючих даних виробничого обліку; забезпечує повну відповідність європейським стандартам EU ETS; дозволяє поетапне впровадження без порушення виробничого процесу. Про обчисленні вуглецевого сліду видобутку залізної руди методика балансу мас забезпечує найбільш точну оцінку викидів CO₂ від технологічних процесів при мінімальних витратах на впровадження.

На підставі результатів проведеного аналізу основних етапів технологічного процесу встановлено, що джерелами викидів парникових газів виступають: зони сушіння окатишів, сушильний барабан бентоніту, млини, парові та водогрійні котли, інфрачервоні теплові випромінювачі, нагрівальні печі на газу, сушильні барабани. Дослідження показало, що кожне з виявлених джерел має відповідну точку викиду – димову трубу, через яку здійснюється емісія парникових газів в атмосферу.

У ході дослідження після ідентифікації джерел та точок викидів визначено необхідність встановлення матеріальних потоків - фізичних потоків речовин або матеріалів, що містять вуглець, які надходять на підприємство, використовуються в технологічних процесах та залишають підприємство у вигляді продукції або викидів. Аналіз засвідчив, що матеріальний потік може мати вхідний характер (сировина, паливо) або вихідний (готова продукція, відходи, викиди).

За результатами дослідження для цілей моніторингу викидів парникових газів ідентифіковано наступні матеріальні потоки:

- природний газ (паливо);
- вапняк (вхідна сировина);
- бентоніт (вхідна сировина);
- залізорудний концентрат (вхідна сировина);
- окатиші (вихідна продукція);
- лушпиння соняшнику як біопаливо.

На основі отриманих результатів ідентифікації джерел викидів та матеріальних потоків було розроблено схематичну діаграму матеріальних потоків (рисунок 1). Діаграма наочно демонструє виявлені у ході дослідження ключові елементи системи: вхідні матеріальні потоки включають залізорудний концентрат, вапняк, бентоніт, паливний газ та вугілля, які надходять на фабрику окатування. Схема відображає процес трансформації вхідної сировини у вихідний матеріальний потік - залізорудні окатиші, які транспортуються залізничним транспортом.

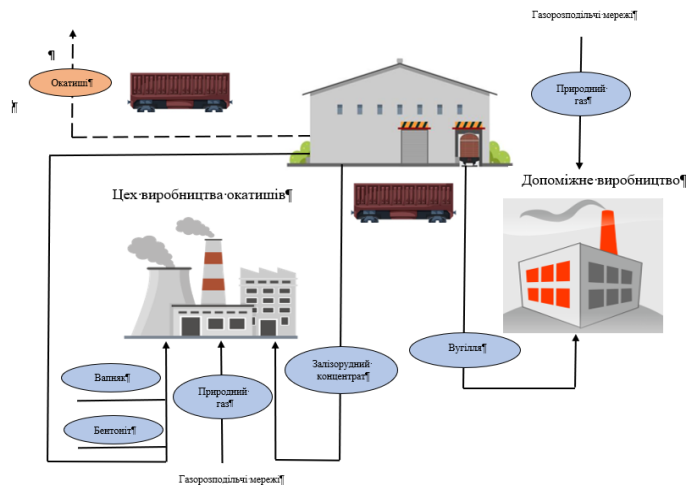


Рис. 1. Діаграма матеріальних потоків (розроблено авторами)

Для розрахунку викидів парникових газів використовували методику балансу мас, оскільки на підприємстві відсутня сертифікована лабораторія, яка б могла здійснювати неперервні вимірювання, а її створення призведе на значних необґрунтованих витрат.

В таблиці 1 представлені кількісні показники викидів вуглекислого газу від різних матеріальних потоків гірничо-збагачувального комбінату.

Таблиця 1

Викиди CO₂ від матеріальних потоків

№ з/п	Матеріальний потік	Викиди CO ₂ , т
1	Природний газ	147967.05
2	Вапняк	22167.20
3	Бентоніт	1965.08
4	Залізорудний концентрат	14145.93
5	Окатиші	-6499.88
6	Лушпиння соняшнику	0
7	Загальні викиди CO ₂ , (за виключенням біомаси)	179745.38

Аналізуючи дані таблиці варто зазначити, що загальні викиди CO₂ підприємства (без урахування біомаси) становлять 179 745.38 тонн. Домінуючим джерелом викидів є **природний газ (82.3%), що свідчить** про високу енергоємність виробничих процесів підприємства та залежність від викопного палива. Зокрема, на стадії випалювання окатишів у конвеєрних випалювальних машинах використовується саме природний газ. Другий за значимістю матеріальний потік, що забезпечує 12.3% викидів – вапняк. Це пов'язано з використанням вапняку як флюсуючої добавки в процесі окаткування залізорудного концентрату, де відбувається декарбонізація карбонату кальцію (CaCO₃). 7.9% викидів припадає на залізорудний концентрат, що відображає вуглецевмісні компоненти в сировині та їх трансформацію в процесі збагачення руди. **Бентоніт** забезпечує 1.1% викидів і використовується як зв'язуюча речовина при виробництві окатишів. **Лушпиння соняшнику** не враховується при розрахунку викидів відповідно до методології, оскільки є біомасою, викиди від спалювання якої вважаються вуглецево-нейтральними.

Література

1. IPCC (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
2. Kapelista I., Kireitseva H., Tsyhanenko-Dziubenko I., Khomenko S., Vovk V. Review of Innovative Approaches for Sustainable Use of Ukraine's Natural Resources. Grassroots Journal of Natural Resources. 2024. Vol. 7, no. 3. P. s378-s395. <https://doi.org/10.33002/nr2581.6853.0703ukr19>