

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ДИМОВИХ ГАЗІВ ПЕЧЕЙ ГРАФІТАЦІЇ ВІД МОНООКСИДУ ВУГЛЕЦЮ

*Мартинюк А. С., студ. (гр. ЛЦ-01, ІХФ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Ковтун А. І., к.т.н, ст. вик. (каф. ОПЩБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. Розглянуто питання, яке стосується впровадження новітніх технологій на виробництва, з метою зменшення викидів монооксиду вуглецю на прикладі використання печей Ачесона (графітування).

Ключові слова: піч графітування (Ачесона), монооксид вуглецю, новітні технології, вуглеграфітні виробництва, ГДК (гранично-допустимі концентрації)

Abstract. The article deals with the issue of introducing the latest technologies in production to reduce carbon monoxide emissions on the example of using Acheson (graphitization) furnaces.

Keywords: Acheson's graphitizing furnace, carbon monoxide, new technologies, carbon graphite production, MPC.

Вступ. Збереження чистоти повітря в Україні стає гострішою проблемою. Не зважаючи на зниження виробничої активності у багатьох сферах, промислові гіганти, такі як: теплові електростанції, коксохімічні підприємства, а також видобуток вугілля та виробництво вуглеграфітових електродів, нафтопереробки і хімічної промисловості із значними потужностями продовжують негативно впливати на якість атмосферного повітря.

Монооксид вуглецю – це один із основних забруднювачів навколишнього середовища, і світова антропогенна діяльність щорічно спричиняє викиди від 350 до 600 мільйонів тонн цього токсичного газу в атмосферу. З екологічної точки зору СО (монооксид вуглецю) є надзвичайно небезпечним газом, що загрожує життю людей, оскільки він може призвести до незворотних змін в процесах життєдіяльності людини, гіпоксії, задухи та раптової смерті, нервових розладів, тощо. Летальність від отруєння монооксидом вуглецю становить найвищу частку смертельних інтоксикацій газами у світі у випадках, не пов'язаних із пожежею.

Аналіз стану питання. Найвищі рівні монооксиду вуглецю спостерігаються в індустріально розвинених регіонах з великою кількістю видобувних та переробних підприємств. Зокрема, в Запорізькій області, яка входить до числа найбільш забруднених областей України, разом із Дніпропетровською областю, підвищений техногенне навантаження на атмосферу обумовлюється не лише наявністю численних екологічно небезпечних об'єктів в Україні, але і неефективною роботою систем очищення газів. Викиди часто не відповідають встановленим нормам ГДК. Зокрема, скупчення в місті Запоріжжя промислових підприємств, таких як: ПАТ «Запоріжсталь», ПАТ «Запорізький завод феросплавів», ПрАТ «Український графіт», ПрАТ «Запоріжжкокс» та інші призвело до утворення території значного

техногенного впливу. У складі викидів вказаних підприємств частка монооксиду вуглецю досягає 40–80 %.

Мета роботи: висвітлення проблеми і перспективи проведення та впровадження нових наукових досліджень в галузі екології по мінімізації викидів в атмосферу монооксиду вуглецю на прикладі печей графітування (Ачесона).

Методики, матеріали і результати досліджень. Один з ключових напрямків стимулювання економічного росту України та інших країн – це розвиток високо конкурентоздатних підприємств у сфері чорної та кольорової металургії. Особливу увагу приділяється галузям металургії, де виробляється важливий продукт – вуглеграфітова електродна продукція. Цей вид продукції широко використовується для забезпечення роботи сталеплавильних і феросплавних електродугових печей на металургійних та машинобудівних підприємствах. Крім того, вуглеграфітова електродна продукція використовується як аноди для магнієвих електролізерів, катоди для алюмінієвих електролізерів, матеріал для футеровки доменних та феросплавних печей, а також для електротермічних агрегатів в хімічній промисловості та іншого спеціального обладнання, яке вимагає особливих фізико-хімічних та механічних властивостей матеріалів.

З метою підвищення екологічної безпеки виробництва електродів і впровадження принципів чистого виробництва, необхідно вживати заходів для зменшення викидів монооксиду вуглецю та смолистих речовин у димових газах, основні джерела яких – печі випалювання і графітування електродів.

Технологічний процес графітування вуглецевих матеріалів є останньою фазою складного і багатоетапного процесу виготовлення різних графітованих виробів, включаючи електроди. Зазвичай графітування проводять з заготовками, які вже пройшли випалювання (часто в печах Рідгамера (ПрАТ «Український графіт»)), що призводить до значної пористості та анізотрії матеріалу. Проте саме процес графітування надає матеріалу необхідну електропровідність, теплопровідність та знижує його фрикційні властивості. Крім того, готові графітовані вироби повинні відповідати різним експлуатаційним характеристикам, включаючи міцність та стійкість до окиснення, які формуються під час процесу графітування.

У печі графітування (Ачесона) заготовки розміщують симетрично по рядах, а проміжки між ними пересипаються струмопровідним сипучим матеріалом (коксом). Таким чином, утворюється безперервний послідовний електричний ланцюг: пересипка-заготовка-пересипка (рис. 1). Внутрішня закладка печі (заготовки (6) і струмопровідна пересипка (4)) називається «кern». Для запобігання втрат теплоти і окиснення керна заготовки та кернова пересипка вкриваються шаром теплоізоляції (3). Вуглецева теплоізоляційна шихта відіграє роль не тільки теплоізолятора, але й активного електричного опору. Вона повинна містити не менше 75 % фракції 2 мм. У процесі нагрівання печі відбувається інтенсивне випаровування вологи, що призводить до стрибкоподібної зміни фізичних властивостей пересипки, так як теплопровідність шихти підвищується із ростом вологості. Але одночасно

створюються передумови для витоку струму та знижується ефективність використання електроенергії завдяки конверсії пари при температурах вище 650 °С, яка супроводжується газифікацією кернавого коксу зі значним поглинанням теплоти. Продуктами реакції газифікації є монооксид вуглецю і водень, які частково видаляються в навколишнє середовище, і частково, проходячи через шари теплоізоляції, вступають у реакції з утворенням води і метану.

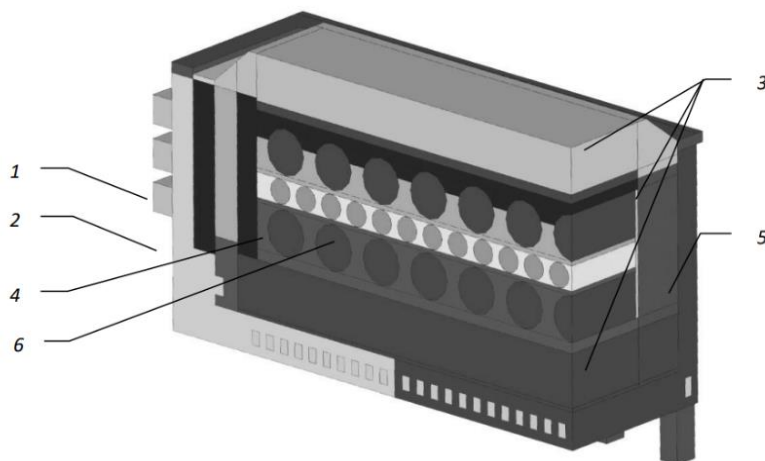


Рис. 1. Схема печі графітації (піч Ачесона)

1 – струмопровідні електроди, 2 – торцеві стіни, 3 – теплоізоляційна шихта, 4 – кернава пересипка, 5 – бічні стінки, 6 – заготовки (електроди)

Цікавим є той факт, що спостерігається відповідність між характером підвищення концентрації монооксиду вуглецю та характером збільшення температури надкернової пересипки. Тобто, монооксид вуглецю утворюється за рахунок згоряння вуглецевого матеріалу пересипки. Відомо, що монооксид вуглецю формується в верхньому шарі теплоізоляції при температурі не менше 500 °С, що спів відповідає температурі, при якій вугілля самозаймається. Цей процес обумовлений наявністю достатньої кількості кисню у димових газах, який знаходиться у порожнинах теплоізоляційного матеріалу. Крім того, швидкість руху повітря в шарі матеріалу також впливає на викиди монооксиду вуглецю. При подачі повітря із швидкістю 0,1-0,2 м/с монооксид вуглецю має можливість окислитися до діоксиду вуглецю за дії кисню, що суттєво зменшує його викиди в димові гази. Утворення монооксиду вуглецю також пов'язане з проходженням процесу відновлення CO₂ вуглецем коксу, що при температурі 1300 °С збільшує викиди CO на 80 %.

Задля зменшення викидів монооксиду вуглецю деякі вчені пропонують змінювати компоненти шихти та інших компонентів печей Ачесона, зокрема й теплоізоляцію, однак комплексного рішення, задля максимальної мінімізації викидів CO поки немає і є велика загроза для працівників, особливо вуглеграфітних виробництв, адже там виробничі умови CO часто перевищують рівень ГДК, що загрожує здоров'ю працівників, тому є надвеликий потенціал для наукових досліджень і подальшого зменшення викиду монооксиду вуглецю.

Впровадження більш екологічних систем очистки димових газів печей графітації Ачесона від монооксиду вуглецю (СО) має значний екологічний та економічний потенціал. Враховуючи зростаючу увагу до збереження навколишнього середовища та споживачів до більш сталого виробництва, існують деякі перспективні підходи:

- Використання каталітичних систем: каталізатори можуть бути використані для перетворення СО у менш шкідливий СО₂ шляхом каталітичних реакцій. Це дозволяє зменшити викиди СО і знизити вплив на довкілля. Сучасні каталітичні системи можуть бути ефективними та довговічними.

- Використання теплових обмінників: використання теплових обмінників дозволяє зменшити втрати тепла і підвищити ефективність процесу під час згорання. Це може допомогти зменшити кількість СО, утворюваного в процесі графітації.

- Моніторинг і регулювання процесу: застосування сучасних систем автоматизації та моніторингу дозволяє керувати процесом графітації, регулюючи параметри згорання, що сприяє зменшенню утворення СО.

- Застосування вторинних заходів: додаткові заходи, такі як рекуперація тепла та використання альтернативних джерел енергії, можуть допомогти оптимізувати процес графітації та зменшити його вплив на довкілля.

- Дослідження та розвиток нових технологій: науково-дослідницька робота в галузі очистки димових газів завжди важлива. Розробка нових матеріалів і технологій може сприяти подальшому покращенню систем очистки.

- Відповідність законодавству та стандартам: важливо дотримуватися вимог законодавства щодо викидів і очистки димових газів. Це може стимулювати впровадження більш екологічних систем виробництва.

Висновки. У роботі розглянуто вкрай гостру на сьогоднішній день проблему з надмірним викидом монооксиду вуглецю великих виробництв, що являється загрозою, як безпосередньо працівників даних виробництв, так і є загрозою для цивільного населення. Оглядово розглянуто роботу печі Ачесона, і на її прикладі було проаналізовано проблему з викидами СО, висвітлено певні відомі факти утворення монооксиду вуглецю і перспективи наукових досліджень для впровадження новітніх технологій задля запобігання надмірного викиду монооксиду вуглецю в атмосферу.

Література

1. Кутузов С. В., Буряк В. В., Деркач В. В., Матвиєнко А. А., Панов Є. Н., Гомеля М. Д., Карвацький А. Я., Шилович І. Л., Васильченко Г. Н., Даниленко С. В., Лелека С. В., Пулинець І. В., Чирка Т. В., Лазарев Т. В. Заходи щодо зниження викидів монооксиду вуглецю при виробництві електродної продукції на ПАТ «Укрграфіт». Київ: НТУУ «КПІ», ВПІ ВПК «Політехніка». 2013. 138 с.

2. Екологічний паспорт Запорізької області за 2019 р. // Офіційний портал Запорізької обласної державної адміністрації. 185 с. [Електронний ресурс]. Режим

доступу: <https://www.zoda.gov.ua/article/2509/ekologichniy-pasport-zaporizkoji-oblasti-za-2019-rik.htm>.

3. Іваненко О. І., Носачова Ю. В. Техноекологія. Київ: Видавничий дім “Кондор”, 2017. 287 с.

4. Іваненко О. І. Наукові основи зниження екологічних ризиків забруднення атмосферного повітря підприємствами вуглеграфітного виробництва [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [//ela.kpi.ua/jspui/bitstream/123456789/40507/1/Ivananko_aref.pdf](http://ela.kpi.ua/jspui/bitstream/123456789/40507/1/Ivananko_aref.pdf).