

## ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-046-9-42>

### ВИДАЛЕННЯ СО З ГАЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КАТАЛІЗАТОРІВ НА ОСНОВІ ФЕРИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Довголап С. Д.**

*аспірант*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Іваненко О. І.**

*кандидат технічних наук, доцент*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

*м. Київ, Україна*

В технологічних процесах, де зустрічається термічна обробка вуглецю, таких як коксування, графітація, спалювання вугілля, завжди утворюються оксиди вуглецю, якщо в газових сумішах присутній в більших чи менших концентраціях кисень. Як правило, дані процеси супроводжуються утворенням діоксиду вуглецю та токсичного монооксиду вуглецю[1, с. 9–16].

Не дивлячись на значну кількість методів доокислення монооксиду вуглецю перед скидом димових газів у атмосферу, задача створення умов ефективного його окислення на стадії отримання є важливою проблемою, яка недостатньо вивчена.

Одним із конструктивних рішень проблеми очистки димових газів багатоканальних печей [2] для випалювання електродних заготовок від монооксиду вуглецю може бути розміщення у вогневих каналах цих печей контейнерів з каталізатором у камерах, що підігріваються димовими газами. Таким чином, метою роботи є розробка каталізаторів окислення СО для вирішення важливої наукової і прикладної проблеми техногенного забруднення навколишнього середовища підприємствами з виробництва електродів.

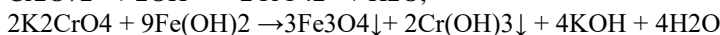
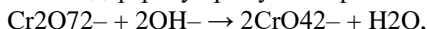
В ходів даних досліджень були проведені лабораторні експерименти з наступними каталізаторами на основі феритних матеріалів.

Мідь-феритовий каталізатор ( $\text{Cu}^{2+}:\text{Fe}^{2+}=1:3,53$ ) на основі цеоліту [2]: наважку цеоліту обробляли сумішню розчинів 0,069M  $\text{CuSO}_4$  та 0,278M  $\text{FeSO}_4$  протягом 1 год, після чого осаджували на цеоліті осад фериту міді  $\text{CuFe}(\text{FeO}_2)_3$  25 % розчином  $\text{NH}_4\text{OH}$  за реакцією:

$$2\text{Cu}^{2+} + 8\text{Fe}^{2+} + 20\text{NH}_4\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuFe}(\text{FeO}_2)_3\downarrow + 10\text{H}_2\text{O} + 20\text{NH}_4^+$$

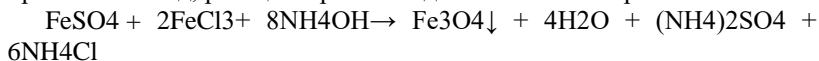
та витримували протягом 24 год. Після цього модифікований цеоліт відділяли від водної фази декантацією, промивали та сушили на повітрі до постійної маси.

Хром-феритовий каталізатор ( $\text{Cr}^{6+}:\text{Fe}^{2+}=1:15$ ) на основі цеоліту [3, с. 215]: наважку цеоліту обробляли сумішню розчинів 0,028M  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  та 0,332M  $\text{FeSO}_4$  протягом 1 год, після чого осаджували на цеоліті осад фериту хрому 25 % розчином  $\text{NH}_4\text{OH}$  за реакціями:

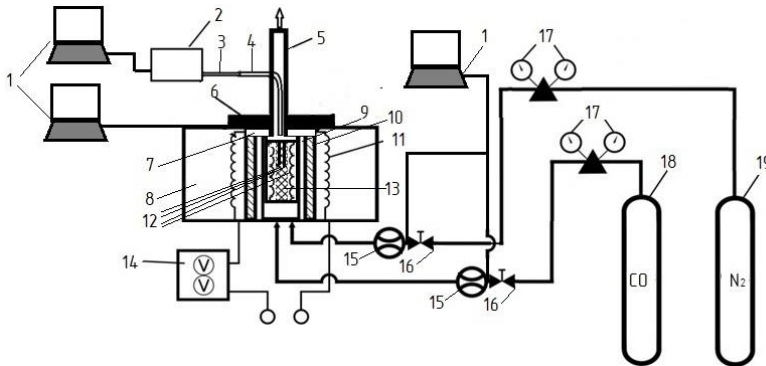


та витримували протягом 24 год. Після цього модифікований цеоліт відділяли від водної фази декантацією, промивали та сушили на повітрі до постійної маси.

Феритовий каталізатор ( $\text{Fe}^{2+}:\text{Fe}^{3+}=1:2$ ) на основі цеоліту [3, с. 215]: наважку цеоліту обробляли сумішню розчинів 0,119M  $\text{FeSO}_4$  та 0,238M  $\text{FeCl}_3$  протягом 1 год, після чого осаджували на цеоліті осад магнетиту  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  25 % розчином  $\text{NH}_4\text{OH}$  та витримували протягом 24 год, реакція отримання даного каталізатора:



Дослідження процесу окислення CO в створеній установці: установка (рис. 1) включає термокамеру 8, що складається з металеві трубки з нержавіючої сталі 9 та керамічної трубки 10 з нагрівальним елементом 11 в якій за допомогою термопар 12 та термореле 13 підтримується за допомогою елемента 11 задана температура. Зразок каталізатору з розміром зерна 3-5-8 мм в циліндричному контейнері 13 поміщали в металеву трубку 9. Розміри контейнеру складали: висота 160 мм, діаметр 60 мм. Контейнер з каталізатором висотою 50 мм вставляли в трубку 9 таким чином, щоб виключити проходження газової суміші повз каталізатор.



**Рис. 1. Схема лабораторної установки для вивчення процесів каталітичного окислення монооксиду вуглецю:**

1 – цифровий інтерфейс вимірювань; 2 – газоаналізатор VARIO PLUS industrial analyzer MRU air fair; 3 – газовідбірник газоаналізатора; 4 – трубка для відбору газової суміші з камери в газоаналізатор; 5 – відведення газової суміші; 6 – металева прокладка; 7 – азбестова прокладка; 8 – термокамера; 9 – трубка із нержавіючої сталі; 10 – керамічна трубка; 11 – нагрівальний елемент; 12 – термопарі; 13 – контейнер для каталізатора із сітки з нержавіючої сталі; 14 – регулятор температури; 15 – газові витратоміри Bronkhorst EL-FLOW F-111AC; 16 – регулюючі клапани F-001AC; 17 – редуктори; 18 – балон із монооксидом вуглецю; 19 – балон із азотом

Об'ємну швидкість газового потоку варіювали в інтервалі 1-5 дм<sup>3</sup>/хв. У процесі нагрівання постійно контролювали склад газової суміші на вході та виході з термокамери. За необхідності в якості інертного газу використовували азот. Концентрацію продуктів реакції аналізували за допомогою газоаналізатора VARIO PLUS industrial analyzer MRU air fair, з точністю  $\pm 20$  ppm або  $\pm 5\%$  значень вимірювання. Безпосередньо перед проведенням каталітичного експерименту зерно каталізатору піддавали термообробці за температури 450 °C на протязі 2 год. Перед та після нагрівання і охолодження визначали втрату маси каталізатора. Каталітичну очистку газової суміші від CO досліджували в інтервалі 200-400 °C.

В результаті проведених досліджень було встановлено що максимальна ступінь окислення CO з використанням всіх типів каталізаторів досягалася при температурі 390 0C. Найефективнішим каталізатором виявся хром-феритний каталізатор при його використанні конверсія CO при температурі 390 0C складала 82,4 Конверсія CO при температурі 390 0C при використанні феритного та мідь- феритного каталізатора складала 48,5% та 41,2%.

Слід зазначити, що мідь феритний каталізатор, найменш ефективний при температурах нижче 3500С, а кращі показники конверсії СО хром-феритного каталізатора спостерігалася з початкової температури 200 0С, ефективність даного каталізатора дорівнювала 49%, що вища ніж ефективність двох інших каталізаторів, при максимальній температурі випробувань.

В результаті досліджень було визначено, що каталізатори на основі феритних матеріалів, є ефективним для конверсії СО з газів та підтверджує актуальність даного дослідження. Дані каталізатори можливо успішно застосовувати для очищення газів на промислових підприємствах.

### Література:

1. Курсов С. В. Монооксид углерода: физиологическое значение и токсикология // *Медицина неотложных состояний*. 2015. 6(69). С. 9–16.
2. Riedhammer. 2006. Ring Pit Furnaces for Baking of high quality Anodes – an Overview, 15. URL: [http://www.riedhammer.de/system/00/01/42/14219/633776329561250000\\_1.pdf](http://www.riedhammer.de/system/00/01/42/14219/633776329561250000_1.pdf)
3. Радовенчик В. М., Иваненко О. І., Радовенчик Я. В., Крисенко Т. В. *Застосування феритних матеріалів в процесах очищення води* / Монографія. – Біла Церква: Видавництво О. В. Пшонківський, 2020. – 215 с. ISBN 978-617-604-065-2

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-046-9-43>

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОЧИСТКИ ШАХТНИХ ВОД НА ОСНОВІ ЇХНЬОГО ДООЧИЩЕННЯ В ШВИДКИХ ЗЕРНИСТИХ ФІЛЬТРАХ

**Кулікова Д. В.**

*кандидат технічних наук, доцент,*

*доцент кафедри екології та технологій захисту*

*навколишнього середовища*

*Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»*

*м. Дніпро, Україна*

Будь-яка діяльність людини пов'язана з перетворенням довкілля, але найбільш масштабна трансформація природи спричиняється гірничими роботами, серед яких у числі перших є видобуток вугілля.