



УДК 614.84

IMPROVEMENT OF ASPIRATION TECHNOLOGIES AS A LEVER FOR ENHANCING WORKING CONDITIONS

УДОСКОНАЛЕННЯ АСПІРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ВАЖІЛЬ ПОКРАЩЕННЯ УМОВ ПРАЦІ

Rumiantsev V.R. / Румянцев В.Р.*c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-4404-3454

Sharapova T.A. / Шарапова Т.А.*c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-9868-5428

Gridiaiev V.V. / Грідяєв В.В.*PhD, ded. t. / PhD, доц., ст. викл.*

ORCID: 0000-0001-7767-4490

Karpenko H.V. / Карпенко Г.В.*c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-3504-0283

*Zaporizhzhia National University, Zaporizhzhia, Sobornyi Ave, 226, 65029
Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, пр. Соборний 226, 69600*

Анотація. У роботі представлені результати досліджень знешкодження токсичних газоподібних компонентів які виділяються в коксохімічному виробництві. Проведено аналіз різних способів очищення аспіраційних газів від газоподібних забруднювачів. Це дозволило обґрунтувати вибір термokatалітичного методу нейтралізації токсичних газоподібних компонентів. Особливу увагу було приділено визначенню оптимального каталізатора для вирішення поставленої задачі. В результаті було обґрунтовано застосування алюмінієво-палладієвого каталізатора ПК-3-Ш. Впровадження запропонованого каталізатора дозволить покращити якість повітря робочої зони, що є базою для зменшення впливу на працівників небезпечних та шкідливих факторів коксохімічного виробництва.

Ключові слова: коксохімічне виробництво, аспірація, термokatалітичне очищення, умови праці, каталізатор

Розвиток коксохімічного виробництва вимагає впровадження ефективних методів очищення газових викидів, які дозволять знизити рівень забруднення на робочих місцях і одночасно відповідатимуть екологічним вимогам. Одним із перспективних напрямків є використання каталітичних методів очищення, що дає змогу значно знизити кількість шкідливих викидів.

Таким чином, дослідження ефективності різних типів каталізаторів та оптимальних умов їх застосування є важливим чинником для забезпечення техногенної безпеки та зниження фінансових витрат на компенсацію дії шкідливих та небезпечних виробничих факторів.



Термокаталітичне очищення вентиляційних газів коксохімічного виробництва є важливим завданням сучасної промисловості. Викиди, які утворюються під час роботи цехів з переробки кам'яновугільної смоли та уловлення хімічних продуктів коксування, містять шкідливі речовини, такі як фенол, нафталін, бенз(а)пірен та інші токсичні сполуки. Високий рівень забруднення цих газів потребує ефективних технологій очищення, серед яких каталітичні методи виявляються найбільш перспективними з екологічної та економічної точок зору.

Дослідження, проведені на базі ПАТ «Запоріжжкокс», демонструють доцільність застосування різних каталізаторів для знешкодження токсичних речовин у вентиляційних викидах. Порівняння інтерметалідних, шлакових та інших каталізаторів в умовах промислових установок показало, що найбільшу ефективність має паладієвий каталізатор ПК-3-Ш. Вибір оптимальних технологічних параметрів, таких як температура і витрата газів, дозволяє досягти максимальної ефективності очищення та забезпечити дотримання норм граничнодопустимих викидів.

Наразі, система каталітичного очищення вентиляційних газів запроектована та реалізована для окремих приміщень та ємностей цехів *смолопереробки кам'яновугільної смоли та уловлення хімічних продуктів коксування* ПАТ «Запоріжжкокс».

Підрозділом для дослідження було обрано склади для зберігання кам'яновугільної смоли. Вентиляційні гази від дихання ємностей, що надходять з даного підрозділу, мають наступний вміст токсичних речовин (табл. 1.1) [1].

На першому етапі дослідження здійснено порівняння каталізаторів, які можуть бути використані для знешкодження вищенаведених забруднювачів. Були обрані наступні екземпляри: інтерметалідний каталізатор ПК-3-Ш (Al_2O_3 -Pd) (рис. 1); шлаковий мідно-кобальтовий каталізатор; ГТТ (Mn-Cu-Ni) (рис. 2); гопталюм (Mn-Cu) (рис. 3).



Таблиця 1 – Вміст забруднюючих речовин в вентиляційних газах складів зберігання кам'яновугільної смоли

Забруднююча речовина	Вміст в газовій суміші, мг/м ³	ГДВ зі стаціонарних джерел, мг/м ³	Клас небезпеки
Фенол	1,8	20	I
Нафталін	86,8	20	I
Бенз(а)пірен	1,82	0,1	I
Аміак	112	-	-
Сірководень	12,1	5	II
Ціанистий водень	7,3	5	II
Бензол	177,5	5	III



Рисунок 1 – Інтерметалідний паладієвий каталізатор ПК-3-III

Джерело: [2]



а



б

Рисунок 2 – Каталізатор серії ГТТ (а) та Гопталюм (б)

Джерело: [4,5]



Характеристики каталізаторів наведені в таблицях нижче (табл. 2, 3, 4, 5)

Таблиця 2 – Характеристика досліджуваних каталізаторів

Показник		Значення показнику
Інтерметалідний каталізатор ПК-3-Ш		
Носій каталізатору		Оксид алюмінію
Зовнішній вигляд		Гранули сферичної форми
Діаметр гранул, мм		3,5...6,0
Насипна щільність, г/см ³		0,6...0,8
Механічна міцність на	Стирання, % пилу за хв.	≤ 0,3
	Стискання, МПа	≥ 4,5
Масова доля паладію, %		≥ 0,095

Авторська розробка

Таблиця 3 – Характеристика шлакового мідно-кобальтового каталізатору

Шлаковий мідно-кобальтовий каталізатор		
Носій каталізатору		Рядовий конвертерний шлак підприємства
Зовнішній вигляд		Частки неправильної форми, сірі або чорні, матові
Розмір часток, мм		3...5
Насипна щільність, г/см ³		1,7...1,9
Механічна міцність на стискання одної частки		≥ 30
Масова доля, %	Кобальт	≥ 3,4
	Мідь	≥ 2,6
Каталітична активність, %		≥ 98

Авторська розробка

**Таблиця 4 – Характеристика каталізатору Гопталюм**

Гопталюм (Mn-Cu)		
Зовнішній вигляд		Таблетки циліндричної форми
Хімічний склад, %	Mn ₃ O ₄	30...40
	CuO	20...30
	NiO	
	Талюм	40
Розміри, мм	Діаметр	4±0,5
	Довжина	7,5±2,5
Насипна щільність, г/см ³		1,25
Механічна міцність, МПа		34,32

Авторська розробка

Таблиця 5 – Характеристика каталізатору ГТТ

ГТТ (Mn-Cu-Ni)		
Зовнішній вигляд		Таблетки циліндричної форми
Розміри, мм	Діаметр	6,0±0,5
	Довжина	3,5±1,0
Хімічний склад, %	Mn ₃ O ₄	33,3
	CuO	16,7
	NiO	10
	Талюм	40
Насипна щільність, г/см ³		1,4
Механічна міцність, МПа		30

Був проведений відбірний іспит вищенаведених каталізаторів в умовах реактору КР1-ЗУ-01. Завданням визначено знешкодження постійних компонентів вентиляційних викидів – бензолу, нафталіну та сірководню за умов базового технологічного процесу при температурі 80°C та витраті газу (об'ємній швидкості) 2000 м³/год.. Результати для кожного з каталізаторів наведені в



графіках. (рис. 3 - 6). Кінцеві результати першого етапу дослідження зведено в табл. 6.

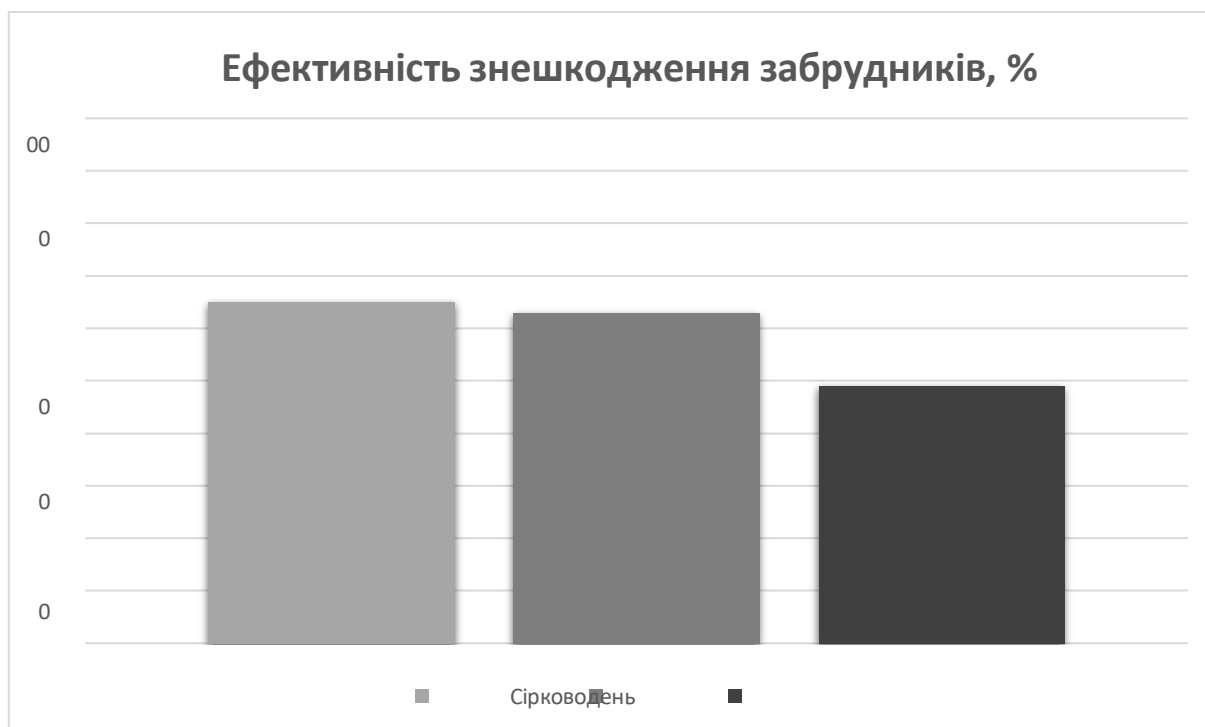


Рисунок 3 – Результати відбірного тесту каталізатору ПК-3-Ш

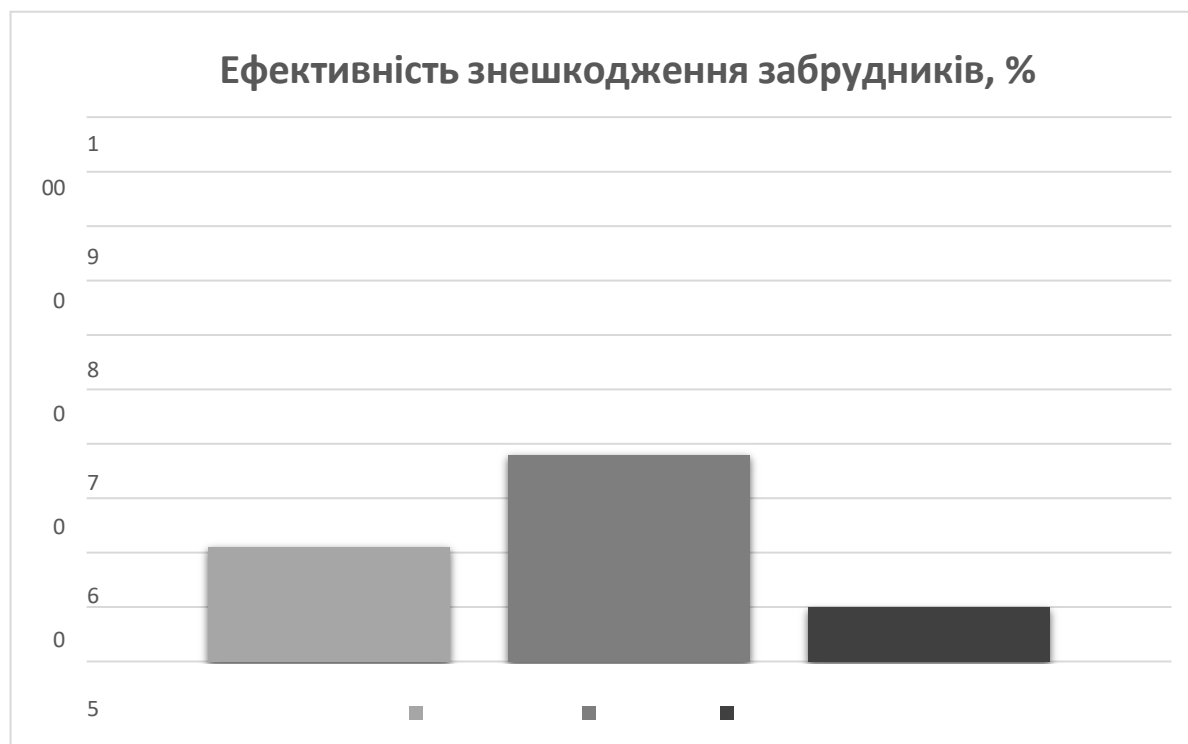


Рисунок 4 – Результати відбірного тесту шлакового мідно- кобальтового каталізатору

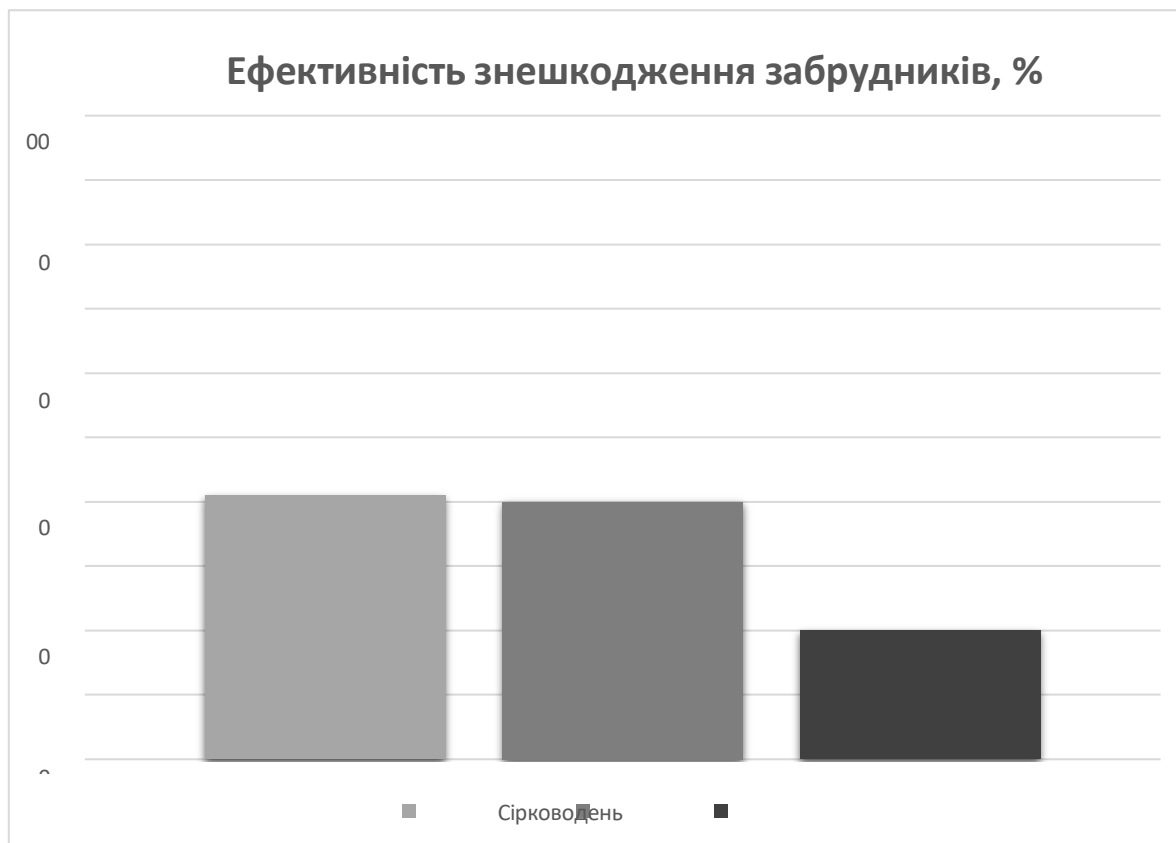


Рисунок 5 – Результати відбірного тесту каталізатору Гопталюм

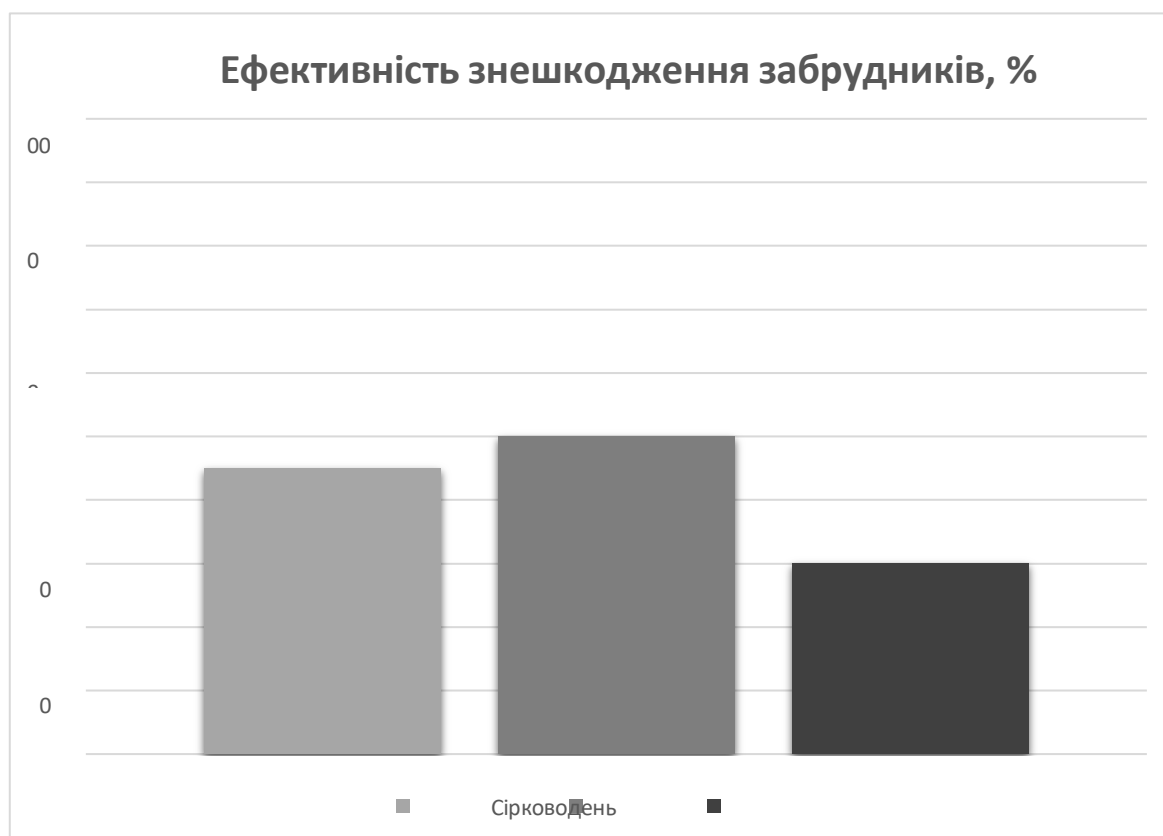


Рисунок 6– Результати відбірного тесту каталізатору ГТТ

**Таблиця 6 – Зведені результати першого етапу дослідження**

Досліджуваний каталізатор	Токсичні компоненти	Ефективність знешкодження, %
ПК-3-III ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Pd}$)	Сірководень	65
	Нафталін	63
	Бензол	49
Шлаковий каталізатор (Cu - Co)	Сірководень	21
	Нафталін	38
	Бензол	10
Гопталюм (Mn-Cu)	Сірководень	41
	Нафталін	40
	Бензол	20
ГТТ (Mn-Cu-Ni)	Сірководень	45
	Нафталін	50
	Бензол	30

Висновки.

За результатами відбірного тестування найбільшу ефективність знешкодження токсичних сполук при заданих умовах продемонстрував каталізатор ПК-3-III. Використання даного каталізатору, окрім дотримання норм ГДВ, дозволить підприємству економити на екологічних податках.

Таким чином, здійснено порівняння каталізаторів, що можуть бути використані для знешкодження вентиляційних викидів складу смолопереробного цеху. Встановлено, що оптимальним є варіант каталізатору ПК-3-III (Al-Pd) з екологічної та економічної точок зору.

Впровадження запропонованого каталізатора дозволить покращити якість повітря робочої зони, що є базою для зменшення впливу на працівників небезпечних та шкідливих факторів коксохімічного виробництва.



Література

1. Каталізатор для деструкції озона «Гопталюм». ООО «Добрая техника»: веб-сайт. URL: <https://ozonator.ru/katalizator-dlya-destruktorov-ozona-goptalyum> (дата звернення – 09.02.2025).
2. Про затвердження «ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги». Наказ Мінрегіону України від 31 жовтня 2016 р. № 287 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0287858-16#Text> (дата звернення: 10.02.2025).
3. Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин зі стаціонарних джерел. Наказ Міністерства охорони навколишнього середовища від 27 червня 2006 р. № 309. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0912-06#Text> (дата звернення: 09.02.2025).
4. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ України від 1 грудня 1999 р. № 42. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 06.02.2025).
5. Поточний рівень середньої заробітної плати. Профспілка металургів і гірників України: веб-сайт. URL: <http://pmguinfo.dp.ua/napravleniya-deyatelnosti/sotsialno-ekonomicheskaya-rabota/73-informatsiya/139-zarplata> (дата звернення: 10.02.2025).

Abstract. The paper presents research findings on the neutralization of toxic gaseous components emitted during coke chemical production. Various methods for purifying aspiration gases from gaseous pollutants were analyzed, which justified the selection of a thermocatalytic approach for neutralizing toxic emissions. Special attention was given to identifying the optimal catalyst for this purpose. As a result, the use of the aluminum-palladium catalyst PK-3-Sh was substantiated. Implementing the proposed catalyst is expected to improve air quality in the working area, thereby reducing the impact of hazardous and harmful factors on personnel in coke chemical facilities.

Key words: coke chemical production, aspiration, thermocatalytic purification, working conditions, catalyst

Науковий керівник: к.т.н., доц. Румянцев В.Р.

Статтю надіслано: 12.08.2025 г.

© Румянцев В.Р.