

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
зі спеціальності 183 “Технології захисту навколишнього середовища”
Тема : «Технології утилізації нітрозних газів»

Завідувач кафедри	<u>Пляцук Л.Д.</u>	_____
Керівник роботи	<u>Пляцук Л.Д.</u>	_____
Консультант з охорони праці	<u>Васькін Р.А.</u>	_____
Виконавець студентка групи ТС-81	<u>Безкровна А.В.</u>	_____

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної екології
Спеціальність 183 „Технології захисту навколишнього середовища”

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студенту Безкровній Аліні Віталіївні

Група ТС-81

1. Тема випускної роботи: Технології утилізації нітрозних газів

2. Вихідні дані: Статистичні дані Державної служби статистики України, законодавчі акти щодо регулювання питань охорони праці, наукові статті та інші літературні джерела.

3. Перелік обов'язково графічного матеріалу:

1. Основні законодавчі акти в галузі.

2. Механізми утилізації нітрозних газів.

3. Статистичні данні державної служби статистики України.

4. Етапи виконання випускної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2,3	4,5	6,7	8	9
1	Огляд літератури	+					
2	Розділ 1		+				
3	Розділ 2			+			
4	Розділ 3				+		
5	Розділ 4					+	
6	Оформлення, захист						+

5. Дата видачі завдання _____ 2022 р.

Керівник _____

завідувач кафедри Пляцук Л.Д.

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 26 найменування. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 44 сторінки, у тому числі 14 рисунків, список використаних джерел становить 3 сторінки.

Мета роботи – проведення аналізу методів утилізації нітрозних газів шляхом огляду впливів нітрозних газів на навколишнє середовище, аналізу їх утворення та огляду актуальних технологій їх утилізації.

Об'єкт дослідження – технології та шляхи утилізації нітрозних газів.

Предмет дослідження – нітрозні гази.

Методи дослідження – у роботі використовувалися статистичні методи аналізу даних, екологічні дослідження факторів впливу нітрозних газів на компоненти довкілля.

У кваліфікаційній роботі наданий опис джерел утворення нітрозних газів та їх впливу на навколишнє середовище, проаналізовані статистичні дані, щодо утворення азотовмісних сполук, опис методів утилізації нітрозних газів.

Ключові слова: НІТРОЗНІ ГАЗИ, АЗОТНА КИСЛОТА.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ДЖЕРЕЛА УТВОРЕННЯ НІТРОЗНИХ ГАЗІВ	6
1.1 Механізм Зельдовича	7
1.2 «Швидкий» механізм	8
1.3 Утворення NO _x з азотовмісних компонентів палива.....	10
РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ВИКИДІВ АЗОТОВМІСНИХ РЕЧОВИН.....	11
2.1 Актуальність проблеми викидів нітрозних газів	12
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ УТИЛІЗАЦІЇ НІТРОЗНИХ ГАЗІВ	17
3.1 Каталітичне окиснення	18
3.2 Регенеративне термічне окиснення	20
3.3 Фотоокислення	21
3.4 Фільтри з активованим вуглем	23
3.5 Зниження NO _x шляхом попередження їх викидів	25
3.6 Біофільтри.....	27
3.7 Принципи розрахунку біофільтрів для очистки газу	29
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	33
4.1 Етапи регулювання служби охорони праці	33
4.2 Шкідливі виробничі фактори при виробництві азотної кислоти та захист від них.....	35
4.3 Збереження робочого процесу під час пандемії та воєнного стану	38
ВИСНОВКИ	40

Підп. і дата	
Інв.Недубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.Неподл.	

						ТС 18510208							
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	Технології утилізації нітрозних газів								
Розроб.	Безкровна										Літ.	Аркуш	Аокушів
Перев.	Пляцук										4	42	
Н.Конт	Батальцев										СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ТС-81		
Затв.	Пляцук												

ВСТУП

Проблеми довкілля з кожним роком стають все більш актуальними. Причиною цього є велике зростання негативного антропогенного впливу на навколишнє середовище. Погіршення екологічної ситуації призводить до техногенних катаклізмів різного ступеня – розвитку хвороб як у тварин так і людей, погіршенню якості товарів і продукції, скорочення терміну служби будівель, машин, приладів внаслідок корозії та багато всього іншого.

Однією з актуальних проблем є утворення нітрозних газів. Вони утворюються при очищенні газів від оксидів азоту при виробництві концентрованої азотної кислоти. Нітрозні гази, одержані окисленням аміаку на платинових або платино-родієвих каталізаторах, містять, зокрема, оксид азоту, з якого при подальшому окисленні утворюються вищі оксиди азоту.

Металургійна промисловість значною мірою сприяє регресу екологічного розвитку нашої країни. Найсерйознішою екологічною проблемою в промисловості є викиди газів, що містять токсичні речовини, зокрема оксиди азоту.

Гранично допустимий середньодобовий вміст оксидів азоту, розрахований на N_2O_5 в повітрі населених пунктів, не повинен перевищувати $0,1 \text{ мг/м}^3$ за умови дотримання вимог щодо рівномірного максимального вмісту оксидів азоту не більше $0,3 \text{ мг/м}^3$.

Метою цих досліджень є розробка та впровадження екологічно чистих технологій виробництва, що забезпечують високі гігієнічні вимоги до роботи азотних заводів країни.

Викиди летких органічних сполук сьогодні є однією з найбільших екологічних проблем. Разом з NO_x вони утворюють фотохімічний смог. Крім того, через свою токсичність вони згубно впливають на здоров'я людини та природні екосистеми. З іншого боку, це запашні речовини, що дуже негативно впливають на навколишнє середовище промисловості, яка їх виділяє.

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

ТС 18510208

Арк

5

РОЗДІЛ 1 ДЖЕРЕЛА УТВОРЕННЯ НІТРОЗНИХ ГАЗІВ

NO_x (або нітрозні гази) — це загальна назва оксидів азоту NO і NO_2 , які утворюються в хімічних реакціях в атмосфері та при горінні. Разом з леткими органічними речовинами, при поверхневим озонем, свинцем, чадним газом, оксидами сірки та пиловими частинками входять до числа шкідливих викидів, щодо яких діють встановлені Управлінням захисту навколишнього середовища США обмеження [1,2].

NO_x в атмосфері утворюються як унаслідок природних явищ, таких як блискавки та лісові пожежі, так і внаслідок діяльності людини. Домішки NO_2 фарбують промислові дими бурого кольору, тому викиди заводів з помітним вмістом оксидів азоту названі «лисячими хвостами». Нітрозні гази потрапляючи в атмосферу впливають на утворення фотохімічного смогу. Крім цього, вони є причиною утворення кислотних дощів, а відбувається це коли нітрозні гази з'єднуються з водяною парою у атмосфері, після чого утворюється азотна кислота та поєднується з оксидами сірки. Підвищення концентрацій NO несе за собою шкідливий вплив на здоров'я людини, через що в багатьох країнах були прийняті нормативи, які обмежують максимально допустимі концентрації NO_x у вихлопах газотурбінних установок, котлів електростанцій, літаків, автомобілів та багатьох інших сучасних пристроїв. Удосконалення технологій горіння значною мірою спрямоване на скорочення викидів NO_x за одночасного підвищення енергоефективності пристроїв [2].

Оксид азоту N_2O не включається в NO_x але впливає на стан озонового шару у верхніх шарах атмосфери.

Відомі три основні механізми утворення NO_x :

- тепловий механізм або високотемпературний механізм Зельдовича;
- «швидкий» механізм (англ. prompt NO), званий також хімічним;
- механізм, пов'язаний з утворенням NO_x з азотовмісних компонентів палива («паливні NO_x », англ. fuel NO).

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк

6

Додаткові шляхи утворення NO пов'язані з реакціями закису азоту N₂O та радикалу NNH[1-6].

1.1 Механізм Зельдовича

Високотемпературний механізм окислення азоту у зоні горіння було запропоновано Я. Б. Зельдовичем у середині 1940-х років і вважається основним механізмом утворення оксидів азоту при горінні. Цей механізм включає такі елементарні стадії [27]:



до яких додається реакція (Фенімор і Джонс, 1957):



Сукупність реакцій (1.1-1.3) називається розширеним механізмом Зельдовича. З огляду на те, що енергія потрійного зв'язку в молекулі N₂ становить близько 950 кДж/моль, реакція (1.1) має велику енергію активації і може проходити з помітною швидкістю лише за високих температур. Тому цей механізм відіграє важливу роль у разі високих температур у зоні реакції, наприклад, при горінні навколостехіометричних сумішей або дифузійному горінні. Вважається, що підвищення максимальної температури в зоні горіння понад 1850 До призводить до неприпустимо високих викидів NO_x і одним з основних способів зниження викидів по тепловому механізму є недопущення утворення вогнищ високої температури у фронті полум'я. [1-6, 27]

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподл.	

						ТС 18510208	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			7

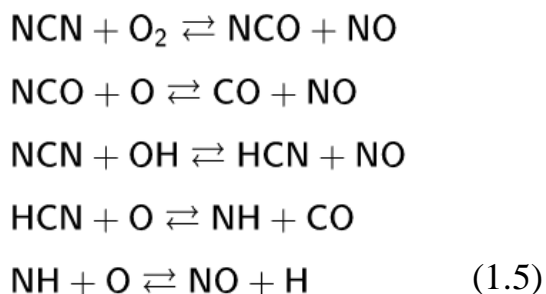
1.2 «Швидкий» механізм

Механізм Зельдовича добре описує викиди NO_x у разі впливу теплових факторів (наприклад, при горінні водню або окису вуглецю в повітрі), проте для вуглеводневих палив виявилось, що експериментально виміряні концентрації NO_x щоразу помітно перевищують прогнозовані тепловий механізм. Прямі виміри, проведені Фенімором 1971 року, показали, що NO утворюється вже на початку зони хімічної реакції. Цей механізм був названий «швидким» (англ. prompt NO) або механізмом Фенімора.

Утворення NO_x за швидким механізмом пов'язане з реакцією радикалу CH , який присутній тільки в початковій зоні розкладання вуглеводневих палив, з молекулярним азотом:



NO може утворюватися в ряді наступних реакцій за участю різних радикалів, наприклад:



Загальна схема реакцій швидкого механізму показано малюнку 1.1. [1-6]

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

ТС 18510208

Арк

8

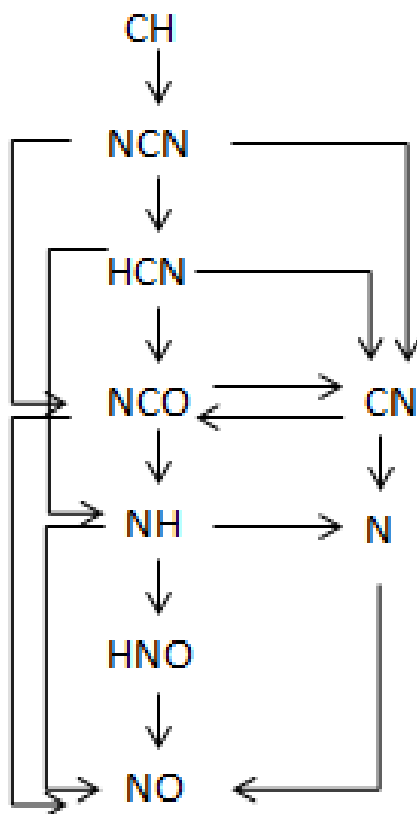


Рисунок 1.2.1 - Кінетична схема утворення NO за швидким механізмом

Довгий час вважалося, що замість реакції (1.6) радикал CH реагує з N₂ шляхом :



проте дана реакція заборонена по спину, і проведені останніми роками квантовохімічні розрахунки та експериментальні дослідження показали, що головну роль відіграє реакція (1.6) .

Оскільки у швидкому механізмі реакція (1.6) протікає з невеликою енергією активації, вона можлива за відносно невисоких температур близько 1000 К, а в багатих сумішах (з надлишком пального) утворенню NO сприяє підвищена концентрація радикалів CH[4].

Підп. і дата	
Інв.Недубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.Неподл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

ТС 18510208

1.3 Утворення NO_x з азотовмісних компонентів палива

Майже всі тверді горючі матеріали містять органічні речовини, у складі яких є азот. Вугілля, сіно, дерево та домашнє сміття можуть містити до 1-3% азоту за масою. При піролізі та горінні таких матеріалів у результаті розкладання цих компонентів може утворюватися NO. Частина азоту може переходити в N₂ або залишатися у зв'язаному стані в золі, смолах та інших нелетючих залишках. Оскільки процеси спалювання вугілля та інших твердих горючих матеріалів проходять за відносно невисоких температур, коли механізм Зельдовича не працює, внесок даного механізму у викиди і NO_x може виявитися суттєвим[5,6] .

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	TC 18510208	Арк
						10
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ВИКИДІВ АЗОТОВМІСНИХ РЕЧОВИН

Використовуючи дані Державної служби статистики України , розглянемо статистику викидів азотовмісних сполук в Україні за 2010 - 2020 роки.



Рисунок 2.1 – Графік викидів оксидів азоту за 2010 – 2020 роки

Згідно рисунку 2.1 [16] помітно , що починаючи з 2013 року викиди оксидів азоту зменшуються ,а у 2020 році цей показник став найменшим за всі роки. Тому ,ми можемо припустити ,що у майбутньому вони і далі зменшуватимуться .

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподрл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 18510208



Рисунок 2.2 – Графік викидів окису азоту за 2010 – 2020 роки

За рисунком 2.2 можна переглянути викиди окису азоту (NO) і тут також помітно, що з 2011 починається спад викидів цих забруднюючих речовин у повітря. Але даний спад можна пов'язати з припиненням роботи багатьох підприємств на території нашої країни.

2.1 Актуальність проблеми викидів нітрозних газів

Забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств є вагомим чинником впливу на стан здоров'я населення та довкілля. Саме з атмосферного повітря шкідливі речовини потрапляють до організму людини через його респіраторну систему, а також до водойм і ґрунтів із подальшою міграцією у системі атмосфера-гідросфера-літосфера-біосфера. [28]

Відповідно до « Конвенції по великим міждержавним забрудненням повітря», окрім викидів твердих частинок, причиною викидів енергії вважається також забруднення повітря. Тому вібраційні та радіаційні тепловипромінювання можна розглядати як види забруднення (не тільки

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Непопл.

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

ТС 18510208

Арк

12

радіоактивне, а й теплоту електромагнітного випромінювання, наприклад, мікрохвиль, радари, надвисокі частоти, тобто тепло від високовольтних ліній тощо).

Більша частина діоксиду сірки (70 %), оксидів азоту (56 %) та пилу (52 %) викидається в атмосферу підприємств електроенергетики, газу та води, хімічна промисловість. Вуглеводні та леткі органічні сполуки (74 %) – гірничодобувна промисловість; окис вуглецю (70 %) – виробничі компанії [12].

Останні роки стали переломними в житті Українських міст та підприємств. Та ще до 2021 року ,незважаючи на закриття або часткову зупинку роботи багатьох підприємств, скиди забруднюючих речовин все одно перевищували гранично допустимі норми.

У містах ,де ці норми було перевищено, населення більше хворіє на захворювання дихальних шляхів ,а особливо, діти та люди похилого віку.

Тому ,утилізація парникових газів ,включаючи нітрогеновмістні, є дуже актуальною проблемою та темою для досліджень .Дана тема є проблематичною не тільки в Україні ,а і у всіх країнах світу та вимагає негайного вирішення.

Для того аби переглянути ,яка тенденція до зацікавленості у сфері утилізації нітрозних газів ,було проаналізовано статті наукометричної бази даних Scopus ,а також статті вільної доступної системи, яка індексує повний текст наукових публікацій всіх форматів і дисциплін Google Scholar .

Аналіз проводився за ключовими словами «nitrous and gases».У Scopus кількість публікацій сягала майже 20 тисяч ,а у Google Scholar у сотні разів більше.

Підп. і дата	
Інв.Недубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.Неподл.	

						ТС 18510208	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			13



Рисунок 2.1.1 – Статистика публікаційної активності за ключовими словами «nitrous and gases» по роках в Scopus



Рисунок 2.1.2 – Статистика публікаційної активності за ключовими словами «nitrous and gases» в різних країнах в Scopus

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподрл.

ТС 18510208

Арк

14

Документи за галузями знань

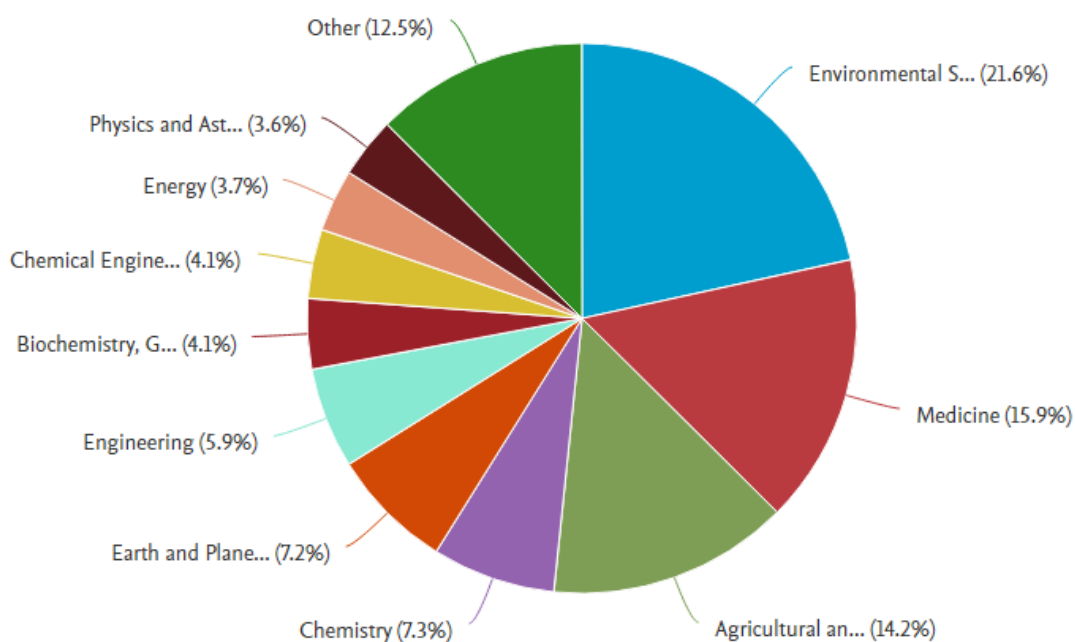


Рисунок 2.1.3 – Статистика публікаційної активності за ключовими словами «nitrous and gases» в різних сферах наукової діяльності в Scopus

Для порівняння, було показано ,яка активність публікацій спостерігається у різних країнах ,це показано на Рисунку 2.1.2 ,а також публікаційна активність в різних сферах наукової діяльності ,що показано на Рисунку 2.1.3.

Підп. і дата	
Інв.Недубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.Неподл.	

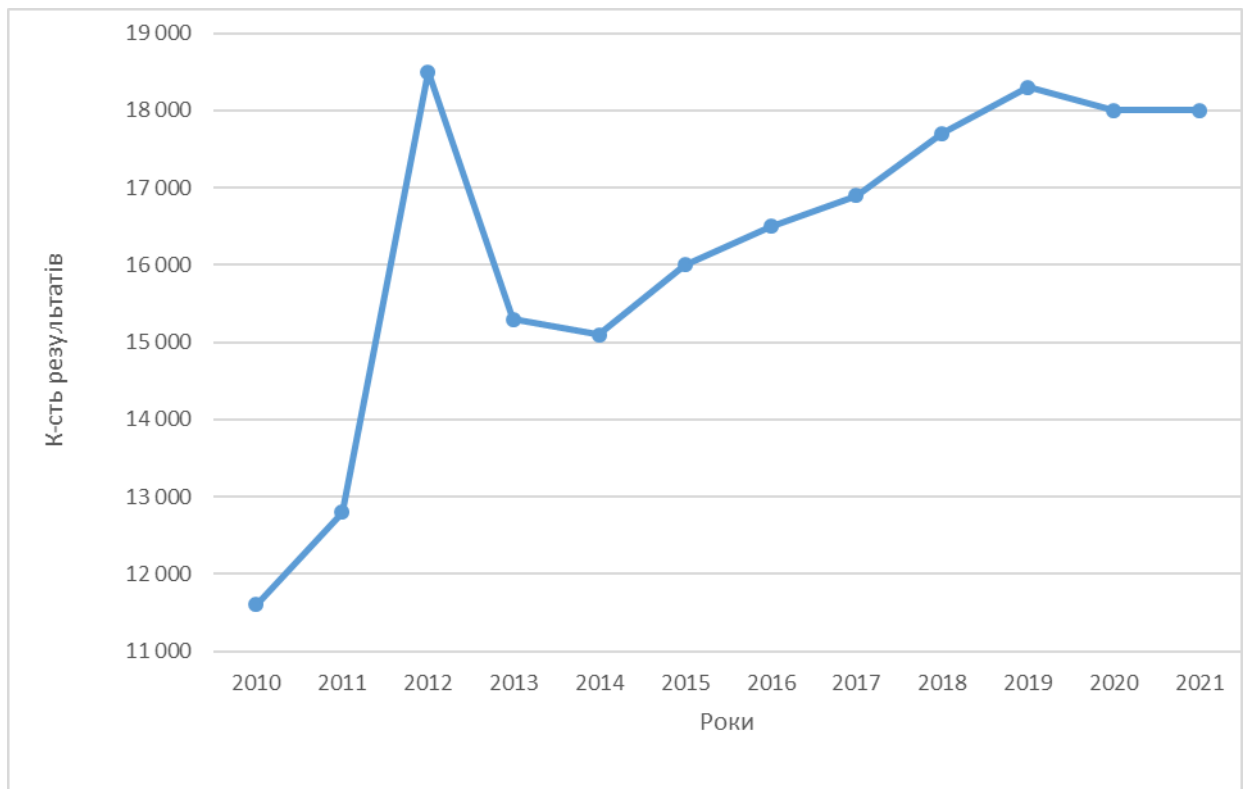


Рисунок 2.1.4 – Статистика публікаційної активності за ключовими словами «nitrous and gases» по роках в Google Scholar

Після проведення аналізу можна дійти до таких висновків:

- інтерес до тематики «нітрозних газів» поступово зростає та шириться по всьому світові;
- серед усіх країн ця тематика найбільше вивчається та публікується у США та Китаї;
- найбільший попит викликає у природоохоронній галузі ,медицині, агрономних та біологічних науках;
- у кожній з проаналізованих пошуковій системі ,спостерігається однакова тенденція до інтересу в даній тематиці.

Підп. і дата	
Інв.Недубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.Неподл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк

16

РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ УТИЛІЗАЦІЇ НІТРОЗНИХ ГАЗІВ

Основні способи утилізації промислових газів поділяються на три групи:

1. Спеціальні тверді речовини захоплюють сполуки азоту з вихлопних газів адсорбент.
2. Рідкий сорбент захоплює сполуки азоту з вихлопних газів.
3. Утилізація сполук азоту з використанням каталізаторів.

Серед них найбільш використовуваним і популярним у промисловій практиці є метод поглинання азотистого газу через луговмісні адсорбенти: Na_2CO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH і KOH .

Цей лужний метод очищення вимагає значних капітальних витрат. Основним недоліком методу є середній ступінь адсорбції (60 – 75%), що не відповідає нормам, встановленим санітарно-епідеміологічними відділами. Сполуки, які були адсорбовані основою, потім використовуються для отримання твердих солей.

Застосування твердих адсорбентів (активоване вугілля, алюмінієвий гель, силікагель) для очищення азотовмісних сполук поки не набуло широкого поширення через високі матеріальні витрати та недостатню достовірність результатів.

Серед методів очистки саме метод каталітичного очищення вважається найбільш ефективним порівняно з іншими методами ,які використовують у цій галузі[7-9].

Але цей метод має такі основні недоліки:

- необхідність великих фінансових витрат;
- обладнання каталізаторів мають великі габарити;
- при проведенні реакцій відбуваються доволі високі витрати каталізаторів, і при цьому необхідні каталізatori високої вартості;
- відновники мають велику витрату , і вони мають високу вартість.

Тому, всі ці недоліки показують,що даний процес має високу вартість.

Підп. і дата
Інв.Недубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.Неподл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк

17

У процесі каталітичної обробки в повітря виділяється високотоксичний газ CO(0,10-0,15%). Цей метод можна використовувати для вловлювання сполук азоту лише при низьких концентраціях (до 0,5% NO або NO₂) в газовій суміші, з концентрацією кисню 4-5%.

Різна ступінь окиснення речовин в нітрозних газах – є основною перешкодою для підбору методу очищення.

За ступенем окиснення нітрозні гази класифікують на :

- високо окиснені, з вмістом NO чи NO₂ від 70 % від загального обсягу газової суміші;
- середньо окиснені гази азоту мають вміст NO чи NO₂ в межах 45 – 60 %;
- слабо окиснені гази, мають вміст NO чи NO₂ до 45 % [7-9].

3.1 Каталітичне окиснення

Сучасні каталітичні окислювачі призначені для знищення забруднювачів повітря та летких органічних сполук у повітрі з технологічних вихлопів потоків при температурах від 260°C (500°F) до 345°C (650°F). У каталітичних окислювачах використовуються високоефективні протиточні пластинчасті теплообмінники. Окислення досягається, коли викиди летких органічних сполук проходять через нагрітий шар каталізатора дорогоцінних металів.

Основна концепція каталітичного окислення полягає у використанні промислового каталізатора для стимулювання хімічної реакції при більш низьких температурах, порівняно з термічним окисленням. Забруднене повітря змішується з киснем, нагрівається до підвищеної температури і пропускається через каталізатор. Таким чином знищується забруднювач у потоці повітря, та перетворюється на CO₂, H₂O та тепло.

Швидкість реакції контролюється температурою камери каталізатора та кількістю часу, який забруднювач проводить всередині самого каталізатора.

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

										ТС 18510208	Арк
Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат							18

Каталітичне окислення зазвичай вимагає менше енергії по скільки працює через низькі робочі температури.

Переваги використання даного методу:

- низькі експлуатаційні витрати при низьких концентраціях забруднювачів повітря;
- низькі витрати на технічне обслуговування;
- простота експлуатації;
- простота встановлення.

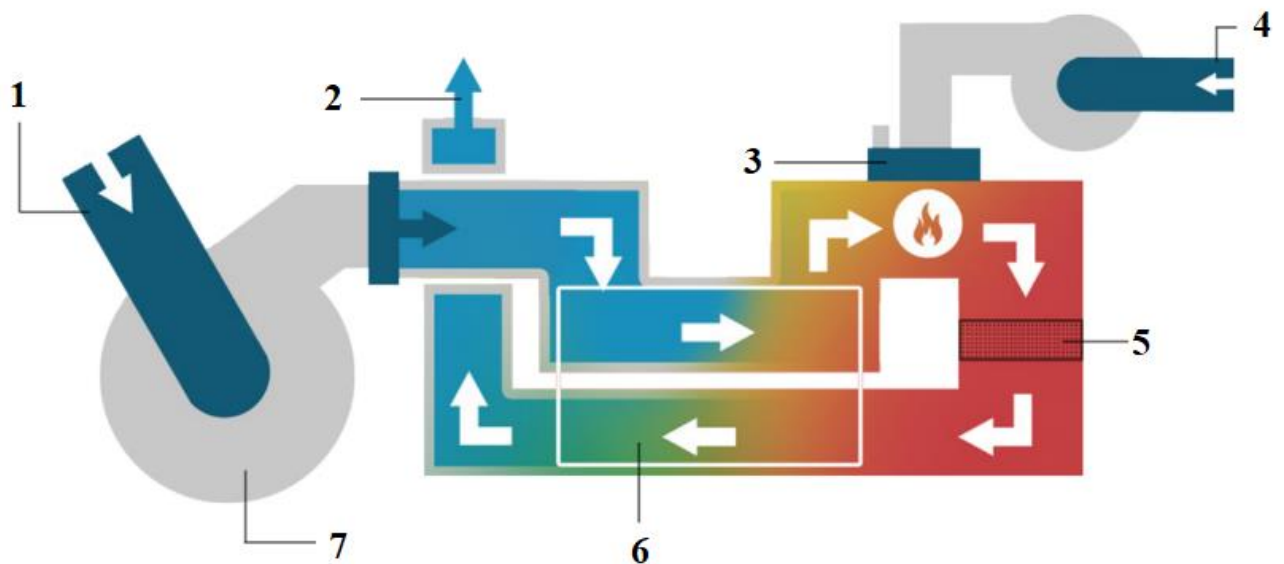


Рисунок 3.1.1 – Технологічна схема очищення методом каталітичного окиснення.

1– вхідний отвір технологічного вихлопу; 2 – викиди в атмосферу; 3 – пальник на природному газі; 4 – повітродувка згоряння; 5 – каталізатор (монолітний або гранульований); 6 – високоефективний теплообмінник; 7 – вентилятор подачі повітря.

Підп. і дата
Інв.Недубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.Неподл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 18510208

Арк
19

3.2 Регенеративне термічне окислення

Регенеративні термічні окислювачі призначені для знищення забруднювачів повітря, що викидаються потоками технологічних відпрацьованих газів при

температурі від 815°C (1500 F) до 980°C (1800 F).

Ця технологія зменшення викидів летких органічних сполук використовує керамічні середовища, упаковані вертикально, каністри служать як високоефективний теплообмінник. Високотемпературне термічне окислення досягається при проходженні забруднюючих речовин крізь керамічні середовища, їх змішують і витримують при підвищеній температурі в камері згоряння.

Основна концепція теплового окислення полягає в тому, щоб сприяти хімічній реакції забруднювача повітря з киснем при підвищених температурах.

Ця реакція руйнує викиди летких органічних сполук у повітряному потоці, перетворюючи його на CO₂, H₂O та тепло. Швидкість реакції контролюється трьома взаємозалежними та критичними факторами: час, температура та турбулентність.

Переваги застосування методу регенеративного термічного окислення:

- помірні капітальні витрати;
- низькі експлуатаційні витрати при низьких концентраціях забруднювачів повітря;
- дуже висока термічна рекуперация тепла;
- здатність до високих температур на вході.

Инв.№подл.	Підп. і дата
	Взаєм. інв. №
	Инв. №дубл.
	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк
20

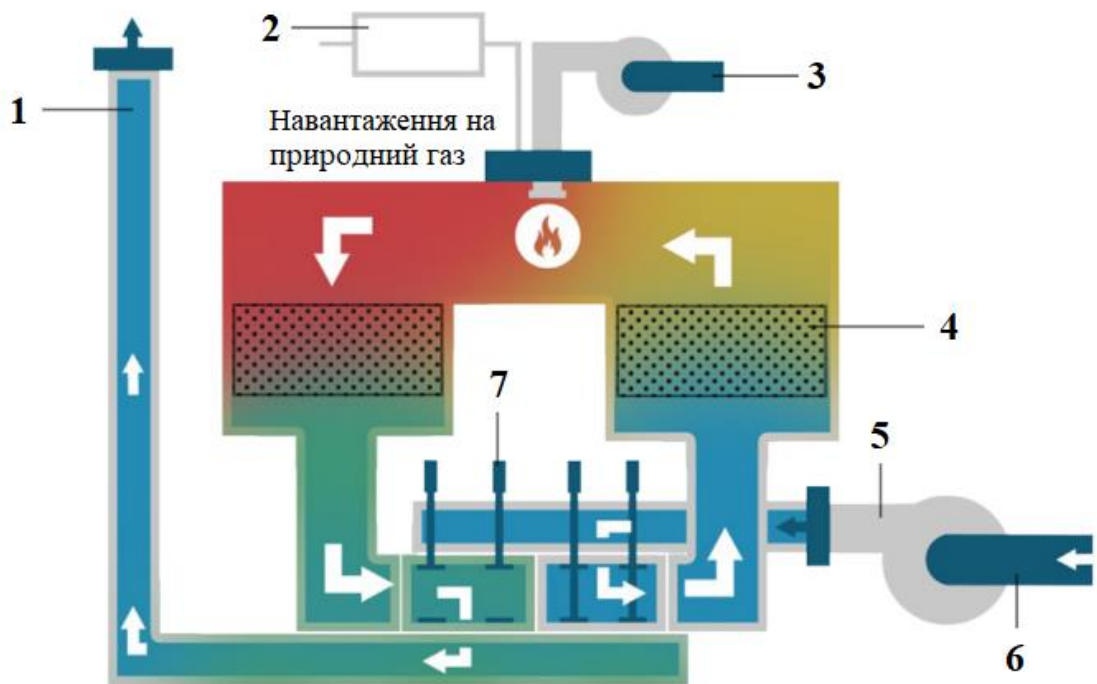


Рисунок 3.2.1 – Технологічна схема очищення методом регенеративного термічного окислення

1 – викиди в атмосферу; 2 – паливний потяг; 3 – повітродувка згоряння; 4 – теплообмінне середовище; 5 – припливний вентилятор; 6 – технологічний вхідний отвір; 7 – клапани перемикання повітряного потоку.

3.3 Фотоокислення

Системи фотоокислення використовують фотокаталізатор, активований енергією ультрафіолетового світла, щоб видалити забруднення.

Леткі органічні сполуки, NOx і запахи розщеплюються на менш шкідливі сполуки. Система працює так само, як і природні хімічні реакції, але вони штучно створені в огорожі, через яку протікають забруднювачі.

Вільні радикали утворюються каталізаторами, що містяться в картриджах. Вони атакують забруднювачі, коли вони проходять через них.

Ця низькоенергетична система має дуже низький опір повітря в порівнянні з вугільною фільтрацією і не вимагає такого ж рівня

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

ТС 18510208

Арк

21

обслуговування, заміни матеріалу або моніторингу, як інші складніші системи контролю.

Переваги застосування методу фотоокиснення :

- усуває запахи та забруднення від промислових викидів;
- низькі експлуатаційні витрати;
- миттєва реакція на змінні навантаження;
- енергоефективність;
- відсутність або незначний перепад тиску, відсутність статичних

фільтрів;

- без витратних матеріалів;
- відсутність відходів;
- без додавання хімікатів або миючих засобів;
- замінює існуючу інфраструктуру, наприклад Димарі;
- модульна система для легкого та гнучкого встановлення.

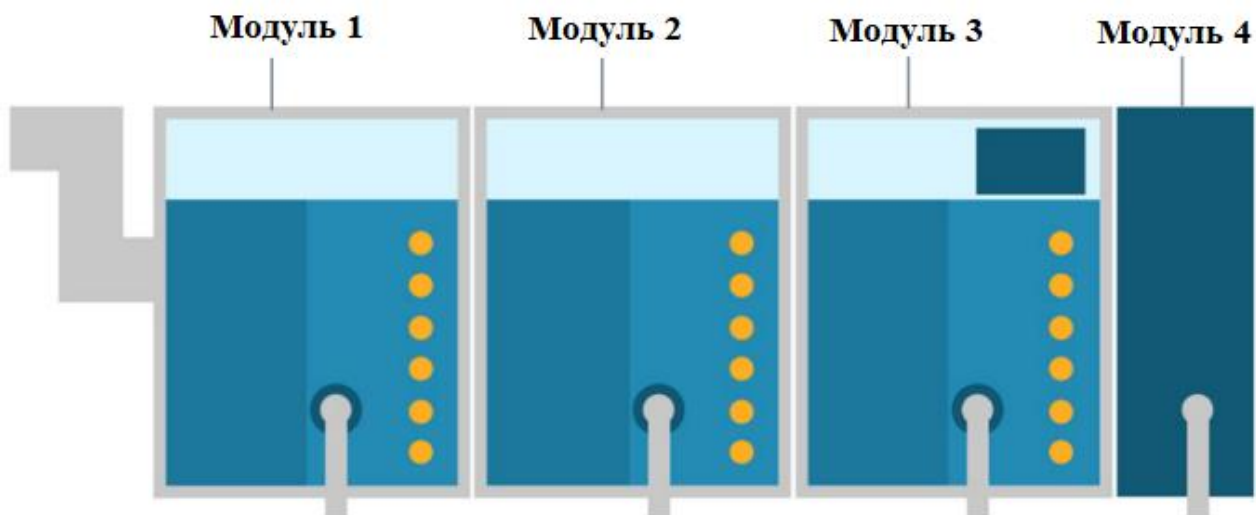


Рисунок 3.3.1 – Технологічна схема очищення методом фотоокиснення

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк

22

3.4 Фільтри з активованим вуглем

Існують різні типи високоефективних фільтрів з активованим вугіллям, включаючи мобільні фільтри.

Активоване вугілля - це не шкідливий вуглецевий продукт з пористою структурою і дуже великою внутрішньою поверхнею. Хімічна структура активованого вугілля можна визначити як неочищену форму графіту з випадковою аморфною структурою, яка є дуже пористою в діапазоні пор, розмірів, від видимих порожнин і проміжків до молекулярних розмірів.

Лікування активованим вугіллям засноване насамперед на явищі, відомому як адсорбція, при якій молекули рідини або газу прилипають до зовнішньої або внутрішньої поверхні твердої речовини. Активоване вугілля має дуже велику внутрішню поверхню, що робить його дуже придатним для адсорбції.

Переваги:

- чудова простота використання: просто підключити та запустити ;
- спроектований як транспортабельний резервуар і фільтр з активованим вугіллям, тому використовується, і нове активоване вугілля не потрібно обробляти на місці;
- компактні пристрої для роботи з різними потоками та концентраціями;
- немає витрат на технічне обслуговування, не чутливо до капітальних витрат;
- модульна система для легкого та гнучкого встановлення.

Інв.Неподл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.Недубл.	Підп. і дата	ТС 18510208					Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат						

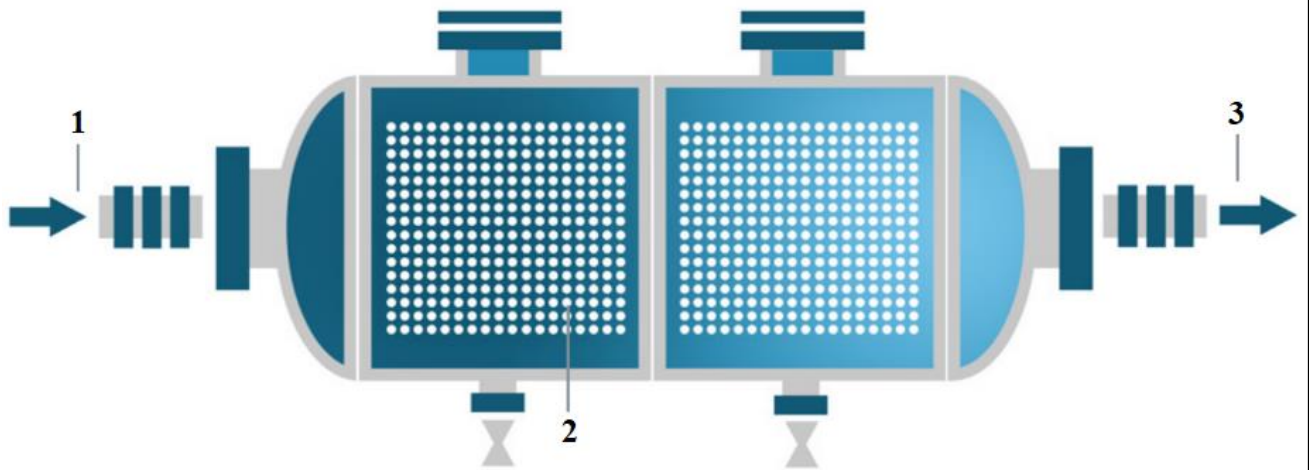


Рисунок 3.4.1 – Стандартний фільтр з активованим вугіллям
 1 – забруднений газ ; 2 – активоване вугілля; 3 – очищений газ.

Одним з провідних напрямків у світі є обробка летких органічних сполук у концентрованої сонячній енергії.

Електростанції (CSP). 25% установок, встановлених у всьому світі, мають рішення для обробки ЛОС, що утворюються в їх ґрунті системи. Перелік розміщення основних посилань станом на березень 2017 року:

- Mojave (США);
- Solana (США);
- Helios 1 (Іспанія);
- Helios 2 (Іспанія);
- Ouarzazate – Noor I (Марокко);
- Noor II (Марокко);
- Morón (Іспанія);
- Olivenza (Іспанія);
- La Florida (Іспанія);
- La Dehesa (Іспанія);
- Vokroort (Південна Африка);
- Borges (Іспанія);
- Soluz Guzmán (Іспанія);

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк
24

- Enerstar Villena (Іспанія);
- Shagaya (Кувейт);
- Kathu (Південна Африка);
- Panga (Південна Африка);
- Duba Green (Саудівська Аравія);
- Atacama (Чілі).

3.5 Зниження NO_x шляхом попередження їх викидів

Хоча більшість NO_x виробляється природним шляхом, важлива частина NO_x обумовлена антропогенними процесами, найважливішими штучними джерелами це транспорт (70%) і промисловість (25%). Йдеться про промислові процеси, які відповідають за утворення найбільшої кількості NO_x з виробництвом енергії, спалюванням вугілля, нафти і природного газу, а також процесами гальванічного покриття та травлення металів. NO і NO₂ утворюються в процесах, під час яких у присутності атмосферного азоту та кисню досягаються температури вище 1200 С°.

Оскільки всі оксиди азоту є забруднювачами, їх викиди мають особливо важливий вплив на навколишнє середовище. Основні шкідливі ефекти, до яких вони призводять це –руйнування стратосферного озону, внесок у парниковий ефект, утворення кислотних дощів та утворення фотохімічного смогу.

Як наслідок, важливо, перш за все, мінімізувати їх утворення, а потім усунути ті оксиди азоту, утворення яких неможливо запобігти.

DeNO_x Recovery® – це процес очищення викидів NO_x. Процес ділиться на 4 етапи:

1. Система охолодження. Відпрацьований газ із накопичувального бака охолоджується, щоб досягти необхідної температури для наступного процесу.
2. Фотоокислення. NO_x окислюються під час газової фази за допомогою комбінації УФ-ламп та озону.

Підп. і дата
Інв.Недубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.Неподл.

						ТС 18510208	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			
							25

3. Скрубери. NO_x вловлюються та нейтралізуються контактом з промивним розчином води.

4. Кристалізація. NO_x , нейтралізований у воді, кристалізується з утворенням солей, які можна відновити та комерціалізувати.

Результатом процесу є викиди без NO_x , які можуть викидатися безпосередньо в атмосферу, а також утворення солей, які створені з тих самих викидів.

Переваги:

- >99% зменшення NO_x ;
- відновлення солей;
- видалення хімічних відходів;
- небезпечні сполуки не викидаються в атмосферу.

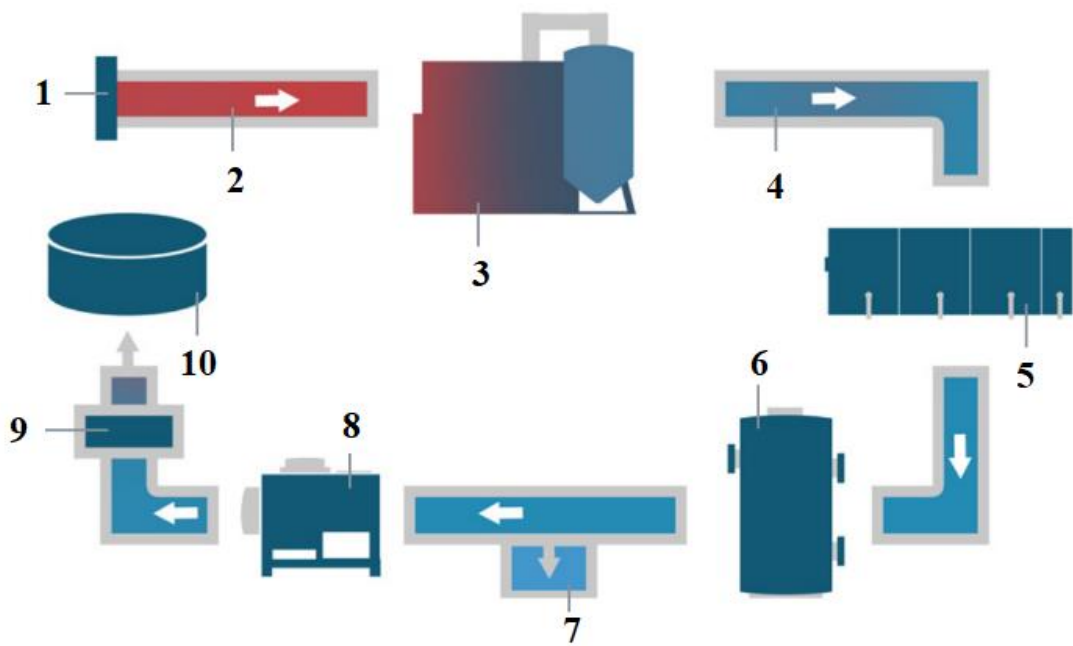


Рисунок 3.5.1 – 1- викиди NO_x ; 2 - висока температура; 3 - система охолодження; 4 - низька температура; 5 – фотоокислення; 6 - скруббер; 7 - чисте повітря; 8 - кристалізація; 9 - утворення солі; 10 - добриво (сіль).

Запахи, що утворюються від промислових підприємств, можуть створювати проблеми як для навколишнього середовища, так і для здоров'я,

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподрл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	ТС 18510208	Арк
						26

особливо коли викиди відбуваються поблизу житлових районів. Суспільний попит на чистіше повітря без запаху спонукав до розробки все більш обмежувальних норм, що стосуються викидів шкідливих газів в атмосферу. Через це, компанії зобов'язані шукати рішення для очищення газу та зменшення запахів, які вони виділяють.

Випромінювання неприємних запахів може виникати в результаті різноманітної промислової діяльності, хоча деякі галузі мають більшу ймовірність утворення запахів «сировини», з якою вони працюють. Ці галузі включають продукти тваринництва, харчову, сільське господарство, паперову, хімічну та утилізацію відходів.

Хоча необхідних запобіжних заходів часто дотримуються, щоб допомогти зменшити та усунути запахи, у багатьох випадках цих заходів недостатньо. Тому це стає причиною для впровадження додаткової технології для зменшення запаху.

3.6 Біофільтри

Існують різні види біологічних систем. Нещодавно їх класифікували на три основні види: біофільтри, фільтри з біоапарюванням та біоскрубери.

Вивчаючи основні особливості кожного виду застосування, можна сказати ,що це найкращий процес з найбільшою корисністю та найменшими операційними витратами.

Біологічні системи працюють шляхом перенесення забруднених речовин з повітря у воду (поглинання), де вони перетворюються (окислюються) бактеріями на вуглекислий газ, воду та мінеральні солі.

У порівнянні з традиційними системами видалення (хімічним скруберам, активованим вугіллям, термічним окисленням), біологічний процес має низький рівень впливу на навколишнє середовище .Без споживання хімічних речовин, забруднювачі ,дійсно, перетворюються та біологічно

Підп. і дата
Інв.Недубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.Неподл.

						ТС 18510208	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			27

очищаються. Вони не накопичуються в процесі обробки, мають дуже низьке споживання енергії та низькі експлуатаційні витрати завдяки простоті процесу.

Переваги:

- біофільтрація має дуже високу ефективність видалення запаху та летких органічних сполук;
- процес біофільтрації призводить до повного розкладання забруднюючих речовин, не утворюючи небезпечних побічних продуктів;
- біофільтри більшості видів практично не потребують обслуговування;
- біофільтри мають низькі інвестиційні та експлуатаційні витрати.

Загалом, біофільтрація була визначена мешканцями та регуляторами, як екологічно чистий та економічно вигідний метод вирішення проблем з забрудненим повітрям.

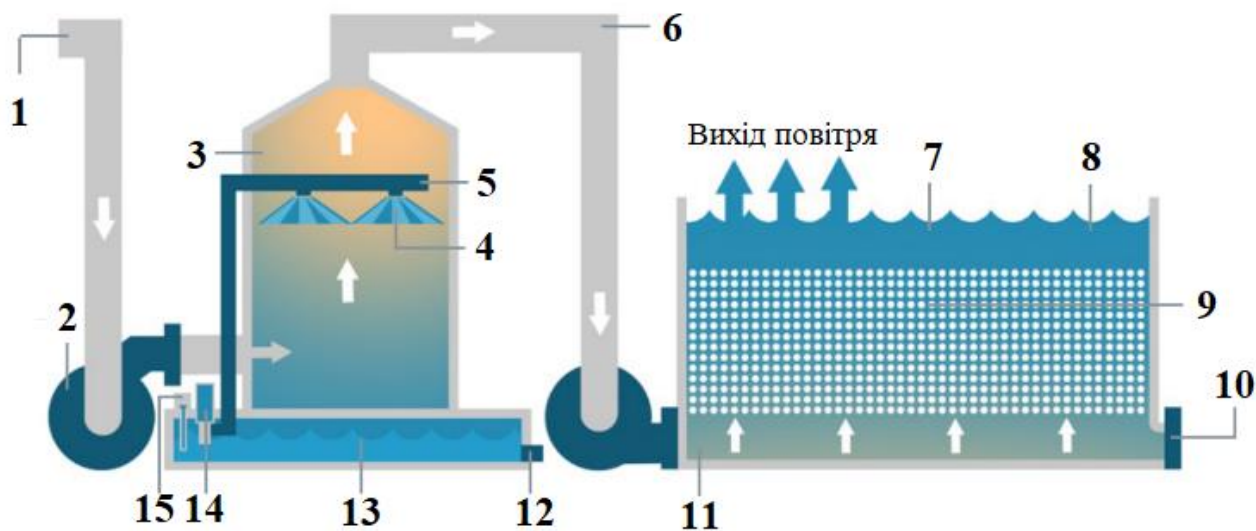


Рисунок 3.6.1 – 1 – забруднене повітря; 2 – вентилятор; 3 – мийна башта відкрита; 4 – конусні насадки; 5 – багатогранник; 6 – знепилене та зволожене повітря; 7 – обкладинка; 8 – відфільтровано ; 9 – біологічно активний органічний матеріал; 10 – конденсат; 11 – решітка ; 12 – блок живлення; 13 – збірний резервуар; 14 – циркуляційний насос; 15 – рівнемір.

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподрл.

3.7 Принципи розрахунку біофільтрів для очистки газу

Ці пристрої були розраховані для визначення геометричних параметрів пристрою для мікробної очистки та регенерації.

У біофільтрах часто зустрічаються змішані популяції (бактерії, дріжджі, гриби тощо), склад яких має вирішальне значення для функціональної здатності системи. Виділяють такі [29]:

- частину популяції яка метабілізує, шкідливі речовини, що викидаються промисловістю, є джерелом вуглецю та енергії для даної популяції;

- частину популяції яка сометабілізує, оскільки викиди шкідливих речовин у атмосферне повітря порушуються певними метаболічними частинами;

- частину популяції яка вважається сенсильною , тобто такою де шкідливі речовини пригнічують відтворення популяції;

- популяції які є нейтральними, тобто такі у яких відсутня реакція з шкідливими речовинами

Розпад шкідливих компонентів у вихлопі біологічним фільтром можна описати так: компоненти газофазних забруднюючих речовин → адсорбція → дифузія в біоплівку → біохімічне окислення → десорбція продуктів розпаду → газофазні метаболіти

Передбачається, що частинки, які становлять фільтруючий шар оточені вологою біоплівкою, як це показано на рис. 3.7.1

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк

29

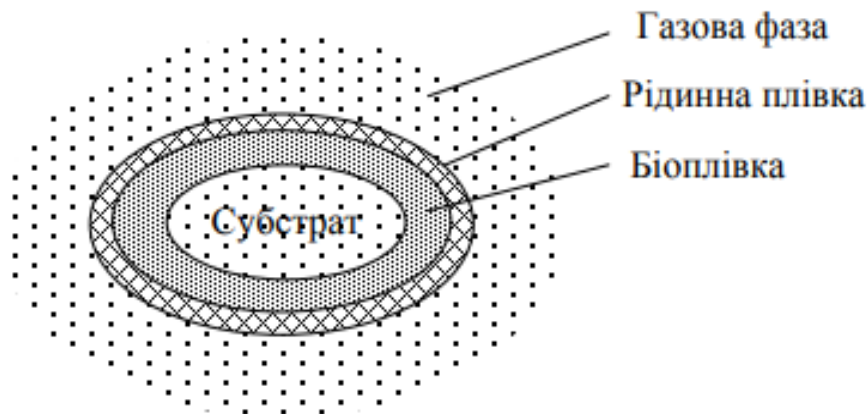


Рисунок 3.7.1 – Модель біоплівки

Субстрат не тільки діє як адсорбент, хоча це основний показник чистих викидів, він також є джерелом поживних речовин для розвитку біоплівки. Адсорбційна здатність субстрату в основному залежить від його складу (дисперсність, пористість тощо) та джерела.

До технічних характеристик біофільтрів можна віднести:

- питоме навантаження газу $\text{м}^3/\text{м}^2$ або лінійна швидкість газу, $\text{м}/\text{с}$;
- висота насипного фільтруючого шару, м ;
- вологість фільтруючого шару, %.

Оскільки ці властивості безпосередньо впливають на ефективність процесу біологічного очищення, вибір їх оптимальних значень визначався експериментально в кожному конкретному випадку: для кожної забруднюючої речовини за конкретних умов скидання, вологості та складу субстрату, для кожної групи деструктивних мікробних популяцій.

Оскільки викиди на підприємствах є багатокомпонентними системами, то при конструкції біофільтра слід враховувати концентрацію пилових частинок, яка може призвести до забруднення фільтруючого шару чим самим знижуючи проникність, опір потоку при цьому збільшується. Через це шкідливі викиди ще перед очищенням у фільтрах, повинні бути очищені пилоочисних

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк
30

апаратах від пилу .Наприклад циклонах, фільтрах та ін. При цьому доцільнішими вважаються сухі методи очищення.

Зазвичай для розрахунку біофільтра використовуються такі основні показники: витрата газоповітряного потоку, що очищається; концентрація забруднень в газоповітряному потоці; необхідний ступінь утилізації забруднень[29].

Для прикладу можна розглянути розрахунок викиду нітрозних газів за наступними вихідними даними:

- витрати газоповітряного потоку – 10000 м³/год;
- концентрація забруднень – 10 мг/м³ ;
- ступінь утилізації – 99%.

Для розрахунку площі перетину апарату використовуємо формулу:

$$Q = w \cdot S, (3.7.1)$$

де Q – витрата повітря, м³ /год;

w – лінійна швидкість газу в апараті, м/с;

S – перетин апарату, м² .

Приймаємо w = 0,15 м/с, тоді

$$S = \frac{Q}{3600w} = \frac{10000}{3600 \cdot 0,15} = 18,5 \text{ м}^2$$

В залежності від місця розташування апарат може мати круглу, квадратну або прямокутну форму.

Для досягнення заданого ступеня утилізації вибираємо висоту фільтруючого шару – 0,8 м.

Внутрішній діаметр трубопроводу круглого перетину розраховуємо за формулою[29]:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{3.14 \cdot w_1}} (3.7.2)$$

де w₁ – швидкість повітря в трубопроводі, м/с.

Оптимальний діаметр трубопроводу, при якому сумарні витрати на переміщення рідини або газу мінімальні, слід знаходити шляхом

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподр.

						ТС 18510208	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			31

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. [23]

Стаття 15 Закону України «Про охорону праці» 1992 року свідчить, що на підприємстві керівництвом мають бути розроблені спеціальні положення, які регулюють службу охорони праці даного підприємства, визначають її структуру, чисельність, основні завдання, функції та права всіх працівників [23].

4.1 Етапи регулювання служби охорони праці

1. Створення системи управління охороною праці (СУОП).

Система управління охороною праці (СУОП) – є комплексом дій з підготовки, прийняття та реалізації рішень з метою виконання організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів.

Головною метою введення СУОП – є забезпечення безпеки, збереження життя, здоров'я та працездатності працівників під час трудового процесу.

На будь-якому виробничому підприємстві з кількістю працівників, більше 50 осіб, повинна бути створена робоча система охорони праці та розроблені порядки, щодо її функціонування. Також потрібна відповідальна особа з охорони праці на всьому підприємстві. Необхідно провести детальний аналіз виробничих процесів підприємства для визначення основних небезпек для робітників та встановлення ступню небезпечності робіт [24].

Якщо на підприємстві кількість робітників менша за 50 осіб, то повинна бути співпраця з іншим підприємствами схожого напрямлення за для

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк

33

забезпечення проведення робіт з охорони праці та створена між виробнича система охорони праці.

Якщо на підприємстві працює менше 20 осіб, можливе залучення експерта з питань охорони праці без найму його на постійну роботу на даному підприємстві, але ця особа має мати ліцензійний дозвіл та стаж роботи у сфері охорони праці не менше трьох років. [21,23]

2. При регулюванні діяльності мережі охорони праці підприємства повинні затверджувати всі необхідні нормативно-правові акти.

Усі документи у сфері управління відносинами «роботодавець-працівник» мають бути підписані керівником підрозділу корпоративної структури. Також має бути перелік директив і правил поведінки, що відповідають виробничій сфері, яку вони керують.

3. Регулярне проведення інструктажів з охорони праці для працівників підприємства. Кожен працівник, який щойно влаштувався на роботу, повинен бути ознайомлений з вхідними інструкціями та всіма необхідними правилами та інструкціями перед початком будь-якої роботи.

Крім цього необхідні проводитися постійні інструктажі (щотижнево, щоквартально, щорічно) для всіх осіб які працюють на підприємстві. Як вже зазначалося у попередньому пункті, вступний та інші види інструктажів повинні проводитися тільки фахівцем з охорони праці з наявною ліцензією. Всі проведені інструктажі повинні заноситися у виробничий журнал з охорони праці відповідальною особою. [24]

4. Медичний огляд працівників. Роботодавці зобов'язані за власний рахунок організувати медичні огляди своїх працівників, а всіх працівників – щорічно.

5. Засоби індивідуального захисту та спеціальний одяг. При роботі в умовах праці, що загрожують життю, або при виконанні такої роботи яка пов'язана з різноманітними температурними коливаннями робітникам необхідні надавати спеціально призначені для даних температур пари взуття

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк

34

спеціальний одяг та засоби індивідуального захисту. Кожен працівник має одягати захисні каски при експлуатації енергетичних об'єктів, а також у свердловинах, кланах і тунелях, на будівельних майданчиках і в зонах технічного обслуговування.

Нещасні випадки на підприємстві. При виникненні випадків робочого травматизму на підприємстві роботодавець зав'язаний провести розслідування професійних захворювань або аварій та створити відповідний акт форми Н – 1 та Н – 5. [23]

4.2 Шкідливі виробничі фактори при виробництві азотної кислоти та захист від них

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами при виробництві азотної кислоти є:

- 1) виробничий шум;
 - 2) повітря робочої зони;
 - 3) електронезбезпека;
 - 4) пожежна безпека.
1. Джерелом шуму при роботі обладнання є:
 - насоси;
 - електродвигуни;
 - вентилятори;

Захист від шуму досягається розробкою шумобезпечної техніки, застосуванням засобів і методів індивідуального і колективного захисту, будівельно-акустичними методами. Засоби колективного захисту діляться стосовно джерела шуму: понижуючі шум у джерелі виникнення (найбільше ефективно); понижуючі шум на шляхах його поширення. [25]

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк
35

2. Повітря робочої зони на даному підприємстві може нести велику загрозу. Наприклад, застосовуються такі речовини як : аміак, оксиди азоту, кисень та інші речовини як у чистому вигляді, так і у вигляді різних сумішей.

Більшість з перелічених речовин мають токсичні властивості, є вогнебезпечними, або утворюють вибухові суміші. Рідкий аміак, азотна кислота характеризуються палючою дією. При потраплянні цих речовин на людину – на найбільшу небезпеку наражаються очі.

Однак , для нормалізації повітряного середовища виробничих приміщень і робочих місць можуть застосовуватися пристрої вентиляції, кондиціонування й очищення повітря, опалення. Додатково до технологічних заходів системами опалення й вентиляції повітряне середовище в приміщеннях доводиться до вимог санітарних норм і правил техніки безпеки[25].

3. Згідно з класифікацією ПУЕ (Правила установки електрообладнання) об'єкти хімічної промисловості – мають підвищений ризик ураження електричним струмом.

Основними причинами ураження електричним струмом є:

- на відключених струмоведучих частинах, де працюють люди, з'являється напруга через неправильний монтаж;
- ступінчаста напруга на землю через коротке замикання проводу на землю;
- напруга на металевих конструкційних частинах електрообладнання огорожах, корпусах тощо через пошкодження ізоляції та з інших причин;
- небезпечні відстані для випадкового контакту або наближення до струмоведучих частин.

Відповідальність за своєчасне забезпечення працівників і комплектування електроустановок засобами захисту згідно з нормами комплектування, за організацію належних умов зберігання, створення необхідного запасу, своєчасне проведення періодичних оглядів і випробувань,

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподр.	

						ТС 18510208	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			36

вилучення непридатних засобів та організацію обліку несе власник цих засобів[24].

Основними заходами для запобігання ураження електричним струмом є:

- Ізоляція струмоведучих частин щитів керування($R \geq 0,5 \text{ Ом}$);
 - електророзділення мережі за допомогою спеціальних розділяючих трансформаторів;
 - рубильники включення замкнені в спеціальних шафах;
 - при використанні електроінструменту необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, такі як ізоляційні рукавички та гумове взуття, гумові накладки, ізоляційні кронштейни;
 - блокування безпеки;
 - орієнтація в електроустановках;
 - малі напруги для переносного інструменту.

Забороняється:

- проводити роботи на незанулених вузлах лінії;
- проводити ремонт лінії без вимкнення електричної мережі;
- залишати лінію, що працює без нагляду;
- допускати до роботи людей, які не пройшли навчання і не були ознайомлені з правилами техніки безпеки на виробництві [22].

4. Причинами пожежі на будь-якому підприємстві ,в тому числі і підприємствах зв'язаних з виробництвом азотної кислоти відносять:

- струм, перевантаження, великі перехідні опори;
- загоряння ізоляції нагрівачів;
- несправність електрообладнання;
- пряме ураження блискавкою, що може викликати пожежу і руйнацію будівлі [22].

До засобів запобігання виникненню пожежі відносять :

- дотримання технологічних норм і правил експлуатації;
- обмеження в застосуванні відкритого вогню;

Підп. і дата	
Інв.Недубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.Неподл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк

37

- паління тільки у відведених для цього місцях;
- своєчасне проведення інструктажу з техніки безпеки серед обслуговуючого персоналу;
- наявність засобів сигналізації, зокрема, системи електричної пожежної сигналізації (ЕПС) і засобів оперативного зв'язку з пожежною частиною;
- наявність засобів пожежогасіння в безпосередній близькості від установки (пісок, вогнегасники). В якості засобів гасіння пожежі використовують вогнегасники, щити і ящики з піском[23].

При виникненні пожежі, люди повинні залишити приміщення .

4.3 Збереження робочого процесу під час пандемії та воєнного стану

Крім загальних положень слід приділити увагу розповсюдженню хвороби COVID-19 та оголошенню воєнного стану на всій території України.

Щодо пандемії ,то слід проводити спеціальні заходи на підприємстві з метою попередження її розповсюдження. Потрібно ввести вхідний санітарно-епідеміологічний контроль та деякі обмежувальні заходи, а саме:

- недопущення до роботи співробітників з ознаками інфекційного захворювання на пунктах перетину контрольно-пропускних огорожень;
- надати достатнє забезпечення засобами дистанційного вимірювання температури тіла та засобами індивідуального захисту, дезінфекційними препаратами;
- систематичне проведення роз'яснювальних робіт серед співробітників станції про заходи щодо методів та необхідності запобігання захворюваності на хворобу COVID-19[25].

Воєнний стан оголошений в Україні 24.02.2022 р. але значна частина підприємств продовжує працювати у воєнний час. Їм складно забезпечувати роботою всіх працівників, вчасно виплачувати заробітну плату та у повному обсязі сплачувати податки. Працівникам, які продовжують працювати, слід

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк

38

враховувати, що відповідно до Закону № 2136-IX роботодавцям надано право на період дії воєнного стану не застосовувати норми[26]:

- щодо зменшення тривалості робочого часу напередодні ст. 53 (святкових, неробочих і вихідних днів), ч. 1 ст. 65, ч. 3–5 ст. 67 та ст. 71–73 (святкові і неробочі дні) КЗпП;

- щодо зменшення тривалості роботи (зміни) в нічний час на одну годину (ч. 1–2 ст. 54 КЗпП).

У період дії воєнного стану дозволяється [26]:

- застосування праці жінок (крім вагітних жінок і жінок, які вигодовують дитину віком до одного року) за їхньою згодою — на важких роботах і на роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці, а також на підземних роботах;

- залучати за їхньою згодою працівників, які мають дітей (крім випадків визначених ст.8 Закону № 2136-IX) до нічних і надурочних робіт, робіт у вихідні, святкові і неробочі дні, направлятися у відрядження.

Для інформації: у ст. 8 Закону № 2136-IX мова йде про особливості роботи у нічний час під час воєнного стану.

Підп. і дата	
Інв.Недубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.Неподл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк

39

ВИСНОВКИ

У ході виконання бакалаврської роботи, було розглянуто проблему забруднення повітря нітрозними газами та методи їх утилізації, а саме:

1. Розглянуто джерела утворення нітрозних газів

2. Був проведений огляд статистичних даних за ключовими словами «nitrous and gases» у декількох інформаційно-пошукових системах .Після чого ,стало зрозуміло ,що дана тема є досить актуальною у багатьох країнах світу і з кожним днем запити,публікація наукових досліджень на досліджувану тему стають тільки популярнішими.

3. Особливу увагу було приділено методам утилізації нітрозних газів ,серед них :

1. Каталітичне окиснення.

2. Регенеративне термічне окиснення.

3. Фотоокислення.

4. Фільтри з активованим вуглем.

5. Зниження NOx шляхом попередження їх викидів.

6. Біофільтри.

4. Було розглянуто аспекти охорони праці на підприємстві .Представлено шкідливі виробничі фактори на конкретному підприємстві з виробництва азотної кислоти , методи їх запобігання або захисту (якщо уникнути їх уже неможливо). І не можна було оминати особливі умови ,з якими стикнулися робітники ,керівництво та підприємства під час пандемії та чинності на території країни воєнного стану.

Підсумовуючи все те , розглянуте у дипломній роботі ,можна сказати ,що нітрозні гази несуть собою велику небезпеку ,над якою уже борються багато країн по всьому світу . Існує багато методів боротьби з їх утилізацією ,але найдоцільнішими є сучасні методи , а саме біологічні. Перевагами цих методів є те ,що біологічний процес має низький рівень впливу на навколишнє

Підп. і дата	
Інв.Недубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.Неподл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк

40

середовище, при максимальному ступені очищення. Без споживання хімічних речовин, забруднювачі, дійсно, перетворюються та біологічно очищаються. Вони не накопичуються в процесі обробки, мають дуже низьке споживання енергії та низькі експлуатаційні витрати завдяки простоті процесу.

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510208

Арк
41

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. CRC Handbook of Chemistry and Physics / D. R. Lide. — 86th. — Boca Raton (FL) : CRC Press, 2005. — 2656 p. — ISBN 0-8493-0486-5. (англ.)
2. Handbook of Preparative Inorganic Chemistry / G. Brauer. — 2nd. — New York : Academic Press, 1963. — Vol. 1. — 1859 p. (англ.)
3. Thiemann M., Scheibler E., Wiegand K. W. Nitric Acid, Nitrous Acid, and Nitrogen Oxides // Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. — 6th. — Weinheim : Wiley-VCH, 2005. — P. 44—45. — DOI:10.1002/14356007.a17_293. (англ.)
4. Реми Г. Курс неорганической химии / А. В. Новоселова. — М. : ИИЛ, 1963. — Т. 1. — 922 с. (рос.)
5. Лидин Р. А., Молочко В. А., Андреева Л. Л. Химические свойства неорганических веществ / Р. А. Лидин. — 3-е. — М. : Химия, 2000. — 480 с. — ISBN 5-7245-1163-0. (рос.)
6. Деркач Ф. А. Хімія. — Львів : Львівський університет, 1968. — 312 с
7. Рогожников Д.А., Карелов С.В., Мамяченков С.В., Анисимова О.С. Способы утилизации отходящих нитрозных газов // Современные проблемы науки и образования. — 2011. — № 6.: <http://www.science-education.ru/ru/article/>
8. Мозок Є. М. Система управління технологічним процесом селективного очищення нітрозних газів [Електронний ресурс] / Є. М. Мозок// 2020 — Режим доступу до ресурсу: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstreamdownload/123456789/79363/1/Bak_Rob_Popchenko.
9. Г.В. Голодников, Т.В. Мандельштам. Практикум по органическому синтезу. Учебное пособие. Под ред. проф. К. А. Оглоблина. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. — 376 с.

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподрл.

ТС 18510208					Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	42

10. Изучение растворения нитрозных газов в системе «NO₂ -ВОДА» / У.М. Мардонов, И.Н. Турсунова, З.Ф. Шукурбекова, Г.К. Журабекова // Сб. тез. Междунар. конф. молодых специалистов. – Томск, 2008.

11. Нурмуродов Т.И., Мардонов У.М., Турсунова И.Н. Использование диоксида азота в переработке фосфоритов Центрального Кызылкума // Сб. тез. Междунар. конф. «Ресурсосберегающие и современные технологии в горнодобывающих отраслях». – Бишкек: Кирг.-росс. русскославянский ун-т, 2004.

12. Янков А. В. Некоторые проблемы и способы очистки, утилизации и переработки отходящих нитрозных газов / А. В. Янков, В. В. Добровенко, В. Т. Леонов. – 2019.

13. Роменський О. В. Каталітичне окиснення аміаку у виробництві азотної кислоти / О. В. Роменський, О. Є. Каштанов, Є. В. Осиченко, Т. Ф. Ведернікова // Хім. пром-сть України. - 2001. - № 5. - С. 3-4. - Бібліогр.: 2 назв. - укр.

14. Саломахина С. А. Отходы производства концентрированной азотной кислоты. Технология утилизации / С. А. Саломахина, Г. И. Гринь, А. Я. Лобойко, А. В. Роменский // Хім. пром-сть України. - 2004. - № 2. - С. 55-58.

15. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»(Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1994, № 27, ст.218.

16. Офіційний сайт державної служби статистики: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

17. Спосіб одержання азотної кислоти: пат. 52064 Україна: МПК6 6С01В21/38,С01В21/40 № 200701472; заявл. 16.12.2002; Бюл № 12, 2002 р.

18. Примиская С.А. Экспериментальное исследование процессов денитрации дымовых газов на цеолитах [Текст] / С.А. Примиская, S.A. Kliche // Всероссийская научная молодежная школа – конференция химия под знаком “СИГМА” Исследования, Инновации, Технологии – Омск, 2008. – С. 185-187.

Підп. і дата
Інв.Недубл.
Взаєм.Інв.№
Підп. і дата
Інв.Неподл.

					ТС 18510208		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			43

19. Prymyska S. Simulation the adsorption process of nitrogen oxides in zeolites / S.Prymyska, Yu.Beznosyk, W. Reshetilowski // Slovakia, Tatranske Matliare 26th - 30th of May 2008: Materials of the 35th International Conference of SSCHE. – p. 99

20. Ильин А.П., Кунин А.В. Производство азотной кислоты.; Учебное пособие. – 2-е изд., исп.-СПб. Издательство «Лань», 2013,-256с.

21. Стаття 1 Закону України «Про охорону праці»

22. Наказ № 1352, 26.11.2012 «Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій, теплових мереж і тепловикористовувальних установок».

23. Закон України «Про охорону праці». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668.

24. Основи охорони праці. / В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко та ін.; за ред. проф. В.В. Березуцького. – Х.:Факт, 2005. – 480 с.

25. Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу».

26. Закон України «Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану»

27. Зельдович Б.Я., Садовников П.Я., Франк-Каменецкий Д.А. Окисление азота при горении [Текст]. - М.: Наука, 1947. - 146 с.

28. Оцінка ступеня озеленення санітарно-захисних зон промислових підприємств Дніпропетровська [Електронний ресурс] / А. І. Горова, Ю.В. Бучавий // Довкілля та здоров'я. - 2016. - № 2. - С. 35-38. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/dtz_2016_2_8

29. Шестопапов О. В., Бахарєва Г. Ю., Філенко О. М., Плахотна Ю. М., Аверіна О. В., Донський Д. Л., Бондаренко Т. С., Толстоусова О. В., Гуренко І. В., Варанкіна О. О. Навчальний посібник. – Харків: НТУ "ХПІ", 2015. – 116 с.

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

					ТС 18510208	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		
					44	