

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

«Технології захисту навколишнього середовища при експлуатації цементного
заводу»

Лопатюк Ярослав Борисович

Київ 2024 р.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. _____

„___” _____ 2024 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

«Технології захисту навколишнього середовища при експлуатації цементного
заводу»

Виконав студент групи ТЗНС-20

Спеціальність: 183 «Технології захисту
навколишнього середовища»

Лопатюк Ярослав Борисович

Керівники: к.т.н., доц. Березницька Ю.О.

Київ 2024 р

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології

Кафедра: технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність: 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. _____

”___” _____ 2024 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Лопатюк Ярослав Борисович

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи: Технології захисту навколишнього середовища при експлуатації цементного заводу

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від «__» _____ 20__ р.

2. Керівники роботи: к.т.н., доц. Березницька Ю.О.

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту

4. Зміст пояснювальної записки за розділами: Вступ Технології виробництва цементу та їх вплив на навколишнє середовище. Сучасні технології захисту навколишнього середовища при експлуатації цементного заводу. Аналіз ефективності впроваджених технологій захисту навколишнього середовища на прикладі конкретного цементного заводу. . Висновок. Список використаних джерел

5. Графічний матеріал: дипломна робота містить 5 малюнків та 5 таблиць з вихідними даними та розрахунками.

6. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;
б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	
Технології виробництва цементу та їх вплив на навколишнє середовище	
Сучасні технології захисту навколишнього середовища при експлуатації цементного заводу	
Аналіз ефективності впроваджених технологій захисту навколишнього середовища на прикладі конкретного цементного заводу	
Висновки	
Список використаної літератури	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5.			

8. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Сьогодні якість повітря, яким ми дихаємо, опосередковано впливає на здоров'я людини. Щоразу, коли ми вдихаємо заповнене повітря, наш організм.

містить не лише життєво необхідний кисень, але й низку супутніх речовин, які можуть покращити (іони йоду) або значно погіршити (токсичні гази, пил, важкі метали) стан здоров'я. Хімічний склад змішаного повітря визначає його біологічну активність і має різний вплив на організм людини. Вони бувають токсичними, подразнюючими тощо. Сучасне міське повітря-це складна суміш газів і пилу, всі компоненти якої потенційно взаємодіють між собою.

Для того, щоб спрогнозувати потенційну взаємодію з навколишнім середовищем, необхідно знати початковий хімічний склад елементів, що викидаються в повітря. Одним із компонентів забруднення повітря є цемент (тобто цементний пил), який виробляється у великих кількостях і використовується в різних секторах промислового та житлового будівництва.

Цементний пил та його сполуки (Таблиця 1) мають шкідливий вплив на дихальні шляхи.

Хімічний склад цементного пилу в сполуках

Таблиця 1

Основні компоненти	Основні компоненти	Вміст у пробі, %
Вапняк	CaCO ₃	49,3
Кремнезем	SiO ₂	15,02
Оксиди металів	SO ₃	9,4
	Al ₂ O ₃	9,2
	MgO	2,5
	Fe ₂ O ₃	1,4
	Na ₂ O	1,5
	K ₂ O	2,1
Важкі метали		0,35

Продукти прожарювання		2,5
Невиявлені елементи		6,9

Шкідливий вплив на дихальні шляхи, що спричиняє захворювання верхніх дихальних шляхів і негативний вплив на шкіру та очі.

Шкідливий вплив на шкіру та очі. В організмі людини тривалий вплив пилу поступово призводить до розвитку хронічних захворювань.

В організмі людини тривалий вплив пилу викликає хронічні захворювання, такі як запалення дихальних шляхів, що призводить до таких захворювань, як бронхіт, бронхіоліт, бронхіальна астма, трахеїту та багатьох інших захворювань. Цементний пил також може викликати рак.

Тому дослідження потенційних джерел викидів цементного пилу та

Розробка сучасних методів уловлювання цементного пилу як забруднювача повітря в промислових установках є важливим питанням сьогодення.

Дослідження потенційних джерел емісії цементного пилу як забруднювача атмосферного повітря та розробка сучасних методів уловлювання цементного пилу в промислових установках є дуже актуальним завданням сьогодення. Крім того.

Крім того, цементна промисловість залишається галуззю промисловості будівельних матеріалів з найбільшим впливом на навколишнє середовище, з найбільшим

є найбільш забруднюючими. Тому для суттєвого зменшення впливу цементного пилу на навколишнє середовище необхідно дотримуватися положень Спеціальної національної програми.

Зокрема, існує необхідність дотримання положень спеціального національного плану щодо забезпечення значного зменшення впливу цементного пилу на навколишнє середовище та здоров'я людини.

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЦЕМЕНТУ ТА ЇХ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Цемент (з латинської - "щебінь") при змішуванні з водою при кімнатній температурі перетворюється на твердий камінь.

При змішуванні з водою він переходить з рідкого або тістоподібного стану в твердий каменеподібний стан при кімнатній температурі. Цемент принципово відрізняється від інших мінеральних в'язучих речовин (гіпсу, повітряного та гідравлічного вапняку). Може продовжувати тверднути у зовнішньому середовищі.

Використовується як в'язуча речовина при виготовленні бетону і бетонних конструкцій.

Заводи з виробництва цементу входять до переліку підприємств, занесених до "Чорної книги" як основні забруднювачі повітря.

У технологічному процесі виробництва цементу викиди пилу в робочу зону заводу та прилеглу територію збільшуються зі збільшенням обсягів виробництва.

Завод і прилеглі до нього території. Крім того, робочі зони, де організовані джерела виділення пилу, там вміст пилу високий, та перевищує ГДК. Концентрація пилу більша ніж у п'ять разів.

У промисловому виробництві цементу в основному використовуються легкоплавкі глини, аргіліти та глинисті сланці, які входять до складу цементної шихти. Другим основним компонентом є карбонатні породи. Вапняки та

вапняк і глина, змішують у певних пропорціях (75-80% вапняку і 20-25% глини) і обпалюють при температурі близько 1450°C у спеціальних циліндричних печах, викладених вогнетривким матеріалом. Сучасні, потужні цементні печі досягають 185 м у довжину і 5 м у внутрішньому діаметрі.

Вона встановлюється горизонтально, а її вісь злегка нахилена під кутом 10°. Шихту завантажують у верхню частину печі, що повільно обертається, і

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шихта обтікає внутрішнє коло поверхні печі та рухається вниз, зустрічаючись з гарячою шихтою.

Вона рухається до нижньої частини печі, де зустрічається з гарячими газами, які є продуктами згоряння палива.

Під час випалу в цементних матеріалах послідовно відбуваються такі основні хімічні зміни при температурі 100-120 °С випаровується вода; при 500 °С вигорають органічні домішки; при 800-1000 °С вигорає вапняк.

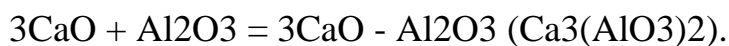
При 800-1000 °С вапняк розкладається:



При температурі 1000-1300 °С оксид кальцію взаємодіє з діоксидом.

При температурах 1000-1300 °С оксид кальцію взаємодіє з діоксидом SiO₂ та оксидом алюмінію Al₂O₃, що є основою легкоплавких глин, утворюючи силікати.

В результаті утворюються силікат кальцію та алюмінат:



Силікат кальцію та алюмінат спікаються при температурі 1300-1450 °С.

Спечена цементна маса називається клінкером.

Спечена цементна маса, яка називається клінкером, вивантажується з нижнього кінця печі і після охолодження подрібнюється до сіро-зеленого порошку, який називається цементом.

Це стає сіро-зеленим порошком, який називається цементом. Після класифікації цемент пакують у спеціальні контейнери або перевозять у спеціальних транспортних засобах

або перевозять у спеціально призначених для цього транспортних засобах.

Склад цементу зазвичай виражається у відсотках CaO і SiO₂,

Al₂O₃ і Fe₂O₃, виражений у відсотках Al₂O₃ і Fe₂O₃. Цемент також містить інші речовини як домішки. До складу звичайних або силікатних

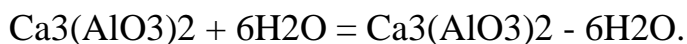
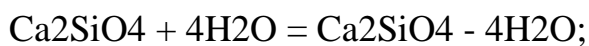
						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цементів входять такі речовини: CaO (60-67 %); SiO₂ (17-25 %); Al₂O₃(3-8 %); Fe₂O₃ (0,3-6 %).

Цемент зазвичай змішують з піском. На кожен 1 частину цементу.

3-5 частин піску на 1 частину цементу. Суміш змішують з водою до утворення напіврідкої тістоподібної маси, яка називається цементним розчином. Цей розчин з часом твердне і перетворюється на камінь подібну речовину. Цементний розчин твердне при кімнатній температурі майже місяць. Це явище є складною хімічною реакцією

Найважливіша хімічна реакція описується наступним рівнянням:



Коли цементний розчин, змішаний з гравієм або щебенем, застигає, він стає бетоном. Коли бетон заливають у сталевий каркас (сталеві прутки, дрот тощо), його називають залізобетоном.

Його називають залізобетоном. Цемент (бетон) дуже міцний і цемент (бетон) дуже міцно з'єднаний зі сталлю і має такий самий коефіцієнт теплового розширення, як і сталь,

Бетон стійкий до стиснення, в той час як металеві конструкції стійкі до згинання.

Висока стійкість до вигину. Бетон і залізобетон характеризуються високою твердістю і механічною міцністю і широко використовуються на гідроелектростанціях, мостах, каналах, заводських будівлях і в житловому будівництві.

1.1. Викиди та забруднення, пов'язані з виробництвом цементу

Основними джерелами пилу на цементних заводах є конвеєрні лінії транспортування сировини і готової продукції, місця їх завантаження і розвантаження, помольні установки, клінкерні

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конвеєрні лінії для транспортування сировини і готової продукції, місця їх переміщення і завантаження/розвантаження, помольні установки, клінкерні печі і кульові млини для подрібнення клінкеру. Конвеєрні лінії для транспортування сипучих матеріалів (вапняку) з'єднують кар'єри з дробильними установками на цементних заводах.

Вони з'єднують дробильні установки цементних заводів. Основними факторами

є швидкість вітру і відстань сировини, що транспортується, від кар'єру. Мінімальна становить 7-10 г/т, а максимальна - 50-52 г/т.

У бункерних ангарах при розвантаженні матеріалу з самоскидів вміст пилу в повітрі більш ніж у 50 разів перевищує ГДК.

Під час завантаження сипучого матеріалу з конвеєра в бункер концентрація пилу може досягати 270-450 мг/м³ під час вивантаження сипучого матеріалу з конвеєра в бункер і 1500 мг/м³ і більше, що значно перевищує ГДК.

Цементний завод - це клінкерна піч. При сухому способі з печі викидається на 25-40% менше сухого пилу, ніж при мокрому способі.

Це менше, ніж при мокрому способі. У той же час, кількість дрібнодисперсного пилу, що викидається, менша, ніж при мокрому способі.

Викиди становлять 50-120 кг на тонну клінкеру.

Пил, що викидається з сушильних барабанів сировини і добавок, має високий вміст вологи (температура точки роси досягає 40-60)

40-60°C), а концентрація аерозолів коливається в широких межах (15-70 г/м³).

Clinker Great Cooler вивантажує 1 тонну клінкеру. Виводиться 1,1-1,8 тонни сухої газоповітряної суміші. (80% частинок розміром більше 5 мкм).

Порівняння джерел пилу на цементних заводах показує наступне

Понад 80% пилу, що викидається в атмосферу, надходить від обертових печей для випалювання клінкеру.

З цього можна зробити висновок, що майже всі цементні заводи

						Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мають настільки інтенсивні викиди пилу, що рівень запилення в повітрі перевищує ГДК.

Тому технічні операції та виконання технологічних процесів були б неможливими без високоефективного обладнання для боротьби з пилом та пиловловлювачів.

Сухий спосіб виробництва цементу

Цей метод виробництва цементу відрізняється тим, що сировина сушиться, подрібнюється до необхідного об'єму, а потім піддається подальшій обробці.

Основні виробничі процеси полягають у наступному.

- Підготовка сировини: сировина, така як вапняк і глина, постачається з кар'єру і подрібнюється на дрібні шматки.

- Попередня гомогенізація та сушка: подрібнена сировина гомогенізується.

Гомогенізація для забезпечення однорідної суміші. Потім сировина сушиться.

а надлишок води видаляється для підготовки до наступного етапу переробки.

- Подрібнення: висушену сировину подають у млин для подрібнення та перетворення її в порошок. Цей процес збільшує площу поверхні частинок і покращує реакційну активність при подальшому прожарюванні.

Реакційна активність при подальшому прожарюванні підвищується.

- Випал: отриманий порошок прожарюється при високій температурі в обертовій печі. Під впливом високих температур сировина перетворюється на цементний клінкер.

- Додатковий процес: після прожарювання до клінкеру додають добавки, такі як гіпс і зола, щоб відрегулювати якість цементу. Потім клінкер подрібнюють натцементний порошок як кінцевий продукт .

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переваги та недоліки сухого виробництва цементу

Переваги	Недоліки
Економія водних ресурсів	Енергозатратність
Менший вплив чиників із навколишнього середовища	Більші масштаби виготовлення
	Малий вибір сировини

Мокрий спосіб виробництва цементу

Відрізняється тим, що сировина змочується водою, а крім того обробляється у вигляді суспензії.

Основними етапами виробничого процесу є::

- Підготовка сировини: Подача сировини, такого як вапняк і глина. Він був подрібнений на дрібні частинки в кар'єрі.

- Зволоження: подрібнену сировину змочують водою з утворенням суспензії. Вода сприяє розчиненню речовин і розподілу компонентів сировини.

- Подрібнення: Суспензія проходить процес подрібнення для отримання порошок. Використовуючи цей процес, ви можете збільшити і забезпечити поверхню частинок.

- Рівномірний розподіл компонентів. Гомогенізація та дозування: отриманий порошок. Його гомогенізують для забезпечення однорідності суміші.

Для коригування властивостей цементу в суміш додають додаткові компоненти.

- Сушка: висушіть отриману суміш, щоб видалити зайву вологу і підготуйте до запуску.

- Випал: сухий порошок обпалюють у обертовій печі, це місце, де відбувається хімічна реакція і утворюється клінкер.

Додатковий етап: після випалу в клінкер додають добавки,

						Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вони регулюють якість цементу. Потім клінкер подрібнюють з отриманням кінцевого продукту-цементного порошку .

Таблиця 1.2

Переваги та недоліки мокрого виробництва цементу

Переваги	Недоліки
Висока якість та однорідність товару	Велике споживання води
Можливість використовувати більше різної сировини	Складність управління вологістю та потреба видалення відходів.
Менші витрати енергії для помолу	

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДУ

На сьогоднішній день, активність будівельної промисловості призвела до значного забруднення навколишнього середовища. Із розвитком урбанізації зростає попит на матеріали. Найбільш затребуваним матеріалом є цемент. Адже без його неможна збудувати ніякої конструкції. Цемент настільки став невідомною частиною будівельної промисловості, що зарез важко уявити його відсутність. Зарез цементна промисловість є мотором для урбаністичного напрямку. Із збільшенням попиту, зростає і сама кількість виготовленої сировини. Через що зросла кількість викидів на заводах, які потрапляють в навколишнє середовище. Надмірна кількість викидів негативно впливає не лише на природу ,а й на здоров'я людини. Пил який виділяє цементний завод потрапляє як в повітря яким ми дихаємо, так і в воду. Також пил осідає на сільськогосподарські поля, внаслідок чого шкідливі речовини потрапляють до організму людини через продукти харчування.

Для запобігання шкідливим наслідком промисловість дотримується певним правилам, та нормам що до викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище.

2.1. Удосконалення технологічних процесів з метою зменшення забруднення

Цементний завод є одним з найбільших забруднювачів повітря, а також однією з основних причин викидів парникових газів в промисловому секторі.

Світовим лідером з виробництва цементу є Китай, який виробляє 2,5 мільярда тонн на рік, Індія - 28500 мільйонів тонн, Сполучені Штати-8000 мільйонів тонн. Виробництво цементу в даний час супроводжується викидами в

						Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обсязі 1,9 гігатонн. За різними оцінками, кількість вуглекислого газу в рік, на яке припадає 5-8 викидів, більше 1,5 гігатонн вуглекислого газу в глобальних викидах парникових газів

Прогнозуються викиди з цементних печей. І без вжиття заходів...

При скороченні викидів вуглекислого газу ця кількість збільшується на 3% щороку. Інтенсивність викидів на тонну виробленої продукції варіюється наступним чином:

У різних регіонах світу, наприклад, в Німеччині цей показник склав 0,63 тонни CO₂ на 1 тонну цементу, виробленого в США цементу CO₂ на 1 тонну 0,81 тонни цементу, виробленого в США.

Виробництво цементу в Україні в 2019 році склало 0,79 тонн CO₂ на тонну

Також було вироблено близько 9,8 млн тонн цементу і 6,4 млн тонн клінкеру,

Згідно з отриманими даними, ця галузь стане важливим джерелом викидів CO₂-3,33 млн тонн

Міністерство природних ресурсів України стверджує.

Існує три основні причини прямих викидів CO₂ при виробництві цементу.

Перший-це безпосереднє вивільнення в процесі випалу (54%), а другий-спалювання палива (43%), а також непрямі викиди, пов'язані зі споживанням електроенергії (12%).

Цементне виробництво не можна просто "навести порядок"

Використовуючі відновлювані джерела енергії або підвищення ефективність,

оскільки більша частина викидів CO₂ в цементній промисловості не пов'язана з

енергією, але безпосередньо до процесу виробництва цементу з вапняку.

Простіше кажучи, клінкер, основний компонент цементу, отримують наступним способом:

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділіть вапняк на кальцій і вуглекислий газ. Кальцій,надалі він використовується для викиду вуглекислого газу в атмосферу

Незалежні дослідження, проведені міжнародними організаціями, в тому числі

Енергетичне агентство та Міжнародна Ділова рада зі сталого розвитку (WBCSD).

Визначено 4 основні способи декарбонізації цементної промисловості:

Підвищення енергетичної (теплової та електричної) ефективності;

- Заміна традиційних видів викопного палива на більш дешеві аналоги

Вміст вуглецю;

Використання клінкеру на альтернативних цементних матеріалах

Властивість;

Використання ультразвукової технології.

До недавнього часу цементна промисловість була зосереджена на перших трьох напрямках

За останні 10-20 років ми значно зменшили викиди CO₂ за допомогою заходів

, що приймаються щороку. Однак можливість подальшого скорочення наступними способами обмежений. Всі наступні скорочення викидів CO₂

Промисловість залежить від розробки інноваційних низьковуглецевих цементних матеріалів і альтернативних джерел енергії.

Інноваційна технологія виробництва цементу включає в себе наступне

Метод.

1. Заміна вапнякового клінкеру для зниження викидів Co₂ в

цементної промисловості. Заміна вапнякового клінкеру іншими матеріалами

Вміст вуглецю в цементі може бути значно знижений, але дослідження та розробки

						Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Що стосується споріднених речовин, то робота над ними все ще триває. Наприклад, такою альтернативою було б кілька геополімерів, які виділяють CO₂ на 80% менше, ніж традиційний цемент.

Однак його не можна розбавляти водою через високу лужність, а саме: Нестабільний і менш міцний геополімер. Виробництво консервного цементу

Він заснований на магнії. На цементному заводі в Портленді (США) використовується наступне:

Технологія перетворення силікату магнію в оксид магнію з використанням

Низьковуглецевий і низькотемпературний процес, а також додавання мінеральних добавок для зміцнення матеріалу і поглинання вуглекислого газу. У майбутньому ця технологія може стати основою для виробництва цементу з нульовим вмістом вуглецю

- Вуглецевий цемент

Добавки, такі як зола, вулканічний попел та сталевий шлак

Він також широко використовується для заміни вапнякового клінкеру. проте,

, запаси цих матеріалів для використання в інших технологічних процесах обмежені. Крім того, летюча зола утворюється в результаті експлуатації вугілля

- Теплові електростанції, які називають кліматичну стабільність таким вирішенням питання.

2. Використання ультразвукової технології (carbon capture technology).

У 2007 році ECRA провела дослідження, присвячене використанню ультразвукової технології

У цементній промисловості. Цементна компанія, виробник обладнання

,

Технологи доклали спільних зусиль для її впровадження. Головний

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спосіб полягає в уловлюванні і спалюванні збагаченого палива після згоряння

З киснем. Комплексне обладнання для традиційного очищення димових газів

При виробництві клінкеру діоксид вуглецю з димових газів поглинається спеціальними хімікатами. Потім рідина регенерується і виділяється чистий CO₂.

3. Використання геотермальної енергії для обігріву обертових

Піч може значно зменшити викиди вуглекислого газу та зменшити залежність від інших видів енергії.

4. Геотермальна енергія є однією з перспективних технологій, яка може:

Вона внесе значний внесок у скорочення викидів вуглекислого газу і підвищення екологічності

Виробництва цементу. Цей підхід передбачає використання наступного тепла:

Накопичується в надрах Землі, яке використовується для обігріву обертової печі ,ключовий установки з виробництва цементу.

Згідно з результатами досліджень у цій галузі, використання геотермальної

Енергетика може значно скоротити викиди CO₂ в цементній промисловості.

Це досягається шляхом заміни викопного палива, яке зазвичай використовується для Термічна піч, яка використовує енергію, отриману з геотермального джерела. За допомогою знижує залежність геотермальної енергії в цементній промисловості від скорочених видів енергії, таких як вугілля або нафта, що також сприяє більш стійкому виробничому процесу.

На сьогоднішній день вже успішно функціонують кілька цементних заводів у світі

Для обігріву обертових печей використовується геотермальна енергія.

Це показує реальну придатність і перспективність цієї технології у виробництві цементу.

						Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Промисловість.

Заміна традиційних джерел енергії відновлюваними, такими як сонячна або

вітер може зменшити викиди вуглекислого газу та зменшити вплив на клімат.

Виробництво цементу з використанням відновлюваних джерел енергії зростає все більше і більше.

У статті "перехід на відновлювані джерела енергії в цементній промисловості: оцінка викидів вуглецю"

"Варіанти пом'якшення наслідків за допомогою техніко-економічного моделювання для аналізу політики" розглядаються

Проблема заміни традиційних джерел енергії в контексті відновлюваних джерел енергії

Виробництва цементу. вони використовували техніко-економічне моделювання

Оцінити варіанти скорочення викидів вуглекислого газу з використанням Відновлювані джерела енергії дозволять зробити важливі висновки для формування політики.Промисловість

4. Карбонізація цементу. використання викидів вуглекислого газу, Інші вуглецеві гази з промислових джерел або повітря для виробництва Карбонати допомагають зменшити викиди CO₂ і виробляти більше цементу

Стабільний і довговічний.

Огляд технології прискореної карбонізації в розділі "Вироби"

Карбонізація мінералів " розглядає питання скорочення викидів CO₂ під час

Виробництво цементу із застосуванням технології карбонізації. автори кажуть

Вивчіть можливість використання викидів CO₂ з промислових джерел або

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повітря для отримання карбонатів, які можуть бути використані в цементній

Промисловості[10]

Принцип карбонізації полягає в змішуванні CO₂ з цементом

Матеріалом або іншим відповідним матеріалом для утворення карбонатів.

Цей процес може відбуватися як в нормальних атмосферних умовах, так і при їх відсутності

Використання високої температури і тиску для прискорення реакції.

Дослідження, проведені авторами, показали, що метод карбонізації

Це має великий потенціал для зменшення вуглецевого сліду цементу

Промисловість. Це дозволяє не тільки використовувати відходи, що містять вуглекислий газ,

Який в іншому випадку викидається в атмосферу, але також робить цемент більш стійким

Вплив часу.

2.2. Апарати для очищення газів

Для видалення твердих частинок з газового потоку

Механічне очищення відпрацьованих газів. Цементна промисловість

та інші промислові галузі є основними користувачами такого обладнання.

До основних систем очищення димових газів належать

Камерні пиловловлювачі - використовуються для уловлювання грубого пилу (>100 мкм) із забруднених газових потоків.

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

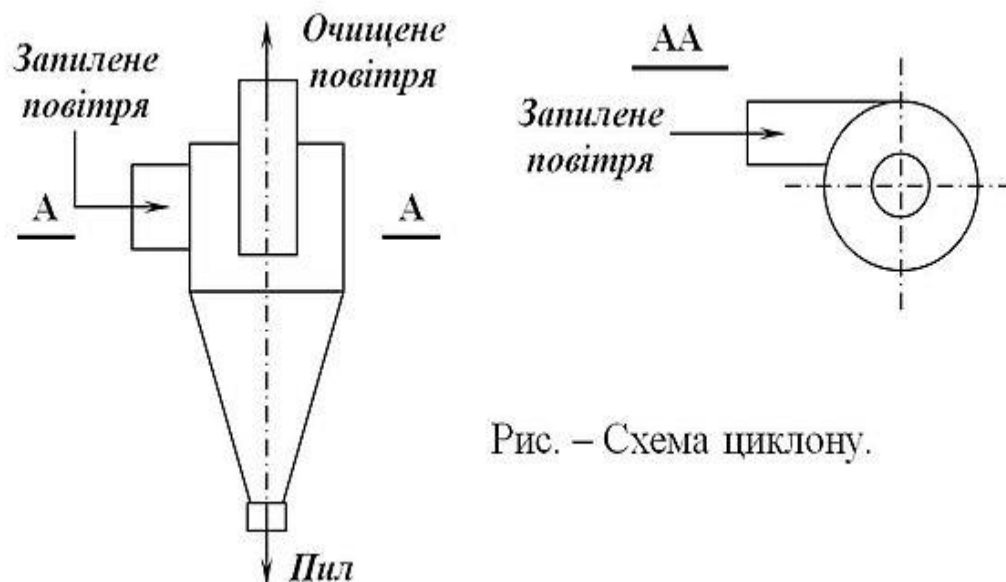


Рис. – Схема циклону.

Рисунок 2.1 – Схема роботи циклону

Коли газ потрапляє в осаджувальну камеру, швидкість газового потоку зменшується і частинки пилу осаджуються в осаджувальній камері.

Частинки пилу під дією власної ваги опускаються на дно камери.

Потім вони певним чином виводяться. Гази, які вже пройшли очищення суміш газів направляється в наступний пиловловлювач.

Оскільки пиловловлювальні камери дуже великі, їх використовують в обмежено (наприклад, як розвантажувальні камери в барабанних сушарках). Цеобладнання є досить ефективним (40-60%).

Циклонний пиловловлювач - належить до пиловловлювачів інерційного типу.

Відноситься до пиловловлювачів інерційного типу, використовується для уловлювання частинок пилу розміром 5 мкм і менше (рис. 3.2).

Відноситься до пиловловлювачів інерційного типу, використовується для уловлювання пилу розміром до 5 мікрон (рис. 3.2).

Циклони працюють, коли суміш пилу і газу подається по дотичній до внутрішньої поверхні циліндричної секції.

Вона подається по дотичній до внутрішньої поверхні циліндричної частини корпусу і спіралей Зверху вниз.

					Арк.
					22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Частинки пилу притискаються до внутрішньої стінки кожуха під дією потоку газу і власної ваги, і частинки пилу рухаються вздовж внутрішньої стінки кожуха.

Частинки пилу притискаються до внутрішньої стінки і рухаються вниз по спіралі, проходячи через спеціальне сопло в конічному корпусі.

Вони виводяться через спеціальні патрубки в конічній частині циклону.

Очищене від пилу повітря виводиться через осьовий вихід, а забруднене виводиться через вихідний патрубок. У звичайних циклонах повітря очищається на

очищається на 60-95%, в залежності від діаметру вловлених частинок.

Батарейні циклони складаються з невеликих окремих циклонів, призначених для відділення частинок пилу розміром до 5 мкм, які працюють паралельно.

Вони відрізняються за розміром, конструкцією та подачею пилового повітря. Ступінь уловлювання частинок пилу від 97-99% (від 5 мкм).

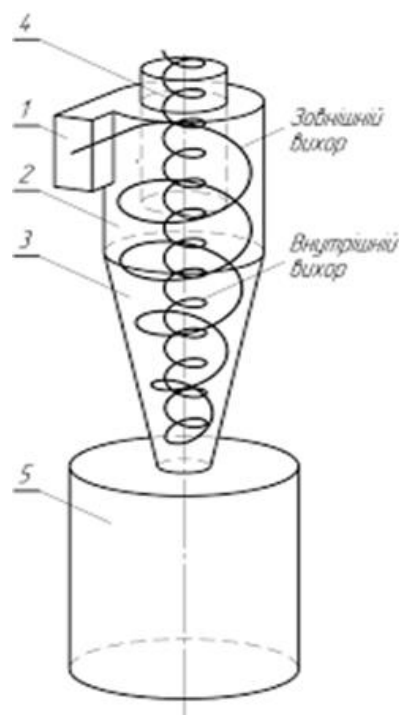


Рисунок 2.2 – Загальний схематичний вигляд циклона: 1 – вхідний патрубок; 2 – циліндрична частина; 3 – конічна частина; 4 – вихлопний патрубок; 5 – бункер

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фільтр - це конструкція, що використовується для механічного очищення потоку відходів.

гази через фільтрувальні елементи (наприклад, тканину, поліестер, різні наповнювачі) для затримання твердих частинок

для затримання твердих частинок (рис. 3.3). Розглянемо принцип роботи.

Він працює шляхом відділення твердих частинок від газового потоку на поверхні фільтра.

Він працює за рахунок відділення твердих частинок від газового потоку на поверхні фільтра. Фільтри зазвичай використовуються для відпрацьованих газів (дим, пил)

Використовуються для очищення газів (дим, пилу)

Електрофільтр - використовується для уловлювання частинок пилу розміром до 0,1 мікрона.

Використовується для уловлювання частинок розміром до 0,1 мікрона з ефективністю уловлювання до 99,9%. Електростатичні фільтри

Можуть очищати повітря зі складним хімічним складом і широкий спектр газів,

здатні очищати повітря і різні гази при високій вологості або високих температурах.

Такі фільтри використовуються для

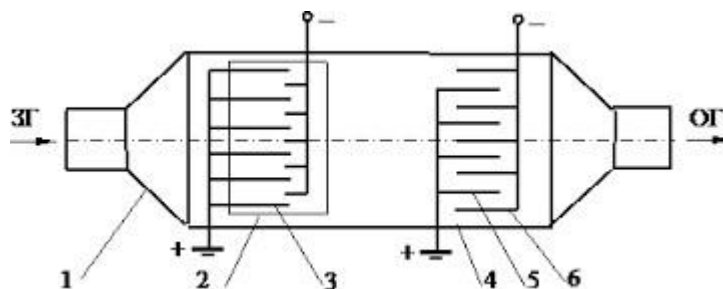
дорогих або токсичних речовин, коли потрібно очистити велику кількість газів, що містять дрібний пил.

Такі фільтри застосовуються, коли потрібно точно очистити велику кількість газів, що містять дрібний пил від дорогих або токсичних речовин, або при очищенні вентиляційних систем.

Електрофільтри схожі на електросепаратори з коронируючими електродами. Коронируючі електроди електрофільтрів представляють собою металеві стрижні, встановлені в трубах або між пластинами. Вони постійно заряджаються негативним струмом з напругою до 60 кВ. Електроди електрофільтрів виконані у вигляді заземлених вертикальних труб або пластин.

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вони заряджаються позитивно. Коронуючі і осаджувальні електроди об'єднані в герметичній камері, через яку знизу вгору виштовхується суміш пилу і газу. Частинки заряджаються негативно і осідають на електродах під дією коронного розряду. Час від часу пил струшується в бункер для пилу, а очищений газ випускається в повітря.



Малюнок 2.3 – Конструктивна схема двозонного електрофільтра:

1– корпус; 2 – іонізатор; 3 – електроди іонізатора; 4 – осаджувач; 5 – осаджувальні електроди; 6 – коронувальні електроди

Мокрі пиловловлювачі використовують шар води для очищення газового потоку пилу.

Очищення газового потоку пилу. Частинки пилу проходять крізь зважені частинки води,

Ці частинки мають високу контактну поверхню і затримують тверді частинки. Система мокрого пиловловлювання складається з циліндричного бака 1, повністю заповненого водою.

Резервуар заповнюється повітрям, насичене пилом, барботується через нього і через центральну трубу, занурену під поверхню води.

Воно проходить через центральну трубу, занурену під шар води 2. Вода.

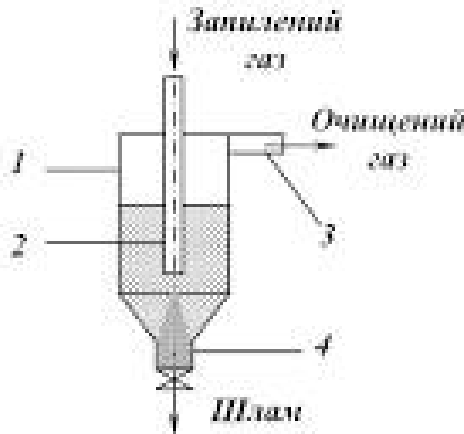
Пилогазова суміш очищається через форсунки 3.

Пил осідає у воді і продовжує накопичуватися в кінчній частині кінцевого пиловловлювача.

Потім пил осідає у воді і продовжує накопичуватися в кінчній частині пиловловлювача і проходить через форсунку у вигляді шлама.

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так утворюється шлам. Ефективність мокрих пиловловлювачів становить 98% для частинок пилю розміром більше 5 мкм ефективність 98% .



Малюнок 2.4 – Схематичне зображення мокрого пиловловлювача: 1 – циліндроконічний резервуар; 2 – центральна труба; 3 – верхній патрубок; 4 – нижній патрубок

Розглянемо переваги та недоліки мокрих пиловловлювачів у порівнянні з іншими типами обладнання.

Розглянемо переваги та недоліки мокрих пиловловлювачів.

Основними перевагами мокрих пиловловлювачів є наступні

- Низька вартість і висока ефективність уловлювання пилю;
- Очищення газів від частинок розміром до 5 мікрон;
- Можливість очищення газів при високій температурі та вологості.

Потенціал для очищення газів при високих температурах і вологості;

-Здатність вловлювати як пароподібні, так і газоподібні частинки разом з пилом.

Під час криволінійного руху запилених газових потоків пил осаджується під дією відцентрових сил.

Пил осаджується під дією відцентрових сил. Під впливом цих сил з газового потоку відокремлюються наступні частинки.

						Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частинки викидаються з газового потоку і потрапляють на осаджувальну поверхню газоочисної системи.

Найбільш ефективними методами очищення дрібних частинок є фільтрування.

Це метод розділення гетерогенних систем з дисперсними твердими фазами.

Це метод розділення гетерогенних систем з дисперсною твердою фазою через пористу перегородку.

Вона утримує дисперсні частинки і дозволяє дисперсійному середовищу легко проходити крізь неї. Також.

Залежить від властивостей дисперсійного середовища.

В екологічній техніці фільтрація використовується для гігієнічного очищення запилених газів і в системах кондиціонування повітря.

Переваги використання процесу фільтрації для очищення запилених газових сумішей полягають у наступному:

- Висока ефективність очищення до 99% для частинок діаметром менше 1 мкм.

- мкм.

- Обладнання не займає великої виробничої площі;

- Можливість регенерації фільтра, що продовжує термін служби фільтруючого елемента.

- Збільшений термін служби фільтруючого елемента.

Електрофільтри використовуються для очищення газів від пилу.

Електрофільтри застосовуються для

Може очищати гази не тільки від пилу, але і від гідрозолів і аерозолів, таким чином вловлюючи більш дисперсні частинки. Електрофільтр

Складається з осаджувального електрода (+) і коронируючого електрода (-). Осаджувальний електрод має форму трубки або пластини. Електрофільтри також мають потрібні струми високої напруги (50-100 кВт).

Коли між електродами подається напруга 15 кВ/см, повітря іонізується, створюючи позитивні і негативні заряди.

						Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це призводить до появи позитивних і негативних зарядів. Виникають заряджені частинки.

Заряджені частинки впливають на частинки пилу, рухаються до протилежно зарядженого електрода і осідають на ньому.

Заряджені частинки рухаються до електрода і осідають на ньому.

Молоткові шейкери використовуються, коли необхідно видалити пил з поверхні електрода. Електрофільтри можуть очищати великі об'єми газу, що містять частинки розміром від 0,01 до 100 мікрон, при температурі газу до 500°. Фільтр демонструє найвищий ступінь очищення (99,9%) при роботі на малих витратах газу.

Для видалення осаду, що утворюється при механічному очищенні від твердих частинок

зазвичай використовують трубки Вентурі, доповнені циклонами. До них відносяться

циліндричні або прямокутні башти називаються скруберами з порожнистою насадкою.

Їх називають скрубери з порожнистими насадками. Скрубери з порожнистою насадкою - це

Поглинаюча рідина розпилюється зверху вниз за допомогою форсунок.

Це робиться за допомогою форсунок. Працює принцип протитечії.

Швидкість газового потоку в скрубери становить 1,0-1,5 м/с.

Ефективність очищення залежить від коефіцієнта змочування в обладнанні і може становити

Для частинок розміром більше 5 мкм ступінь уловлювання досягає 96-98%.

Для уловлювання частинок пилу, які важко змочуються, у воду додають такі агенти

У воду додають поверхнево-активні речовини. Скрубери призначені для уловлювання гарячих і холодних

холодних газів, що не містять кислот, хлору та інших шкідливих речовин,

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оскільки вони викидаються в атмосферу у вигляді туману разом з очищеним газом.

Застосовується для газів.

Таким чином, очищення димових газів на цементних заводах є важливим аспектом захисту навколишнього середовища.

Це важливий аспект захисту навколишнього середовища. Тверді частинки, що викидаються в атмосферу

Можуть мати негативний вплив на здоров'я людей і тварин та рослинність.

Також має негативний вплив на рослинність. Для зменшення викидів твердих частинок використовуються різні методи.

Електрофільтри, фільтри та циклони є методами очищення вихлопних газів.

Електрофільтри працюють за принципом електростатичного заряду.

Частинки притягуються до колектора.

Це ще один метод очищення відхідних газів на цементних заводах. Рукавні фільтри.

Найвища ефективність видалення частинок у порівнянні з рукавними фільтрами.

Найвища ефективність видалення частинок порівняно з імпульсними регенеративними фільтрами.

Однак вони мають недолік у високій вартості та енергоспоживанні.

Адже електрофільтри вимагають достатньої потужності. Це є дорого для підприємств цементної промисловості.

Фільтри помірно дорогі і мають високу ефективність уловлювання твердих частинок.

є високою. Однак, з точки зору технічного обслуговування і заміни фільтруючих елементів

більш вибагливі з точки зору заміни фільтруючих елементів.

Циклони є найдешевшими з розглянутих методів очищення відхідних газів.

Однак він має найнижчу ефективність уловлювання твердих частинок, що не перевищує 85% для дрібнодисперсних частинок

						Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і не перевищує 85% для дрібнодисперсних частинок. Крім того, циклони не можуть повністю очистити відпрацьовані гази від шкідливих речовин, таких як

не можуть бути повністю очищені [19-23].

Для підприємств з виробництва цементу технічні параметри та економічні показники

Циклон.

Циклон. Батарейні циклони видаляють тверді частинки та інші забруднювачі з відходів

та інші забруднювачі з відхідних газів з високим ступенем очищення. Його конструкція заснована на тому, що

Утворюється вихровий потік і відцентрова сила відокремлює тверді частинки від газу.

Відцентрова сила. Це забезпечує ефективне вловлювання пилу та інших забруднень з відпрацьованих газів.

Збір.

Мінімальні експлуатаційні витрати. Акумуляторні циклони прості в установці та експлуатації.

Простота в установці та експлуатації. Завдяки своїй конструкції.

Немає потреби в додаткових фільтрувальних матеріалах або хімікатах.

Зменшує витрати на технічне обслуговування та заміну миючих засобів.

Висока стійкість до абразивних матеріалів Виробництво цементу часто

Виробництво цементу часто пов'язане з виділенням абразивних частинок і відходів

пошкодження газоочисного обладнання. Акумуляторні циклони характеризуються

Високою стійкістю до стирання, оскільки немає рухомих частин, що контактують з газом, оскільки немає рухомих частин, що контактують з газом, оскільки немає рухомих частин, що

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Високою стійкістю до стирання, оскільки в них немає рухомих частин, що контактують з газом.

Енергоефективність. Батарейні циклони працюють за принципом гравітаційного осадження і не потребують значних енерговитрат для роботи.

Вони не потребують В результаті виходить енергоефективна система очищення відхідних газів, яка

Зниження енергоспоживання та експлуатаційних витрат.

Екологічна стійкість. Акумуляторні циклони є екологічно стійкою технологією.

Оскільки не використовуються хімічні речовини або фільтрувальні матеріали це екологічно чиста технологія, оскільки в ній не використовуються хімічні речовини або фільтрувальні матеріали. Акумуляторні циклони

Ефективно збирають тверді частинки без утворення вторинних відходів або шкідливих викидів.

Не утворюють відходів або шкідливих викидів.

2.3. Розрахунок ефективності очищення повітря



						Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика циклону ЦН 15-1000

Параметри	Характеристика
Ступінь очищення	96-98%
Продуктивність	11300м ³ /Год
Робочий тиск	500Па
Робоча температура	Від -40 до +40
Кут нахилу вихідного патрубку	15 ⁰
Швидкість потоку	2,5-4,0
Матеріал	Листова вуглецева сталь

Основним обладнанням для очищення пилових газів на заводах з виробництва цементу є одиночний циклон і акумуляторний циклон. У виробничій лінії необхідно враховувати особливості утворення пилових викидів. Особлива увага приділяється обладнанню для очищення в точці подрібнення частини сировини.

У місці, де цемент заливається в бункер транспортної лінії. Найбільш поширеним і використовуваним циклоном для будівельних матеріалів є циклон моделі ЦН 15-1000.

В Україні наявні потужні підприємства з виготовлення цементної продукції, саме підприємств ВАТ «Подільський цемент». Проаналізуємо середньостатистичні показники обсягів викидів та промислові потужності цементних підприємств України. 1. Об'єм відхідних газів – становить від 10000 до 15000 м³ /год. 2. Температура вихідних газів, які потрапляють до очисних установок на цементних виробництвах, може суттєво відрізнитися залежно від процесу виробництва та використовуваних технологій очищення. Однак, зазвичай температура вихідних газів на вході до очисних установок на цементних виробництвах коливається від 20 до 100 градусів Цельсія. 3.

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Запиленість вхідних газів – не перевищує 50 г/м³. На різних етапах виробництва запиленість може сягати від 1/20, грамів пилу до кубометру повітря, до 1/50 м³.
 4. Середній діаметр часток у відхідних газах – в середньому від 10 до 50 мкм.
 Розрахуємо ефективність вловлення пилу циклоном ЦН 15-1000.

Таблиця 2.4

Вихідні данні для розрахунку ефективності циклону ЦН 15-1000

Показники	Q, м ³ /с	ρ, кг/м ³	μ .10-6 , Па*с	dm, мкм	lgδч	Cвх, г/м ³	ρч, кг/м ³	η	ωоп, м/с	dt50, мкм	lgδтη
Значення	4,17	1,44	17,3	25	0,25	50	2600	0,8	3,5	6	0,283

Діаметр циклону розраховується за формулою, D:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * \omega_{оп}}} = \sqrt{\frac{4 * 4.17}{3.14 * 3.5}} = 1.2$$

За обраним діаметром циклону визначається фактична швидкість руху газу всередині циклону, ωр:

$$\omega_p = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} = \frac{4 * 4.17}{3.14 * 1.2^2} = 3.687 \text{ м/с}$$

Для перевірки результатів використовується умова $100 * [\omega_p - \omega_{оп} / \omega_{оп}] \leq 15\%$, при відхиленні більше 15% необхідно обрати іншу модель циклону:

$$100 \left| \frac{\omega_p - \omega_{оп}}{\omega_{оп}} \right| \leq 15\%$$

$$100 \left| \frac{3.687 - 3.5}{3.5} \right| \leq 5\% \text{ умова виконується}$$

Діаметр часток, які реально осідають з ефективністю 50% при робочих умовах (d50), визначається за допомогою формули, при ωоп = 3,5 м/с, ρчт = 1930 кг/м³, μт = 22,2×10-6 :

$$d50 = 6 * \sqrt{\frac{D}{0.6} * \frac{\rho_{чт}}{\rho} * \frac{\mu}{\mu_t} * \frac{\omega_{оп}}{\omega_p}}$$

$$d50 = 6 * \sqrt{\frac{1.2}{0.6} * \frac{1930}{1.44} * \frac{17.3}{22.2 \times 10^{-6}} * \frac{3.5}{3.687}} = 6288 \text{ мкм}$$

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$d_{50} = 6,288 \text{ мкм} < d_m = 25 \text{ мкм}$ – умова виконана

$$X = \frac{\lg\left(\frac{d_m}{d_{50}}\right)}{\sqrt{\lg^2 q_n + \lg^2 q_{\text{ч}}}}$$

$$X = \frac{\lg\left(\frac{25}{6,288}\right)}{\sqrt{0.283^2 + 0.25^2}} = 1.587$$

Значення нормальної функції розподілу $\Phi(X)$ визначається відносно величини параметра X . $\Phi(X)$ - це повний коефіцієнт очищення газу, виражений у відсотках. $\Phi(X)$ розраховуємо за формулою для $X > 0,6$:

$$\Phi(X) = 1 - \frac{1}{5.8 * X * 0.5} = 1 - \frac{1}{5.8 * 1.587 * 0.5} = 0.897$$

Ефективність очистки газу в циклоні розраховуємо за наступною формулою, η :

$$\eta = \frac{1 + \Phi(X)}{2} = \frac{1 + 0.897}{2} = 0.9485 (94.85\%)$$

Визначення коефіцієнта гідравлічного опору циклона:

$$\xi = K_1 * K_2 * \xi_{500} = 1 * 0.93 * 155 = 144.15$$

де K_1 - коригуючий коефіцієнт на діаметр циклона = 1

K_2 - коригуючий коефіцієнт на забрудненість газу = 0,93

ξ_{500} - коефіцієнт гідравлічного опору окремого циклона діаметром 500 мм = 155.

Обчислення гідравлічного опору циклона виконуються за формулою:

$$\Delta P = \xi * \frac{\rho * \omega^2 r}{2} = 144.15 * \frac{1.44 * 3.687^2}{2} = 1410.89 \text{ Па}$$

де ρ - щільність газу, кг/м^3 ,

ω - швидкість газу в циклоні, м/с .

Величину гідравлічного опору і об'ємний розхід (Q) очищеного газу визначають потужність (N) приводу пристрою для подачі газу до циклона

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{K3 * \Delta P * Q}{\eta_M * \eta_B} = \frac{1.2 * 1410 * 4.17}{0.8 * 0.8} = 11031.39 \text{ Вт}$$

Вихідну концентрацію газів вичислюємо за наступною формулою:

$$C_{вих} = C_{вх} \cdot (1 - \eta) = 50 \cdot (1 - 0.945) = 2.75 \text{ г/м}^3$$

В промисловій схемі очистки використовується 4 циклони, моделі ЦН15-1000. Тому, розрахуємо загальну ефективність батареї циклонів:

$$\eta_{заг} = 1 - (1 - \eta)^n = 1 - (1 - 0.945)^4 = 0.9991 (99.91\%)$$

Отже, за розрахунками, ефективність циклону ЦН15-1000 для очищення відхідних газів цементного підприємства становить 94.85%, а загальна ефективність батареї з 4 циклонів досягає 99.99.

						Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРИКЛАДІ КОНКРЕТНОГО ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДУ

3.1. Опис досліджуваного заводу (камянець подільській)

Кам'янець-Подільський цементний завод, розташований поблизу міста Кам'янець-Подільський. Підприємство знаходиться на відстані близько 8 км на північ від міста Кам'янець-Подільський, неподалік від села Гуменці і лежить у межах національного природного парку «Подільські Товтри». Будівництво якого розпочалося у 1966 році.

Перша продукція була випущена із конвеєра в 1970, в цей період було введено в експлуатацію першу технологічну лінію потужністю 600 000 тон на рік. Кам'янець-Подільський цементний завод (зараз ПАТ «Подільський Цемент») забезпечував потреби ринку в основному центральної України, де дефіцит цементу становив приблизно 2 млн тон в рік.

Друга технологічна лінія була здана в експлуатацію 30 серпня 1971 року, а 30 серпня 1972 та 25 серпня 1973 років були здані в експлуатацію, відповідно третя та четверта технологічні лінії. Завдяки чому потужність заводу досягла 2,4 тон на рік, запрацювало шість мокрих цементних печей.

Згодом було прийняте рішення розширити завод до шести технологічних ліній і збільшити потужність виробництва від 2,4 млн до 3,7 тон цементу на рік. Почавши будівельні роботи з 1974- 1975, це дало змогу здати в експлуатацію п'яту та шосту технологічні лінії. Та 1988 завод випустив свою рекордну кількість продукцію, понад 3 786 000 тон цементу. А 1990-х підприємство пережило стрімкий спад економіки, внаслідок чого втратило свою потужність.

ПАТ «Подільський цемент» в травні 1999 увійшов до складу міжнародної компанії з виробництва будівельних матеріалів GRH. На даний момент на підприємстві працювало чотири мокрі цементні печі. Після повної модернізації в 2008-2011 підприємства, було введено в експлуатацію сучасну лінію

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництва цементу екологічно-безпечним сухим методом, потужністю 2,2 млн тон клінкеру на рік. Вартість інвестицій склала 300 млн євро.

Зараз підприємство є одним із найпотужнішим виробником цементу в Європі. ПАТ «Подільський цемент» перший цементний завод, який приєднався до Кіотського протоколу в рамках проекту спільного впровадження ООН. Використовуючи цемент підприємства були споруджені: Запорізька і Хмельницька АЕС, Дніпровська каскад ГЕС, об'єкт «Саркофаг» Чорнобильської АЕС, Київський метрополітен, та інші об'єкти державного значення.

3.2. Впроваджені технології захисту навколишнього середовища

Організаційні та технічні заходи необхідні для запобігання викидів забруднюючих речовин в атмосферу.

Це необхідно для запобігання викидів забруднюючих речовин в атмосферу.

Технічні заходи - це заходи, спрямовані на очищення атмосфери, які реалізуються різними способами. Організаційні заходи - це заходи, які спрямовані на запобігання викидів без очищення.

Сьогодні до якості та ступеня очищення викидів в атмосферу пред'являються високі вимоги. Для того, щоб відповідати цим вимогам, необхідно

використовувати обладнання та технологічні процеси, які забезпечують нейтралізацію небезпечних речовин, що утворюються, зменшення або усунення викидів небезпечних речовин та контроль за викидами небезпечних речовин.

Необхідно використовувати обладнання та технологічні процеси, які зменшують або виключають викиди небезпечних речовин.

Також необхідно використовувати енергетичне та виробниче обладнання, яке мінімізує викиди небезпечних речовин.

Небезпечні речовини потрібно використовувати в мінімальних кількостях.

						Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежно від методу очищення їх можна розділити на такі групи:

викиди обробляються газоподібними токсичними речовинами (CO₂, NO₂, SO₂, SO₃ тощо) з викидів.

Зменшити забруднення від вихлопних газів від обладнання.

Зменшити забруднення від газоподібних викидів обладнання;

Зменшити викиди під час вантажних перевезень, вантажно-розвантажувальних робіт.

Зменшити викиди;

Усунути пилові та аерозольні викиди небезпечних речовин.

Існують також методи очищення викидів небезпечних речовин в атмосферу:

- Хімічні

- Фізичні

- Механічні

- Фізико-хімічні;

- Існують

Хімічні методи включають відновлення, окислення, термічне окислення, нейтралізацію та каталіз,

нейтралізація, каталіз тощо.

Фізичні методи включають конденсацію, охолодження, кристалізацію, електростатичні поля, електричні поля і каталіз.

Кристалізація, електростатичні та електричні поля,

Абсорбція шкідливих речовин.

Механічні методи включають принципи гравітації, інерції, сепарації, дифузії та відцентрової сепарації.

Фізико-хімічні методи базуються на принципах абсорбції, адсорбції, флоатації, хемосорбції, флоатації, флоатації та хемосорбції, засновані на принципах хемосорбції, флоатації, коагуляції тощо.

Комбіновані методи - це поєднання всіх груп методів, очищення викидів.

									Арк.
									38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Вибір відповідного методу залежить від кількості димових газів та їх складу.

Для очищення газів, що викидаються, від крупнодисперсного пилу обирають такі методи

Механічні методи. Цей метод використовує силу тяжіння, інерцію або відцентрову силу для відділення пилу.

Враховуйте кількість, природу та розмір частинок пилу,

Системи пиловловлювання можуть бути обрані з урахуванням наявності або відсутності водяної пари і швидкості газового потоку.

Системи пиловловлювання можуть бути обрані. Сухі та вологі. Тому що.

Тому що зібраний пил можна повернути у виробничий процес, а з економічної точки зору сухий тип є кращим. Мокрий тип вимагає більше матеріалу

виробляється водної суспензії, а отже, є більш витратним.

Недоліком сухого типу пиловловлювання є невелика кількість пилу, що викидається з димовими газами.

Перевагами сухого пиловловлювання є те, що викиди пилу з димових газів невеликі і забезпечується високий ступінь очищення.

Сухе механічне пиловловлювання може бути досягнуто за допомогою механічних та електричних фільтрів, циклонних сепараторів і відстійних камер (гази, що містять грубі частинки від 50 мікрон до понад 500 мікрон).

Осаджені частинки пилу контактують з поверхнею рідини і газ, що містить пил, тече разом з рідиною і видаляється з обладнання.

Процес мокрого пиловловлювання. Під дією сил інерційного та броунівського руху і частинки пилу осідають на рідину за рахунок сил інерції та броунівського руху.

Сили інерції залежать від крапель, маси частинок і швидкості, з якою вони рухаються.

Вони залежать від Частинки пилу оминають краплину, коли наближаються до неї, і не затримуються рідиною.

									Арк.
									39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Частинки дрібні (менше 1 мікрона) і не затримуються рідиною.
(менше 1 мікрона) і тому не мають достатньої кінетичної енергії.
Малі частинки також мають броунівський рух. Тому.

Частинки можна очистити від домішок з високою ефективністю, якщо зменшити швидкість газового потоку в апараті.

Висока ефективність очищення частинок від домішок.

Процеси випаровування і конденсації також мають значний вплив на осадження,

турбулентну дифузію і взаємодію заряджених частинок.

Важливим фактором у мокрих пиловловлювачах є змочування частинок рідиною.

В роботі показано, що змочуваність. Чим краще змочуваність, тим ефективніше процес очищення.

3.3. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Охорона праці-це система заходів і засобів, спрямованих на підтримку працездатності протягом життя, здоров'я і функціональних можливостей людини.

Для захисту робочої сили цементної промисловості, необхідно дотримуватися правил і рекомендації. Зрештою, найголовніше-забезпечити безпеку життя при використанні газу, що відходить.

В процесі виробництва цементу утворюється відходить газ містить: шкідливі речовини, які негативно впливають на здоров'я людини. Неважно З методів очищення вихлопних газів необхідно дотримуватися правил екологічної безпеки та охорони праці. Можливе отруєння вихлопними газами Небезпека потрапляння газу, пилу і опіків в процесі очищення вихлопних газів Це пов'язано з високими температурами.

Поводження з відходами повинно забезпечувати захист

Дотримання норм охорони здоров'я працівників та охорони навколишнього середовища. Але вам потрібно дотримуватися деяких заходів:

						Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до вимог Закону Про безпеку праці та промисловості з метою гігієни необхідно забезпечити всіх працівників необхідним захистом:

спецодягом,
масками,
окулярами,
рукавицями і т. д.

Для зниження ризику отруєння вихлопними газами і пилом.

Керівництво робочим місцем на предмет дотримання вимог охорони праці

Для здійснення викладання перевірок фахівців з охорони праці та забезпечити всі робочі інструкції з правил безпечної роботи та захисту.

Забезпечувати своєчасне технічне обслуговування та ремонт обладнання для забезпечення безперебійної роботи та запобігання нещасних випадків.

На додаток до проведення регулярного навчання, управління знаннями з охорони праці

Для співробітників.

Державний нормативний документ України, що регулює це питання

Охорона праці в цементній промисловості включає в себе:

1. Трудове законодавство України;
2. Закон України "Про охорону праці";
3. Наказ Міністерства охорони здоров'я України "Про затвердження

Правила внутрішнього трудового розпорядку на підприємствах, в установах і конторах

Організація " (№222 від 04/05/2005);

4. Наказ Міністерства охорони здоров'я України "Про затвердження Правил техніки безпеки при виробництві цементу " (№87 від 16.05.2003)[39].

Крім того, на підприємствах цементної промисловості діють внутрішні нормативні документи, що регулюють питання охорони праці. Отакий

Метод: Правила внутрішнього розпорядку і техніки безпеки при роботі Обладнання.

						Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робота з підприємствами з виробництва цементу завжди пов'язана з певними ризиками і небезпеками, пов'язаними з особливостями виробничого процесу.

Використанням певного обладнання, тобто.:

1. У цементному цеху висока запиленість, яка може чинити негативний вплив на здоров'я працівників. Вдихання цементного пилу може спричинити проблеми з диханням, подразнення дихальних шляхів та алергічні реакції. Регулярний контакт з пилом може привести до розвитку хронічних захворювання легенів, такі як силікоз.

2. Цементний завод використовує великі та вибагливі

Обладнання для технічного обслуговування, таке як печі, подрібнювачі, млини та конвеєрні лінії.

Неналежне використання робочого місця або неналежна організація можуть призвести до нещасних випадків на виробництві.

3. Небезпека, пов'язана з легкозаймистими речовинами і вибухами, може бути присутнім на декількох етапах виробництва цементу. Неправильне зберігання та поводження з ними матеріал може спричинити пожежі та вибухи та становить серйозну загрозу для життя і здоров'я співробітників.

4. Виробництво цементу пов'язане з використанням хімічних речовин.,

Таких як розчинники, кислоти і луги. Прямий контакт з цими речовинами або вдихання пари може привести до отруєння, подразнення шкіри, в тому числі очей. Викликає алергічні реакції не тільки в дихальних шляхах.

5. У процесі виробництва на цементному заводі можуть знадобитися важкі предмети. Фізичні навантаження, такі як підняття важких предметів, ручна робота з матеріалами при високих температурах. Це може бути причиною перевантаження м'язів і суглобів, поява механічних пошкоджень і теплових вогнище. На підприємствах з виробництва цементу важливо дотримуватися Дотримуватися заходів безпеки і чітко виконувати дії з управління небезпечними ситуаціями.

						Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нижче наведені дії щодо запобігання виникнення надзвичайних ситуацій та дії під час них.

По-перше, повинна бути проведена перевірка засобів індивідуального захисту. Співробітники повинні

регулярно перевіряйте та використовуйте необхідні засоби індивідуального захисту, такі як захисні окуляри, маска, відповідний захисний одяг та взуття. Це допоможе захистити їх від можливих небезпечних речовин, пилу та інших шкідливих впливів.

Ефект.

По-друге, під час пожежі повинен бути передбачений план дій. На випадок пожежі

Співробітники повинні негайно повідомити пожежну охорону та активувати її. Їм також необхідно вжити заходів для своєї безпеки,

використовуючи доступні засоби, наприклад, швидко покинути небезпечну зону. Вогнегасники та заходи щодо запобігання пожежі, включаючи первинну пожежу, матеріали і джерела загоряння.

Далі, план евакуації. Співробітники повинні бути знайомі з процедури евакуації і виходи в разі виникнення небезпечної ситуації. Це включає знання маршруту Евакуації, пунктів збору та використання попереджувальних панелей та інших засобів для вказівки шляху до безпечного виходу.

Створення системи зв'язку. Процедури забезпечення безпеки повинні бути чіткими, можливість спілкуватися не тільки з усіма співробітниками, а й зв'язатися з належне обслуговування в разі небезпеки або необхідності в допомозі.

Крім того, огляд і технічне обслуговування обладнання є обов'язковими:

Регулярний огляд і технічне обслуговування обладнання важливі,

з точки зору безпеки. Співробітник повинен знати процедуру перевірки,

технічного обслуговування та ремонту обладнання, а також негайно повідомляти про будь-які відхилення або несправності.

						Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Співробітники повинні бути знайомі з плануванням реагування на надзвичайні ситуації.

Такі ситуації, як вибух, витік хімічних речовин, відмова обладнання і т.д.

Це допомагає уникнути паніки та взяти відповідних заходів для захисту

Враховують всі ризики та небезпечні ситуації, які можуть виникнути

під час виробничої діяльності необхідно створити систему охорони праці.

Цементний завод для забезпечення безпечних умов праці.

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

У дипломній роботі розглянуто проблему очищення відхідних газів у цементній промисловості.

У роботі розглянуто проблему очищення відхідних газів у цементній промисловості. На сьогоднішній день цементна промисловість є однією з найважливіших галузей постачання будівельних матеріалів в Україні.

Цементна промисловість - одна з найважливіших галузей забезпечення України будівельними матеріалами - почала свій розвиток у 1896 році.

Цементна промисловість почала свій розвиток у 1896 році. Цемент.

Видобуток сировини поширений по всій території України, а компанії ВАТ "Балцем", ВАТ "Подільський цемент", ВАТ "Криворіжсталь", ВАТ "Кривий Ріг.

Цемент".

У цьому документі описано процес виробництва цементу та характер викидів.

Існують різні методи виробництва цементу.

Основними є сухий, мокрий та комбінований способи. Кожен спосіб має свої особливості, виробничі процеси, переваги та недоліки. Методи виробництва цементу

Вибір методу виробництва цементу залежить від різних факторів, таких як характеристики сировини, доступність ресурсів, потреби в енергії та вимоги до якості.

Вибір методу виробництва цементу залежить від різних факторів, таких як властивості сировини, доступність ресурсів, енергетичні вимоги, вимоги до якості та якість продукту.

Наприклад, вимоги до якості продукту. Кожен метод має свої переваги та недоліки.

Вибір повинен ґрунтуватися на конкретних умовах і вимогах виробництва цементу.

						Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електрофільтри працюють за принципом електростатичного заряду твердих частинок.

Принцип полягає в тому, що вони притягуються до пиловловлювача, що є ще однією роллю очищувачів відхідних газів на цементних заводах.

Це система очищення відхідних газів на цементних заводах. Електрофільтр у порівнянні з рукавними фільтрами.

У порівнянні з рукавними фільтрами з імпульсною регенерацією, вони мають найвищу швидкість уловлювання частинок.

Однак вони також мають такі недоліки, як висока вартість і енергоспоживання. Це є потенційно дорогим для компаній, що працюють у цементній промисловості. Фільтри мають середню вартість та забезпечують високу ефективність вловлювання твердих частинок. Хоча вони більш вибагливі в обслуговуванні та заміні елементів фільтруванні.

Циклони мають найнижчу вартість серед розглянутих методів очистки відхідних газів, але їхня ефективність вловлювання твердих частинок найменша та не перевищує 85% для тонкодисперсних частинок. Крім того, циклони не забезпечують повної очистки відхідних газів від шкідливих речовин, таких як SO_x та NO_x.

Для підприємств з виробництва цементу найбільш відповідними до технічних параметрів та економічної ефективності – є одиночні та батарейні циклони. Батарейний циклон забезпечує високий рівень збору твердих частинок та інших забруднень з відхідних газів. Його конструкція передбачає формування вихрового потоку, що сприяє розділенню твердих частинок від газу шляхом дії центробіжної сили. Це дозволяє ефективно збирати пил та інші забруднення, що містяться в відхідних газах.

До основних переваг використання циклонів належать: мінімальні експлуатаційні витрати, висока стійкість до абразивних матеріалів, енергоефективність, екологічна стійкість. Була створена схема промислової очистки для сухого методу виробництва цементу. Для вузла очистки був обраний циклон моделі ЦН15-1000.

						Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В розділі 2 були проведені розрахунки апарату.

Загальна ефективність очистки батареї циклонів становить – 99,9%.

В розділі 3 описані основні нормативні документи, які регулюють питання охорони праці на цементній промисловості. Також, були описані основні ризики для працівників під час роботи на цементних підприємствах

						Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ГОСТ 17.2.4.06-90. Охорона природи. Атмосфера. Методи визначення тиску та температури газопилових потоків, що відходять від стаціонарних джерел забруднення. - Введ. 1991-01-01. - К.: Вид-во стандартів, 2000. - 14 с.
2. Саєнко О. Переваги та недоліки фільтрування газів /О. Саєнко. – URL: https://zaxid.net/perewagi ta nedoliki filtruvannya gaziv_n1323943 , вільний (дата звернення: 25.03.2024).
3. Савіцька, І.О. та Грицюк, Ю.І., Львівський ДУ БЖД. "Проблеми вловлювання цементного пилу на промислових об'єктах." URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2011/21_7/74_Saw.pdf
4. Принципи стратегії сталого розвитку в цементній промисловості / Т.М. Круць, І.М. Гев'юк, М.А. Саницький, Т.П. Кропивницька // Буд. мат. і вир. – 2015. – № 3. – С. 14-1 17.
5. Іванов В.В. та ін. «Очистка відходних газів промислових підприємств». Вісник Приазовського державного технічного університету, 2014. С. 141-146. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpdtu_2014_24_27/ .
6. Жовнір Є.П. та ін. «Повітряне середовище: проблеми і шляхи вирішення». Збірник наукових праць НТУ «ХПІ», 2016. С. 199-204. URL: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPIPress/30855/1/2016_Zhovnir_Povitri_a_ne_seredovysche.pdf .
7. Гончаров О.І., Дроздов І.В. та ін. «Дослідження процесу очищення відходних газів від пилу цементного виробництва від камерних пиловловлювачів з гладкими стінками». Вісник Одеського національного університету. Серія: Хімія, 2015. С. 100-107. URL: <https://visnykonu.od.ua/index.php/chem/article/view/1229> .
8. Кармазіна В.М. та ін. «Дослідження роботи пиловловлювача цементної фабрики з періодичною регенерацією». Вісник національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

						Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Інженерна екологія. В. В. Снітинський, О. Т. Мазурак, М. А. Саницький, А. В. Мазурак.: навч. посіб. Львів, 2010. 375 с.

10. Сталій розвиток: звіти зі сталого розвитку. URL : https://www.dyckerhoff.com.ua/sustainability_reports .

11. Сухарєв С.М., Чундак С.Ю., Сухарєва О.Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: навчальний посібник. Львів: Новий Світ-2000.

12. Саєнко О. Переваги та недоліки фільтрування газів /О. Саєнко. – URL: https://zaxid.net/perewagi_ta_nedoliki_filtruvannya_gaziv_n1323943 , вільний (дата звернення: 25.03.2024).

13. Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, вико- ристання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки // Відомості Верховної Ради (ВВР), 1998. – № 38-39. – 248 с. [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.esopra-vo.org.ua/2006/06/29/proosnovn-naprjami-derzhavno-poltiki-ukrani-u-galuz-oxoroni-dovkllja-viko-ristannjaprirodnix-resursv-ta-zabezpechennja-ekologchno-bezpeki/> .

14. Закон України «Про охорону праці» // (ВВР), 1992, № 49, ст.668). – 2022. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>.

15. Розрахунок продуктивності, ефективності пиловловлення та гідравлічного опору циклонів // Металлум. – 2023. – URL: <https://www.metallum.com.ua/ua/blog/czikloni/rozrachunok-produktivnost%D1%96,-efektivnost%D1%96-pilovlovlennya-ta-g%D1%96drav1%D1%96chnogo-oporucziklon%D1%96v> .

16. Державний стандарт України ДСТУ Б В.2.7-46-96. Цементи загальнобудівельного призначення. К.: Держкоммістобудування, 1996. 16 с

						Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		