

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності 183 “Технології захисту навколишнього середовища”

Тема: Інноваційні технології очищення відхідних газів ливарного виробництва

Завідувач кафедри Пляцук Л.Д. _____
(підпис)

Керівник роботи Гурець Л. Л. _____
(підпис)

Консультант
з охорони праці Фалько В. В. _____
(підпис)

Виконавець
студент групи
ТС.М–22 Івасенко Д. В. _____
(підпис)

Суми 2023

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою _____
“ _____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА
Івасенко Дмитра Володимировича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Інноваційні технології очищення відхідних газів ливарного виробництва затверджена наказом по університету від “21” листопада 2023 р. № 1315-VI
2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 25 грудня 2023 року
3. Вихідні дані до проекту (роботи) технологічний регламент ливарного цеху, параметри газозового потоку,
4. Зміст розрахунково–пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) інноваційні аспекти в галузі технологій захисту навколишнього середовища; зважені частки, основні властивості, джерела їх утворення; основні фізико-хімічні властивості зважених часток; джерела утворення зважених часток; устаткування для очищення повітря в ливарних цехах; проектування вентиляційних систем; джерела пило та газовиділення в ливарних цехах; метод плазмової газифікації побутових відходів; газоочистка рукавним фільтром ФРІ-1250 - 01 на машинобудівному підприємстві ; очищення газів дугових електросталеплавильних печей; обґрунтування вибору рукавного фільтра типу ФРІ - 1250 – 01; охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень) Гранично допустимі концентрації газів, парів і пилу в повітрі робочої зони ливарного цеху, Усереднені характеристики пиловловлювачів, основні технічні параметри рукавного фільтра ФРІ - 1250 – 01, Характеристика рукавного фільтра типу ФРІ

6 Консультанти по проекту (роботі), із значенням розділів проекту, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Фалько В. В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Літературний огляд за досліджуваною проблематикою	Вересень 2023 р.	
2	Основні методи збору та зберігання ТПВ, утилізація та способи переробки ТПВ	Жовтень 2023 р.	
3	Визначення ефективності реалізації проекту введення роздільного збору по м. Суми, 2-х контейнерна схема збору ТПВ	Жовтень-листопад 2023 р.	
4	Складування та переробки твердих побутових відходів	Листопад 2023 р.	
5	Робота над розділом «Охорона праці»	Грудень 2023 р.	
6	Оформлення роботи	Грудень 2023 р.	

7 Дата видачі завдання

25.09.2023 року

Студент

Д. В. Івасенко

Керівник проекту

Л. Л. Гурець

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел, який містить 39 найменування. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 81 с., у тому числі 7 таблиць, 8 рисунків, перелік використаних джерел.

Мета роботи – зниження антропогенного навантаження на навколишнє середовище за рахунок модернізації системи очищення промислових газів в умовах ливарного виробництва.

Для досягнення зазначеної мети, у роботі були поставлені та виконані такі завдання:

1) розглянути екологічні аспекти проблеми функціонування ливарного виробництва;

2) дослідити методи полиуловлювання газових викидів;

3) розробити високоефективну систему очищення газів електросталеплавильного виробництва;

4)- оцінити основні техніко-економічні показники розробленої системи газоочищення газів електросталеплавильного виробництва.

Об'єкт дослідження – ділянка газоочистки ливарного цеху.

Предметом дослідження є система очищення газів, що відходять від ливарної печі.

Методи дослідження. Основними методами дослідження у даній роботі є літературний пошук, методи порівняння, розрахунку, узагальнення, аналізу.

Ключові слова: ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ГАЗІВ, ВІДХІДНІ ГАЗИ, ЕЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНИЙ ПРОЦЕС, ЕКОЛОГІЯ, РУКАВНИЙ ФІЛЬТР.

РОЗДІЛ 1 ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ В ГАЛУЗІ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

1.1 Інноваційний розвиток – основа сталого розвитку та збереження на його засадах навколишнього середовища

Кількість газу, що надходить на очищення, залежить від способу його відводу від електропечі. Для уловлювання та відведення газів, що виділяються від електропечей, застосовують:

1. Ліхтарі або витяжні шахти на даху цеху, через які потрапивший в цех газ видаляється природним шляхом. У деяких випадках для поліпшення загальнообмінної вентиляції в шахтах або на даху пічних прольотів встановлюють вентилятори. При такому методі відводу газ спочатку потрапляє в цех, забруднює його атмосферу, а потім видаляється з цеху в неочищеному від пилу вигляді. Велика частина крупного пилу осідає у виробничих приміщеннях. За санітарними умовами і техніці безпеки такий метод відводу газу неприйнятний.

2. Установку над електропеччю зонта (рис. 1.1, а) повністю перекриваючого в плані склепіння печі. У конструкції зонта 9 передбачений спеціальний ковпак 8 над завантажувальним вікном печі, призначений для уловлювання газу. У верхній частині зонта є отвори для пропускання електродів. Під час випуску сталі з печі зонт відводять убік. У процесі роботи печі в живому перетині зонта за допомогою димососа створюється розрідження, що дозволяє вловлювати з печі газ, що виділяється. Разом з газом в зонт з цеху підсмоктується повітря, в результаті чого об'єм газу надходить на газоочистку, різко зростає. Тому пристрій зонта над електропеччю вимагає установки газоочистки і димососів великої продуктивності. При відсмоктуванні через зонт не вся кількість газу, що виділяється з печі потрапляє до зонта. Частина запиленого газу проникає в будівлю цеху, забруднюючи його, а потім при виході через ліхтар викликає забруднення

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

Арк
8

атмосфери.

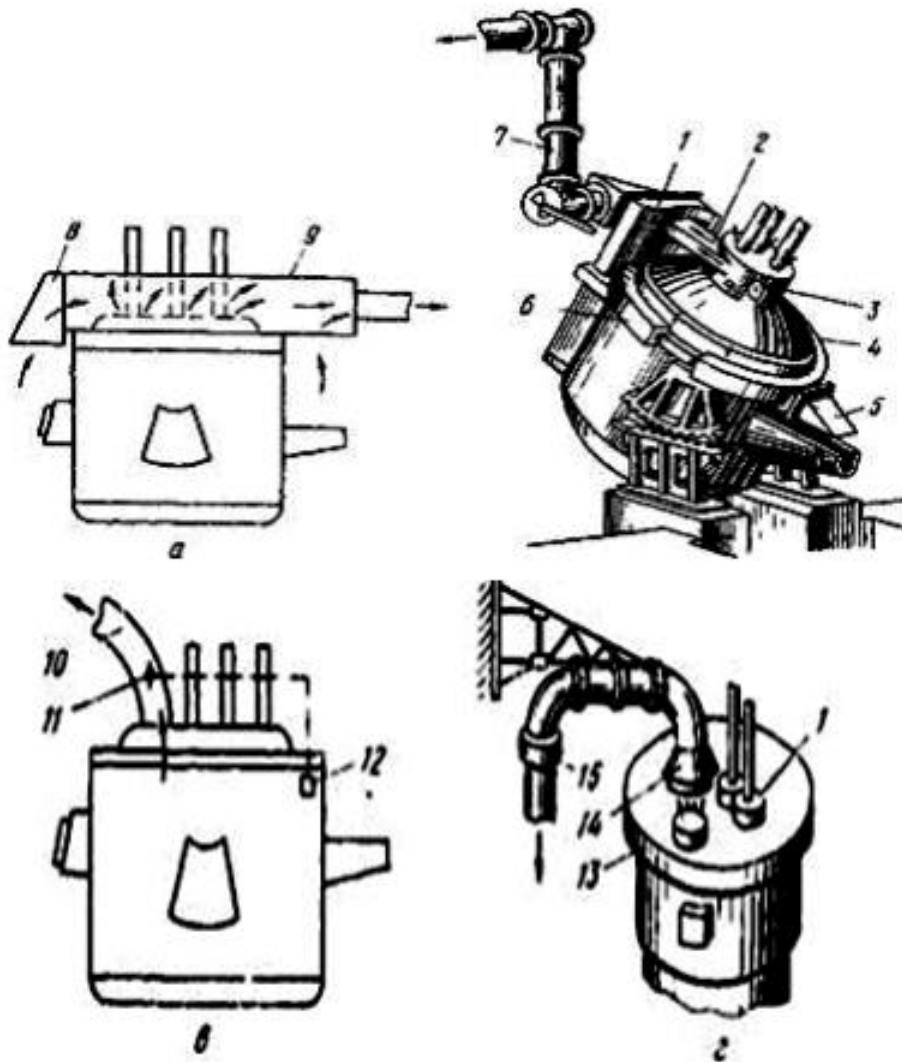


Рисунок 1.1 – Методи відведення газу від печей

а – через зонт; б – секційне відсмоктування; в – із зводу печі; г – із зводу печі через патрубок з розривом

3. Секційне відсмоктування (рис, 1.1, б) являє собою удосконалене укриття. Воно складається з декількох секцій, приєднаних до витяжного газопроводу за допомогою двох шарнірного телескопічного патрубку 7. Газ, що виходить через зазори між електродами і зводом печі, віддаляється через відсмоктувачі 2 і 3. Кільцеве відсмоктування 6 з укриттям 4 служить для уловлювання газу, що

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510303

вибивається через нещільності в місці з'єднання склепіння та корпусу печі. Над жолобом печі влаштований зонт 5.

Всі ці відсмоктувачі об'єднані збіркою газу 1, приєднаною до патрубка 7. При відсмоктуванні газу через робочий перетин зонти зі швидкістю не менше 2 м/с або через секційне відсмоктування продуктивність газоочистки і димососа приймають залежно від ємності печі.

При застосуванні кисню об'єм відсмоктуючого газу збільшується приблизно на 60%. На практиці застосовують зонти і відсмоктувачі різних конструкцій. Проте всі вони не забезпечують повного уловлювання та відведення газу, що виділяється з електропечі, особливо під час подачі у ванну кисню, і частина газу проникає в цех. Внаслідок великої кількості відсмоктуючого газу і громіздкості зонти і відсмоктувачів їх встановлюють на електропечах ємністю до 12 т. При підсмоктуванні повітря в зонт або секційне відсмоктування наявний в газі окис вуглецю повністю або в більшій частині згоряє.

4. Відхід газу безпосередньо з склепіння печі (рис. 1.1, в). У зводі печі роблять спеціальний отвір, через який за допомогою водоохолоджуваного патрубка 10, з'єданого шарнірно з газовідвідним газопроводом, відсмоктують газ, що утворюється в процесі плавки сталі. При цьому під склепінням печі створюють розрідження 4,5-13 Па, яке виключає вибивання газу через нещільності печі. У деяких випадках в печі створюють невеликий надлишковий тиск 5-30 Па, при якому створюється відновна атмосфера. При розрідженні в печі підсмоктувальне повітря окисляє закис заліза до вищих оксидів, які не запалюються. Надлишковий тиск у печі виключає підсмоктування повітря і можливість вибухів газу і ударів в її робочому просторі.

Кількість газу, що видаляється регулюють спеціальною засувкою 11, з'єднаною з датчиком автоматичного регулювання 12, працюючим в залежності від зміни температури в печі. Газовідвідний патрубок зазвичай встановлюють близько завантажувального вікна. При такому розташуванні патрубка підсмоктувальне повітря не поширюється по всьому об'єму печі

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

надає невеликий вплив на охолодження металу. У великовантажних печах іноді виконують два - три здовгових патрубків.

При такому методі відводу газу перед подачею його на газоочистку СО дожигають в спеціальній камері. Для запобігання вибивання газу з печі через отвори для електродів зазори між електродами і склепінням печі закривають спеціальними ущільнювачами.

5. Відведення газу з склепіння печі через патрубків з розривом (рис. 1.1, г). При цьому газовідвідний патрубків 13 розташовують на відстані 20-50 мм від стаціонарно встановленої приймальної воронки 14 або приймального патрубків. Вихідний з печі струмінь газу підсмоктує, навколишнє повітря, в результаті чого обсяг суміші збільшується приблизно в шість разів. Окис вуглецю, що міститься в газі допалюють, в спеціальній камері в атмосфері повітря, що відсмоктується, після чого газ прямує в систему газоочистки. Такий метод відводу газу безпечний і зручний, оскільки шарнірне з'єднання 15 трубопроводу дає можливість відводити воронку перед нахилом електропечі.

У цехах з великовантажними дуговими електропечами вловлюють, піддають очищенню газ, що проникає в будівлю цеху. Для цього встановлюють зонти, в яких за допомогою димососа створюють розрідження, що сприяє захопленню газу [1].

1.2 Інноваційні технології захисту навколишнього середовища

Електропечі невеликої ємності застосовують в основному в сталеливарних цехах. Для вловлювання запиленого газу над електропечі встановлюють зонти або використовують бортові відсмоктування. В електросталеплавильних цехах металургійних заводів діють в основному великовантажні печі (25 т і більше). Від них запилений газ видаляють через патрубків і склепіння печі. Крім того, у нових цехах вловлюють і піддають очищенню так звані неорганізовані викиди, тобто

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

Арк

11

гази, які потрапили в цех в період заливки чавуну, завалювання шихти і випуску сталі.

Очистку газів від електросталеплавильних печей здійснюють мокрим способом у швидкісних пиловловлювачах з високонапірними трубами Вентурі і сухим способом в пластинчастих електрофільтрах або тканинних рукавних фільтрах. Перевагу віддають очищенні газів в електрофільтрі як найбільш ефективного способу з найменшими експлуатаційними витратами.

За схемами, наведеними на рис. 1.2-1.4, побудовані газоочистки 100- і 200-т електропечей на ряді заводів. Газ відводять від печі 1 через водоохолоджуваний патрубок, розташований у зводі печі. Між патрубком 2 і газовідвідним трубопроводом є повітряний зазор, який дає можливість регулювати кількість відсмоктувального газу і нахилити піч. Величину цього зазору регулюють муфтою 5, яка може переміщатися за допомогою електроприводу. Після дожигання окис вуглецю в камері 3 газ охолоджують в пристрої 4. Спалювання та охолодження газу здійснюють атмосферним повітрям, яке надходить у камеру допалювання через клапан 6, а в камеру охолодження через клапан 7. Далі газ відводять в систему газоочистки по газопроводу, забезпеченому клапаном 10, яким регулюють кількість газу. У покрівлі під ліхтарем встановлений зонт 8, через який видаляють неорганізовані викиди. Кількість відсмоктаного газу регулюється за допомогою клапана 9. Схеми очищення газів, що видаляються безпосередньо з печі через підліхтаревий зонт, можуть бути роздільними або поєднаними.

На Донецькому металургійному заводі для очищення газів, що відводяться від 100-т електропечі, використовується мокра газоочистка з трубами Вентурі, а неорганізовані викиди очищаються в сухих електрофільтрах типу УГ (рис. 1.2). Газ, що відводиться від печі пропускають через прямокутну трубу Вентурі 12 з регульованим перетином горловини, де пил коагулює. Укрупнений пил очищається в інерційному пило- та бризговловлювачі 13, а потім у відцентровому скрубєрі 14. Очищений газ за допомогою димососа 15 викидається через димову

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

трубу. Таким чином видаляються неорганізовані викиди після очищення в сухому пластинчастому електрофільтрі 11.

На Кузнецькому металургійному комбінаті застосовують поєднану схему очищення технологічних і неорганізованих викидів в сухому

пластинчастому електрофільтрі (рис. 1.3). На Узбецькому металургійному заводі по поєднанюю схемою газ очищають в рукавних фільтрах 16 (рис. 1.4)

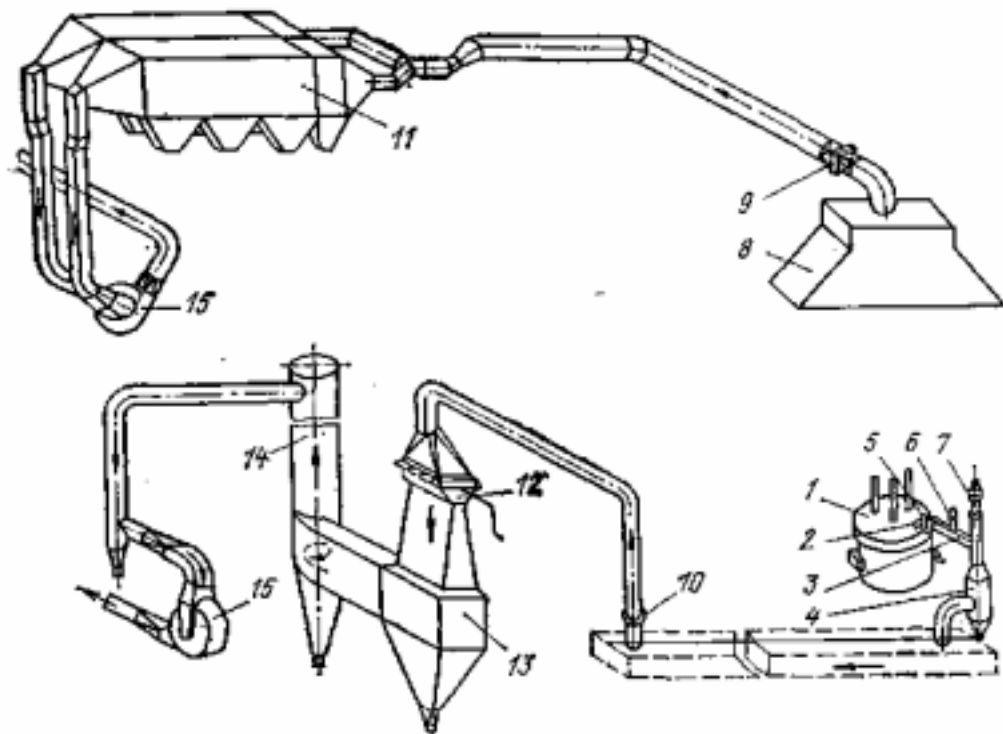


Рисунок 1.2 – Схема роздільного очищення газів, що відводяться від електропечі і через підліхтарний зонт

1 – піч 2 – водоохолоджувальний патрубок; 3 – камера для допалювання оксиду вуглецю; 4 – пристрій для охолодження газу; 5 – муфта газовідсмоктування рухома; 6, 7 – клапани підсосу атмосферного повітря; 8 – витяжний зонт; 9, 10 – регулювальні клапана; 11 – сухий електрофільтр; 12 – прямокутна труба Вентурі; 13 – інерційний пило - і краплевловлювач; 14 – відцентровий скруббер; 15 – димотяг

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510303

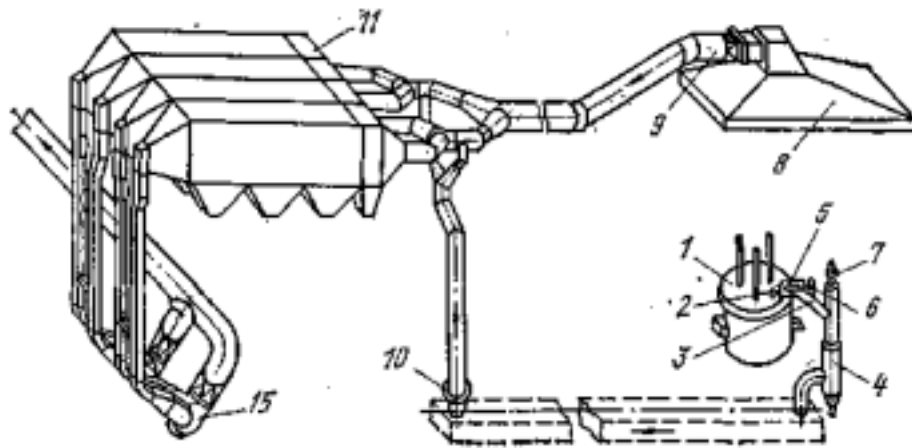


Рисунок 1.3 – Схема сумісного очищення газів в сухому електрофільтрі.

1 – піч; 2 – водоохолоджувальний патрубков; 3 – камера для допалювання оксиду вуглецю; 4 – пристрій для охолодження газу; 5 – муфта газовідсмоктування рухома; 6, 7 – клапани підсосу атмосферного повітря; 8 – витяжний зонт; 9, 10 – регулювальні клапана; 11 – сухий пластинчастий електрофільтр; 15 – димотяг

У період заправки, завантаження печі і зливу металу в ківш, коли електропіч відключена, проводять очищення тільки неорганізованих викидів, що видаляються через зонт. Мокрі швидкості пиловловлювачі з трубами Вентурі і електрофільтри працюють задовільно. У фільтрах типу СМЦ-101- Ш, рукава зроблені з лавсанової тканини. Як показала практика, вони неміцні і швидко виходять з ладу. Крім того викликає великі труднощі боротьба з підсосом повітря через нещільності в конструкції фільтра. У зарубіжній практиці для рукавних фільтрів використовують тканини з синтетичних поліефірних, поліамідних та інших матеріалів. У зв'язку зі значним розведенням газів, що досягають даху вхідний отвір витяжного накриття прагнуть встановлювати якомога ближче до печі. Однак можливість зменшення відстані між парасолькою і піччю обмежена необхідністю простору для ходу крана, зняття зводу, нахилу печі і т.д. Питомі обсяги відсмоктувальних газів, а також розміри і форми зонтів залежать від ємності і числа печей, геометричних розмірів прольотів. Необхідно, щоб в робочому перетині зонтів швидкість всмоктування газу була більше, ніж

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510303

У системах очищення димових газів ЕП передбачена можливість оперативного перемикання газоочисток в разі аварійної зупинки однієї з газоочисток. Для цього газоходи «брудного» газу перед трубами Вентурі з'єднані між собою додатковими повітроводами. За допомогою додатково встановлених дросель-клапанів можна проводити відбір технологічних газів газоочисткою непрацюючої печі.

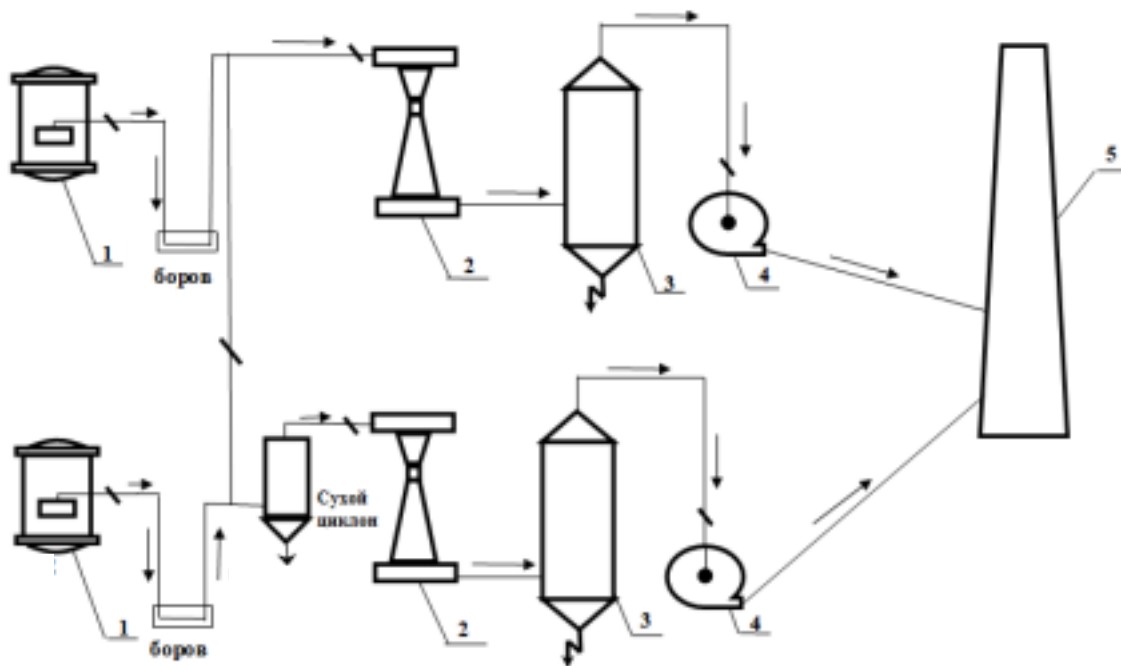


Рисунок 1.5 – Принципова схема газоочисток від електропечі

1 – електродугова піч; 2 – труба Вентурі; 3 – циклон-краплевловлювач; 4 – вентилятор ВМ-75/1200-У; 5 – димова труба; 6 – дросель – клапан

Переваги газоочистки мокрого типу полягає в простоті конструкції, можливості використання при високій температурі і підвищеній вологості газів, уловлюванні разом із зваженими твердими частинками пари і газоподібних компонентів, а також в тому, що уловлювання і виділення пилу можна територіально розділити, а в рукавних і електрофільтрах немає. Ступінь очищення газів від тонкодисперсного пилу по такій схемі 98%, але скрубери Вентурі володіють великим гідравлічним опором (до 10 кПа і вище), а рукавний фільтр вимагає витрат енергії майже в 10 разів менше [3]. Тому скрубери Вентурі відносяться до розряду високоенергоємних апаратів. Зазвичай, мокрому способу

Підп. і дата
Інв.№ дц/дл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№ подл.

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510303

очищення газів електросталеплавильних печей супроводить проблема очищення стічних вод газоочистки. Устаткування для очищення води і повернення її в оборотний цикл складають велику частину газоочисної установки, як за об'ємом, так і за капітальними витратами. При цьому також слід враховувати можливість кристалізації деяких з'єднань на стінках трубопроводів для забрудненої води і їх заростання; краплинне віднесення вологи з пиловловлювача; корозійний знос устаткування і газопроводів; шкідливий вплив краплинної вологи, що міститься в газах, на стінки цегляних і залізобетонних труб; погіршення умов розсіювання пилу і шкідливих газів, що викидаються через димар в атмосферу. Найбільш істотним недоліком електрофільтрів є те, що в них можуть осідати тільки речовини, що знаходяться в зваженому стані, тобто у вигляді пилу або туману. У ньому не можна відокремити один газ від іншого або від пари без попередньої конденсації цієї пари в перегін або туман, або без здійснення хімічних реакцій по перекладу уловлюваного компонента з газу в твердий стан. Слід підкреслити, що ефективність роботи електрофільтру залежить від постійності параметрів газів, що очищаються, зокрема від температури і запиленості, а виробництво сталей характеризується періодичним процесом. Температура і запиленість змінюються по ходу плавки, а це знижує ефективність роботи апарату. Ще одним недоліком є те, що в газах, що відходять від дугової сталеплавильної печі, міститься значна кількість оксиду вуглецю (СО), а цей газ вибухонебезпечний. Отже, застосування електрофільтрів для очищення газів, що відходять від дугових печей, небажано [4]. Останніми роками зріс інтерес до очищення газів дугових електропечей в тканинних фільтрах, що обумовлене появою температуростійких матеріалів (оксалон, склотканина, металотканини) і помірними витратами газів, що відходять. Залежно від матеріалу (звичайно це лавсан або оксалон) температура газу знаходиться в межах 100 – 250°С. Так на одному із заводів успішно експлуатуються рукавні фільтри з тканиною з оксалона, що працюють при температурі 150 – 250°С і питомому газовому навантаженню 30м³ / (м² · год) [5]. Застосування рукавних фільтрів для знепилювання газів електросталеплавильних

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

ковальсько-пресове виробництва. Найбільш великим джерелом забруднення атмосферного повітря пилом є ливарне виробництво. У випадку у ливарному виробництві джерелами забруднення атмосферного повітря є процеси підготовки шихтовочних матеріалів, стрижневих сумішей, переробки відпрацьованої суміші, а також процеси формування, виготовлення стрижнів, виплавки лиття (чавунного, сталевого і кольорового), вибивки лиття та стрижнів, очищення лиття. Джерелами виділення пилу є дробарки (щоківі, валкові, молоткові), млини (кульові, молоткові, за типом бігунів), сушила (барабанні, киплячого шару) для піску і глини, елеватори, транспортери, пристрої для пересипання і вивантаження, змішуючі бігуни, маятникові змішувачі, сита (барабанні, вібраційні), вагранки (відкриті, закриті), електропечі (дугові, індукційні), вибивні ґрати, вібраційні машини, які працюють барабани (галтувальних), дробеметні апарати (камери), дробеструйні камери, обдирні верстати для очищення виливків.

В складально-зварювальному виробництві здійснюється розкрій листів металу і профілю з наступною збіркою дрібних і великогабаритних виробів і деталей. При цьому джерелами забруднення атмосферного повітря високодисперсними частками металів та їх оксидів є процеси теплового рі-зання та електрозварювання. Джерелами виділення пилу, від яких викиди відводяться або можуть відводитися організовано, є газорізальні і плазморежущі машини (у деяких випадках газорізальні столи), а також столи, стаціонарні стенди та пости, на яких здійснюється ручна або напівавтоматична електрозварювання.

У ковальсько-пресовому виробництві джерелами забруднення атмосферного повітря рідкими частками можуть бути процеси термообробки і травлення. Джерела виділення рідких частинок - ванни для гартування виробів в маслі і травильні - ванни.

До оброблювальних виробництв - джерел забруднення атмосферного повітря зваженими частинками - відносяться такі цехи, відділення та дільниці: механічні, гальванічні, фарбувальні, деревообробні. У цих виробництвах

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510303

виділяються шкідливих речовин: склад, розмір часток, їх щільність, кількість, температуру і інтенсивність виділяються газів і гранично допустимі концентрації їх після очищення, можливості розміщення очисного пристрою в цеху та ін

При плавці металу виділяються гази і пил з температурою до 900 °С. Виділяється пил містить частинки різних розмірів (від декількох мікрометрів до декількох міліметрів). За своїм складом цей пил дуже різноманітна, тобто містить частинки оксидів різних металів, частки графіту, флюсів та т.д. Одночасно виділення пилу і газів ускладнює вибір способу очищення. Наприклад, мокрий спосіб, який застосовується для уловлювання пилу, непридатний для очищення від оксиду вуглецю. Каталітичне допалювання - ефективний спосіб звільнення від окису вуглецю, але за наявності пилу в газах неефективний, так як каталізатори в цьому випадку швидко забруднюються. Зниження температури газів після очищення їх від пилу за допомогою води знижує стійкість каталізатора.

При використанні як очищувачів матерчатих фільтрів і електрофільтрів потрібне попереднє охолодження газів до $t < 280$ °С. Однак температура газів після охолодження не повинна доходити до температури точки роси щоб уникнути утворення конденсату, залипання фільтруючого матеріалу і зниження ефекту очищення.

При виборі способу очищення від пилу необхідно також враховувати агресивність і вибухонебезпечність газових компонентів. Наприклад, при промиванні водою газів, що містять сірчисті сполуки, утворюються кислоти. Отже, в цьому випадку повинні бути застосовані кислототривкі. При наявності в очищаються газах вибухонебезпечних компонентів не можна допускати застосування очисників, в яких можуть утворитися іскри, так як останні можуть викликати вибух [28].

Для очищення пило-та газовиділень використовують в основному два способи - сухий або мокрий. У ливарних цехах найбільшого поширення набув мокрий спосіб очищення.

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

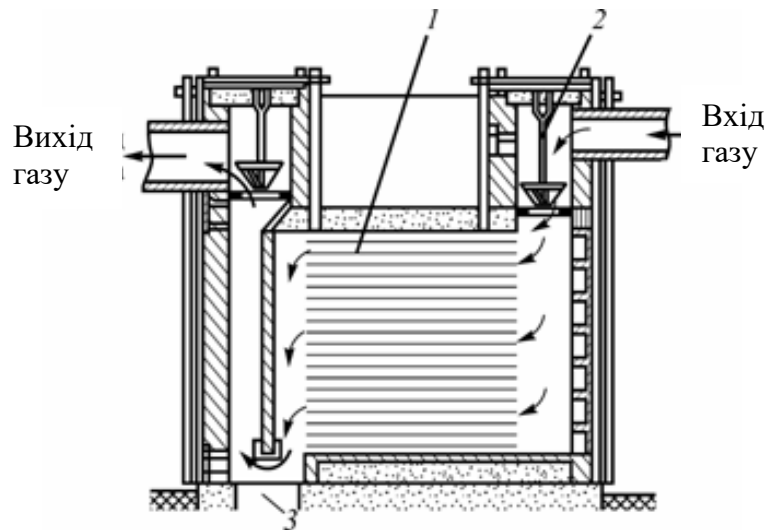


Рисунок 3.1 – Інерційний пиловловлювач

Принцип раптового зміни напрямку газового потоку при зустрічі з ґратами, що складається з похилих пластин, використаний в пиловловлювачі жалюзійного типу.

Цей апарат знаходить застосування для попереднього очищення газів перед циклонами або рукавними фільтрами. У ньому близько 90% газів частково очищається від пилу при проходженні через жалюзі, а решті газовий потік з уловленого пилом відводиться на очищення в циклон.

При підвищенні швидкості подачі газу до пластин решітки ступінь уловлювання пилу в жалюзійних пиловловлювачі спочатку швидко зростає; починаючи з швидкості близько 10 м / с це зростання сповільнюється. Зазвичай швидкість газів в жалюзійних пиловловлювачі становить 12-15 м / с.

На ступінь очищення впливає швидкість руху газів, відсмоктується в циклон: Для того щоб в циклон було відведено щонайбільше пилу, ця швидкість повинна бути не менше швидкості газів при підході до ґрат. Гідравлічний опір решітки становить 100-500 Па. Зазвичай жалюзійні пиловловлювачі застосовують для уловлювання частинок пилу більше 20 мкм. Недоліками жалюзійного пиловловлювача є: зношування пластин решітки при високій концентрації особливо великої пилу і можливість утворення відкладень при охолодженні газів

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510303

до точки роси [32].

Відцентрові пиловловлювачі. Найбільш поширеним типом сухого механічного пиловловлювача є циклони. Циклонні пиловловлювачі мають переваги:

- 1) відсутність будь-яких рухомих частин в апараті;
 - 2) надійне функціонування при температурах газів аж до 500 ° С без будь-яких конструктивних змін (якщо передбачається застосування більш високих температур, то апарати можна виготовляти із спеціальних матеріалів);
 - 3) можливість уловлювання абразивних матеріалів при захисті внутрішніх поверхонь циклонів спеціальними покриттями;
 - 4) пил уловлюється в сухому вигляді;
 - 5) гідравлічний опір апаратів порівняно невелике і майже постійно.
- Правильно спроектовані циклони можуть експлуатуватися надійно протягом багатьох років.

Разом з тим необхідно мати на увазі, що гідравлічний опір високоефективних циклонів сягає 1250-1500 Па і частинки розміром менше 5 мкм уловлюються циклонами з низькою ефективністю. Циклон працює за наступною схемою. Гази, що прямують в апарат, надходять в циліндричну частина циклону, набувають рух по спіралі з збільшується швидкістю від периферії до центру всередину, спускаються по зовнішній спіралі, потім піднімаються по внутрішній спіралі і виходять через вихлопну трубу. Зазвичай в циклонах відцентрове прискорення в декілька сот чи тисячу разів більше прискорення вільного падіння. Тому навіть дуже маленькі частинки пилу не в змозі слідувати за лініями струму газів і під впливом відцентрової сили виносяться з кривої руху газів у напрямку до стінки. Вторинний потік, викривлений уздовж конічної стінки, захоплює відкинуту до стінки пил і направляє її вниз до пилеосадітельних камері (бункера). Без цього потоку окремі частинки, що знаходяться біля стінки, не змогли б потрапити вниз, оскільки спрямована вгору складова відцентрової сили є більшою за порівняно з прискоренням вільного падіння. Про великий вплив вторинного

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

потоків свідчить той факт, що пи́л виноситься з лежачих і навіть з перевернутих циклонів.

У промисловості набули поширення велика кількість різних типів циклонів, які зазвичай поділяються на високоефективні і високопродуктивні. Апарати першого типу відрізняються більш високою ефективністю, але вимагають великих витрат на здійснення процесу очищення; другі мають невелике гідравлічний опір, відрізняються великою продуктивністю, але одночасно гірше вловлюють дрібні частинки пилу [14; 27].

Широке застосування отримали нормалізовані поодинокі циліндричні і конічні циклони НПОгаз [14]. До циліндричним (рис. 3.2) відносяться циклони типів ЦН-11, ЦН-15, ЦН-15у і ЦН-24. Відмінними рисами цієї групи апаратів є наявність подовженої циліндричної частини, кут нахилу кришки вхідного патрубку α , рівний відповідно 11, 15 і 24 °, і однакове відношення діаметра вихлопної труби $D_{тр}$ до діаметру циклону $D_{ц}$ рівне 0,59.



Рисунок 3.2 - Одиночні циліндричні циклони

До конічних (рис. 3.3) відносяться циклони типів СДК-ЦН-33, СК-ЦН-34 і СК-ЦН-22. Вони відрізняються довгою конічною частиною, спіральним вхідним

Підп. і дата	Інв.№ доц.л.	Взаєм.інв.№	Підп. і дата	Інв.№ подл.
Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

патрубком і малим відношенням діаметрів вихлопної труби до корпусу циклонів (відповідно 0,33-0,34; 0,22). Циклон типу СК-ЦН-22 застосовується для уловлювання пилу, що володіють підвищеною абразивністю або високої злипання. Втрати тиску в цьому циклоні значно вище, ніж в інших конічних циклонах.

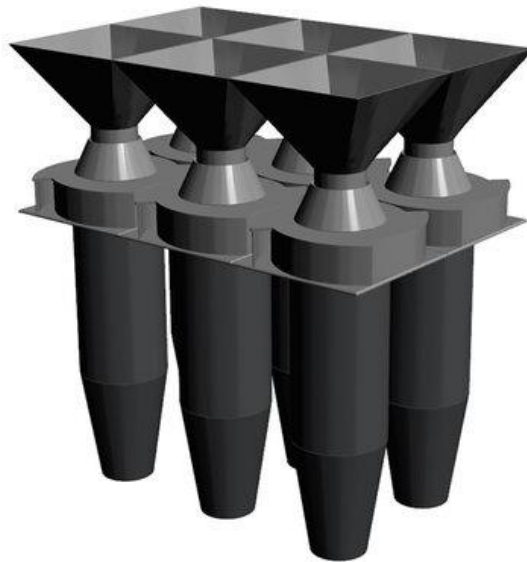


Рисунок 3.3 - Конічний циклон

Циклон характеризується найбільшою ефективністю пилеочістки, проте у нього більше коефіцієнт опору. При виборі циклону для тієї чи іншої пилу слід враховувати особливості її фізико-хімічних властивостей.

У ряді виробництв знайшов застосування циклон з корпусом у вигляді розширюється донизу конуса конструкції. Внаслідок розширення в ньому корпусу закручування газу і тиск частинок на стінку апарату зменшуються, тому такий циклон можна застосовувати для уловлювання пилу з підвищеною абразивністю або схильних до стирання. У цьому циклоні частина потоку газосуспензії через кільцеву щілину між порожнистим нижнім конусом і стінкою апарату потрапляє в пилової бункер, а потік газу повертається з бункера в сепараційне простір циклону через отвір полого нижнього конуса.

Циліндричні циклони відносяться до високопродуктивних апаратів, а конічні - до високоефективних.

Оскільки зі збільшенням діаметру циклону відцентрова сила, що діє в ньому

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

Арк

36

на частинки пилю, зменшується, для підвищення продуктивності застосовують групові (групи циклонів) і батареїні циклони. У групи об'єднують не все циклони, так як газ з одного апарату через бункер може переходити в інший, що різко знижує ефективність очищення. Відведення очищених газів від циклонів групи виконують або через равлики, що встановлюються на кожному циклоні і об'єднуються спільним колектором, або безпосередньо через загальний колектор. Застосування вихідних равликів зменшує загальну висоту групи. Циклони компонують в групи в два ряди або по колу. Слід зазначити, що для циклонів, що знаходяться в групі, ефективність очищення дещо менше, ніж у одиночного циклону, що працює при однаковому з груповим витраті газу. Це пояснюється наявністю хоча і незначних, але погіршують роботу перетоків газу, внаслідок наявної на практиці несиметричності розташування входять до групи циклонів. Відрізняється від рекомендованої компоновка циклонів в групи може привести до істотного зниження ефективності очищення.

Схеми компоновання в групу двох циклонів показані на рис. 3.4: в разі правильної компоновки (див. рис. 3.4, а) вихори в загальному бункері в зоні їх торкання мають один напрямок, що не призводить до дестабілізації і турбулізації потоків в бункері, у випадку неправильної компоновання (рис 3.4, б) вихори в бункері в зоні їх торкання стикаються, гідродинамічна обстановка дестабілізується і, як наслідок, ефективність очищення зменшується. Таким чином, циклони, з'єднані в групу, повинні бути повністю симетричними; в груповому циклоні встановлювати будь-які запірні пристрої не треба, тому що порушується рівність перепадів тиску у об'єднаних в групу циклонів.

Коефіцієнт гідравлічного опору групи циклонів визначається за формулою:

$$\zeta = \zeta_{ц} K, \quad (3.1)$$

де K - коефіцієнт, що враховує додаткові втрати тиску, пов'язані з компонованням циклонів в групу.

Значення коефіцієнта K при різних варіантах компоновань наводяться нижче:

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

Арк

37

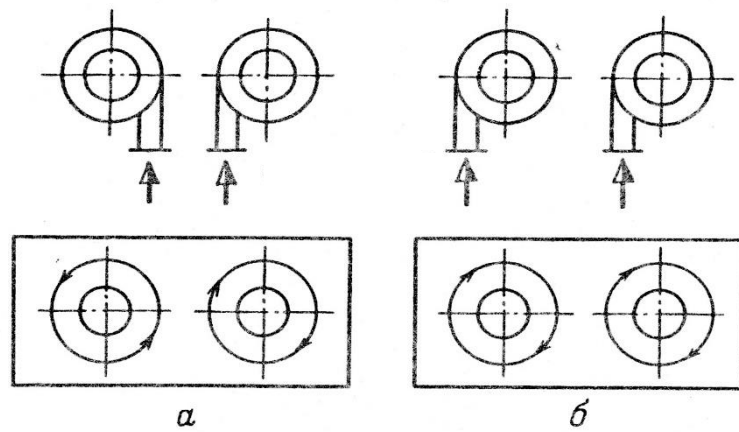


Рисунок 3.4 - Схема компоновки циклонів

а – правильна; б – неправильна

Кругова компоновка, нижній організований підвід - 60

Прямокутна компоновка, організований підвід, циклонні елементи розташовані в одній площині:

відвід із загальної камери чистого газу - 35

равликовий відвід з циклонних елементів - 28

Прямокутна компоновка, вільний підведення потоку в загальну камеру -60.

Батарейні циклони, або мультіциклони - це пиловловлювачі, що складаються з багатьох (кількох десятків, а іноді й сотень) паралельно з'єднаних циклонів малого діаметру. Конструктивно такі циклони об'єднані в один корпус і мають загальні бункер і камери підведення і відведення газу.

Напрямок закручування газового потоку в усіх циклонних елементах батарейного циклона повинне бути однаковим. Застосування таких елементів діаметром, меншим 250 мм, небажано, тому що при цьому істотно зростає небезпека перетоків газу через загальний бункер.

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510303

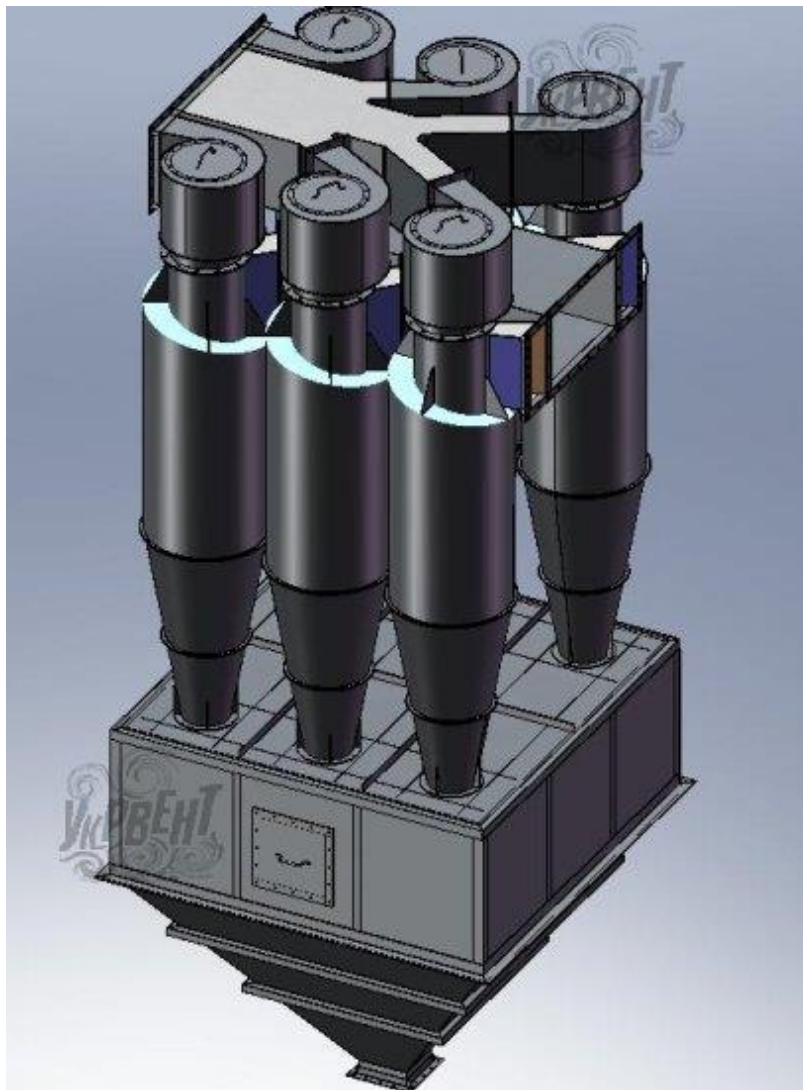


Рисунок 3.5 - Батарейный циклон.

Як і для групових циклонів, ефективність очищення батарейних елементів циклонів менше, ніж у рівних їм по діаметру одиночних циклонів. Основний недолік батарейних циклонів полягає в тому, що їх елементи внаслідок малого діаметру схильні до підвищеного абразивного зносу.

Вище були розглянуті зворотно-потоківі циклони, в яких газовий потік повертається в апараті на 180 °.

У промисловості застосовують також прямоточні циклони (рис. 3.6).

Втрати тиску в них менше, але і ефективність очищення трохи нижче, тому найчастіше їх використовують для попереднього очищення і встановлюють перед більш ефективними пиловловлювачами.

Аналогічно зворотно-потоківим циклонів прямоточні циклони об'єднують

Підп. і дата	
Інв.№ дц/дл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

в батареїні, які мають більш низьку ефективність очищення і менші втрати тиску, ніж батареїні циклони, складені з зворотно-потоківих циклонних елементів [25].

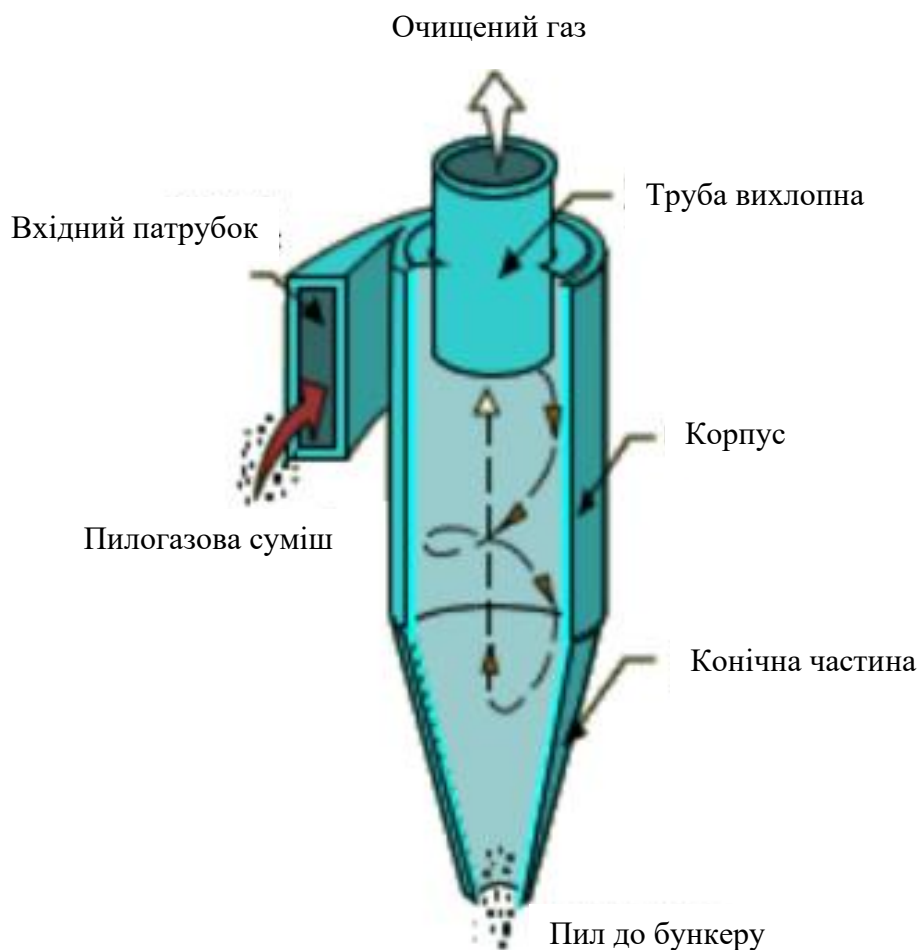


Рисунок 3.6 - Прямоточный циклон

3.4 Апарати мокрого пиловловлювання

Апарати мокрого пиловловлювання, так само як і сухі механічні пиловловлювачі, набули широкого поширення зважаючи на порівняно невеликій вартості виготовлення, високої ефективності пиловловлення, можливості їх використання при високій температурі і підвищеній вологості газів, що очищаються, а також у випадках небезпеки самозаймання або вибуху газів або вловлюється пилу [14].

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510303

До переваг мокрих апаратів належить можливість одночасного здійснення очистки газів від зважених твердих частинок (пиловловлювання), вилучення газоподібних домішок (абсорбція) і охолодження газів, що очищаються (контактний теплообмін).

Як орошуючої рідини в апаратах мокрого пиловловлювання, як правило, застосовується вода; у разі одночасної очищення газів від пилу та хімічних газоподібних речовин вибір орошуючої рідини (абсорбенту) визначається процесом абсорбції. З метою зменшення об'ємної витрати орошуючої рідини все більшого розвитку отримали часткова її рециркуляція, а часом і замкнута система зрошення.

На машинобудівному підприємстві застосовуються мокрі апарати великої номенклатури: скрубери - порожні, насадочні, тарілчасті (пінні), з рухомою насадкою, ударно-інерційного дії (ротоклони), відцентрові, механічні (динамічні), швидкісні (скрубери Вентурі), ежекторні.

До апаратів мокрого типу відносяться також гідрофільтри, що застосовуються в основному для очищення вентиляційних викидів від аерозолі фарби в процесі нанесення лакофарбового покриття.

Особлива увага повинна бути звернена на попередження утворення відкладень пилу на внутрішніх поверхнях апаратів мокрого пиловловлювання, газовідвідного тракту, лопаток димососа або вентилятора. Пилі відкладення, або так звані нарости, можуть бути утворені з двох причин.

По-перше, внаслідок наявності кордону розділу сухого та вологого поверхонь в робочій зоні апарату. Для всіх типів апаратів мокрого пиловловлювання, за винятком швидкісних типу скрубера Вентурі, такою зоною освіти відкладень є місце приєднання вхідного патрубку до циліндра апарату, а для скрубера Вентурі - межа розділу в місці початку вологою внутрішньої поверхні труби-розпилювача.

По-друге, внаслідок інтенсивного бризгоунос, що викликається головним чином зміною режиму роботи апаратів насамперед внаслідок підвищених у

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

Конфузор: діаметр вхідного перетину d_1 , м;

кут звуження $\alpha_1 = 25 \div 28^\circ$

Горловина: діаметр d_r , м; довжина $l_r = 0,15 d_r$

Дифузор: діаметр вихідного перерізу d_2 , м;

кут розкриття $\alpha = 6 \div 7^\circ$.

Однак по конструкційним міркувань певне застосування знайшли також труби з розмірами, відмінними від оптимальних. Наприклад, при компонованні батарейних скрубберів Вентурі використовуються труби Вентурі з кутом звуження конфузора 63° і з укороченим дифузором; в ряді установок застосовуються труби Вентурі з видовженими горловинами $l_r = (3 \div 5) D_e$, де d_e - еквівалентний діаметр горловини, м. Труби Вентурі з видовженими горловинами можуть експлуатуватися зі зниженими питомими витратами води.

Гідравлічний опір скрубера Вентурі складається з двох складових: опорів труби Вентурі і краплевловлювача. Основна частина втрат енергії припадає на трубу Вентурі.

Зазвичай гідравлічний опір труби Вентурі ΔP , Па при по-дачі в неї орошуючої рідини описується рівнянням:

$$\Delta P = \Delta p_r + \Delta p_{ж}, \quad (3.2)$$

де Δp_r - гідравлічний опір сухої труби Вентурі, обумовлене рухом газів (без подачі зрошення), Па; $\Delta p_{ж}$ - гідравлічний опір труби Вентурі, обумовлене введенням орошуючої рідини, Па.

Найбільший вплив на ефективність уловлювання в скрубберах Вентурі надають швидкість газів в горловині труби Вентури і питомий зрошення. Оптимальне співвідношення між швидкістю газів в горловині труби Вентури і питомою зрошенням залежить значною мірою від її дисперсного складу. Зазвичай питомий зрошення коливається в межах від 0,5 до 1,5 л / м³ газів. При розрахунку ефективності скрубберів Вентурі найчастіше користуються енергетичним методом розрахунку.

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

Арк

43

Розглянемо конструкції скрубєрів Вентурі, які отримали широке застосування у вітчизняній промисловості.

Типорозмірний ряд високонапірних труб Вентурі розроблений НІОгазом на базі нормалізованої труби Вентурі на продуктивність по газу від 3 до 84 тис. м³ / год Труби Вентурі, що входять в ряд, виготовляються незалежно від краплєвловлювача виносного типу. Найчастіше як краплєвловлювача використовується малогабаритний прямоточний циклон. Для подачі зрошення в труби Вентурі застосовуються цельнофакельные форсунки, що встановлюються над конфузєрів під кутом до осі труби, рівному 60 °. Типорозмірний ряд призначений для очищення нетоксичних і невибухонебезпечних газів з температурою до 400 ° С. Зміст суспензії в оборотній воді, яка подається на зрошення, не повинно пре – вищувати 500 мг / л [6].

Уніфікований ряд скрубєрів Вентурі з кільцевим перерізом горловини розроблений НІОгазом та інститутом «Гіпрогазоочістка» [6; 8]. Технічні вимоги до очищається газам і орошающей рідини, що надходять у ці апарати, аналогічні вимогам до типо-розмірного ряду високонапірних труб Вентурі. Уніфікований ряд об'єднує скрубєри Вентурі двох модифікацій.

Перша модифікація охоплює продуктивність по газам від 2-10³ до 50-10³ м³ / год і включає чотири типорозміру (рис. 3.7). В апаратах цієї модифікації передбачено регулювання перетину горловини за допомогою конічного обтічника з кутом розкриття 7 °. Труба-розпилювач встановлюється всередині відцентрового краплєвловлювача (на дифузєрі труби закріплена відцентрова розетка).

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 22510303	Арк
						44

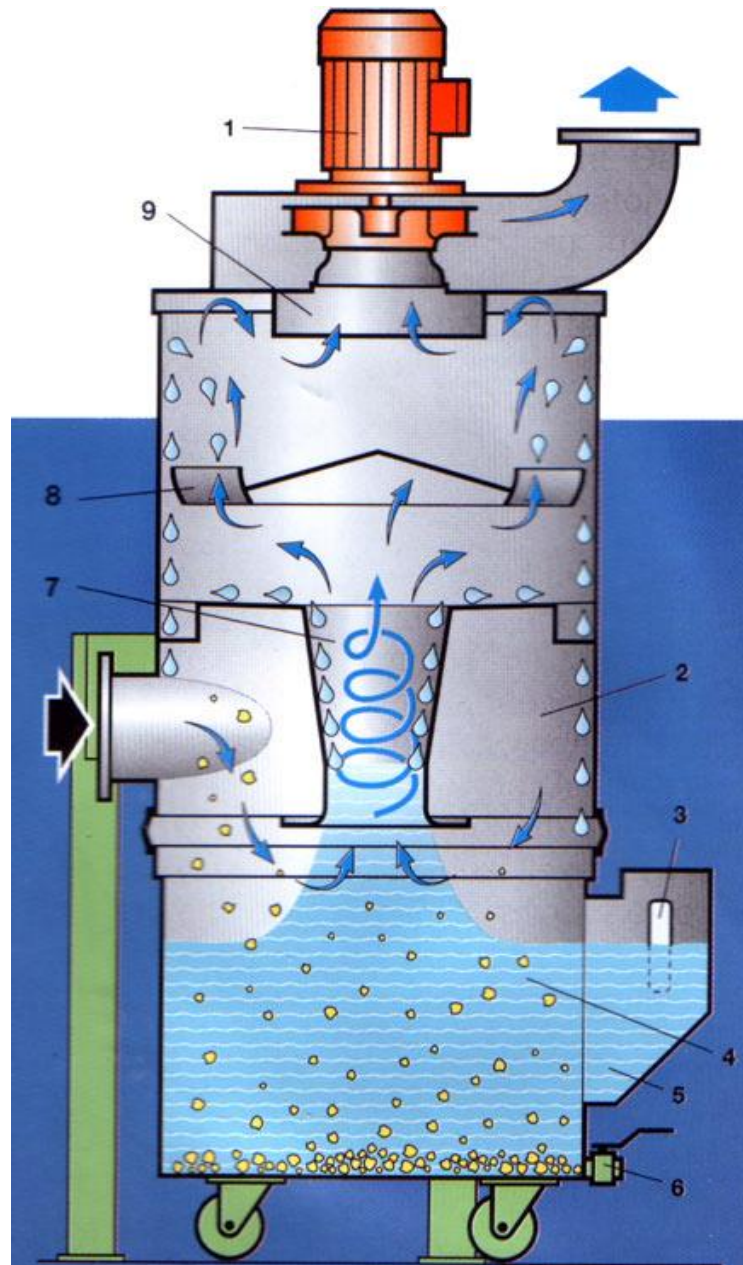


Рисунок 3.7 - Скруббер Вентурі

Друга модифікація скрубберів Вентурі розрахована на продуктивність по газам від $50 \cdot 10^3$ до $500 \cdot 10^3 \text{ м}^3 / \text{год}$. Для регулювання перетину горловини встановлений еліптичний (плоский) обтічник. Скруббер Вентурі компонується з труби-розпилювача з регульованим перерізом горловини і окремо стоять (двох або одного) крапельловлювачем.

На рис. 3.7 показаний скруббер Вентурі з двома крапельловлювачем. Як крапельловлювач застосовується циклон з розташованим у ньому конічним відцентровим завіхрітелем.

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510303

Подача зрошувальної рідини в конфузур розпилювача здійснюється за допомогою евольвентних форсунок, рівномірно розподілених по периметру конфузора.

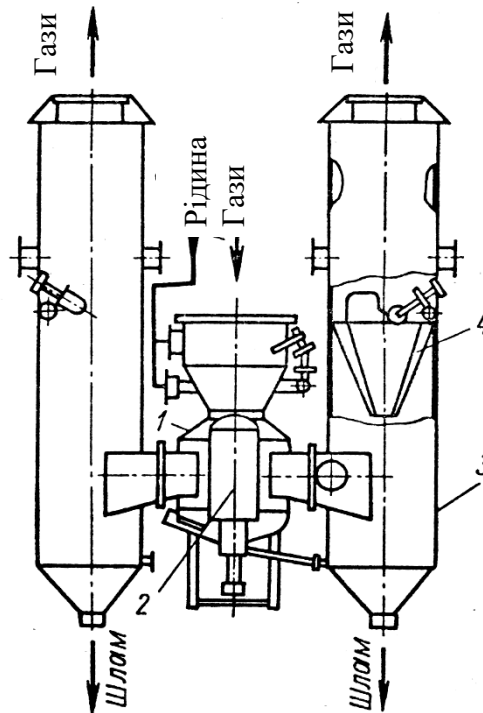


Рисунок 3.7 - Скруббер Вентурі з двома краплевловлювачем

3.5 Фільтри

Фільтрацією називається процес очищення газів від зважених часток з допомогою пористих середовищ. Осадження частинок з газового потоку в цьому випадку відбувається під впливом механізмів: броунівський дифузії, ефекту зачеплення, інерційних і електростатичних сил [16, 14]. Уловлені в процесі фільтрації частки в міру накопичення утворюють в обсязі фільтруючого матеріалу пиловий шар і стають для знову надходять частинок частиною фільтруючого середовища. З одного боку, це підвищує ефективність пиловловлення, з іншого - призводить до поступового зниження газопроникності фільтра. Остання обставина викликає необхідність періодичної регенерації фільтруючого матеріалу. Регенерація можлива як шляхом заміни забитого пилом фільтра або

Підп. і дата	
Інв.№ дц/дл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510303

зворотному напрямку.

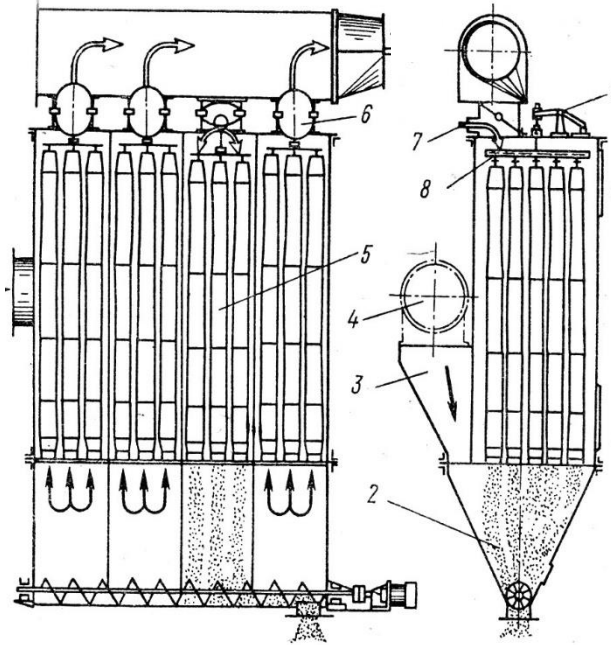


Рисунок 3.8 - Багатосекційний рукавний тканинний фільтр

Цей потік руйнує шар осілого на рукаві пилу, і вона падає в бункер, звідки видаляється спеціальним вивантажувальним пристроєм. Запилений продувний повітря надходить в газопровід для забрудненого газу і далі - в працюючі секції. Регенерація рукавів може здійснюватися і шляхом їх струшування, іноді обидва види регенерації виробляються одночасно. Відключення секцій на регенерацію відбувається по черзі [14].

В тканинних фільтрах застосовують два види фільтрувальних матеріалів: звичайні тканини, що виготовляються на ткацьких верстатах, і повсть (фетру), одержувані шляхом звалювання або механічного переплутування волокон голкопробивним методом.

Тканинні фільтри розрізняються за конструктивними ознаками:

- 1) формі фільтрувальних елементів (рукавні, плоскі, клинові) і наявності в них опорних пристроїв (каркасні, рамні);
- 2) способу регенерації тканини (збовтані, зі зворотного продувкою, з вібровстряхіваниєм, з імпульсною продувкою);
- 3) наявності і формі корпусу для розміщення фільтруючого матеріалу

Підп. і дата

Інв.№ докл.

Взаєм.інв.№

Підп. і дата

Інв.№ подл.

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

Арк

48

(прямокутні, циліндричні, відкриті - безкамерні);

4) числу секцій в установці (однокамерні і багатосекційні).

Розміри рукавів обумовлюються як конструктивними, так і економічними міркуваннями. Збільшення розміру рукава дозволяє зменшити їх загальну кількість у секції, знижує зношування тканини на вході газового потоку в рукав, але, з іншого боку, ускладнює їх регенерацію та застосування. На практиці діаметр рукавів зазвичай становить 127, 220 і 300 мм, а довжина - 2400-3500 мм, хоча застосування мають і фільтри з довжиною рукавів до 10-12 м.

Запилені гази можуть вводитися в рукава як знизу, так і зверху. У разі введення знизу ускладнюється випадання пилу за короткий період регенерації. Крім того, у верхній частині рукавів накопичуються найбільш дрібні частинки пилу, які погано скидаються при регенерації. Введення зверху сприяє випаданню пилу в бункер, в зв'язку з чим можливе застосування більш довгих рукавів. Проте в цьому випадку виникає небезпека суттєвого підвищення температури у верхній частині корпусу фільтру, а пристрої для натягування рукавів виявляються більш складними.

На рукавах на певних відстанях зазвичай встановлюються кільця жорсткості для запобігання стиснення рукавів і полегшення випадання пилу в бункер при регенерації.

Кріплення рукавів найчастіше забезпечується за допомогою патрубків, на які вони надягають і ущільнюються хомутами з гвинтовими затискачами. На патрубках передбачаються кільцеві буртики для запобігання зісковзування рукавів. Так як в цьому місці тканина піддається найбільшому зношуванню, цю частину рукава роблять подвійний або просочують латексом.

Кріплення рукавів в гніздах нижньої чавунної трубної решітки без патрубків здійснюється за допомогою тонких пружних кілець зі спеціальної сталі, які після додаткової обшивки тканиною вшиваються в рукава.

При підводі запиленних газів із зовнішнього боку рукавів вони надягають на дротяні каркаси у запобігання сплющивання. Для огляду рукавів при

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

насадок. Цей вид регенерації використовується в каркасних рукавних і плоских фільтрах. Надлишковий тиск стисненого повітря при регенерації становить 0,4-0,8 МПа. Частота імпульсів залежить від характеру зміни опору фільтру і зазвичай становить 5-10 імпульсів за 1 хв на кожен рукав. У цьому методі регенерації механічне струшування поєднується зі зворотним продуванням, так як відбувається ежектування в рукав очищених газів. У фільтрах з імпульсною продувкою фільтрація відбувається без відключення секцій при постійних значеннях опору і витрати очищаються газів; управління електромагнітними клапанами стисненого повітря автоматизовано.

Серед фільтрів з імпульсною продувкою стисненим повітрям найкращим чином зарекомендував себе і отримав переважний розвиток фільтр ФРІ - 1250 - 01.

Швидкість фільтрування в цьому апараті, за інших рівних умов, на 20 - 30% вище, ніж у фільтрах традиційного типу, оскільки час, що витрачається в них на регенерацію, мало (0,1 - 0,3 с); для традиційних конструкцій 30 - 120 с. Для останніх тривалість часу продувки найчастіше є перешкодою для підвищення швидкості фільтрування, оскільки при більш високих навантаженнях товщина пилового шару і відповідно гідравлічний опір зростає до максимальних значень раніше, ніж закінчується регенерація всіх секцій фільтра. При достатньо ефективною регенерації загальний термін служби рукавів у фільтрі з імпульсною регенерацією також більш високий, рукави менше зношуються. Гідравлічний опір зазвичай підтримується на рівні 2000 Па. Тиск стисненого повітря, що подається на регенерацію приймається 0,6 - 0,05 МПа, що не впливає негативно на ефективність регенерації. В якості фільтруючого матеріалу використовують голкопробивний повсть типу арт.934561, а також лавсан типу арт. 86013 і 86033, який еластичний, стійкий до стирання, злипання, вигину. Лавсанові волокна стійкі до впливу мікроорганізмів, тканини з них не пліснявіють, стійкі до дії світла.

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510303

3.5.2 Електрофільтри

Електрофільтри забезпечують високу ступінь очищення газів (98 ... 99,9%), мають низький гідравлічний опір (150 ... 250 Н/м²), не знижують температуру димових газів і тим самим поліпшують розсіювання в атмосфері шкідливих речовин, що залишилися в газах після очищення. В даний час випускаються електрофільтри, здатні очищати до 10 млн. м³ / год газів при температурі до 4500С. Розмір уловлюваних частинок коливається від 0.01 до 100 мкм.

Принцип дії електрофільтрів заснований на ударній іонізації газу в зоні коронуєчого розряду, передачі заряду іонів частинок пилу і осадженні останніх на осаджувальних або коронуєчих електродах. Останні виконуються з металевого листа спеціального профілю або прутків. Осад пилу періодично видаляють шляхом струшування електродів над бункерами-мішками.

Ефективність роботи електрофільтрів залежить від різних факторів і насамперед від питомої електричного опору пилу.

При виборі електрофільтру велике значення має оптимальна швидкість проходження газів, що звичайно становить 0,8 ... 1,2 м / с. Якщо дійсна швидкість нижче 0,8 м / с, збільшуючи габарити, металоємність фільтрів і капітальні витрати на їх спорудження. При швидкості газів вище 1,2 м / с зменшується ефективність очищення електрофільтрів. Робота електрофільтрів залежить також від вологовмісту (повинно бути більше 100 г/м³) і температури газів. З підвищенням останньої зростають обсяг і швидкість руху газів в електрофільтрі, а отже, ефективність його роботи знижується [14].

У комбінованих апаратах поєднано декілька принципів очищення і виділення аерозолів з газу. Так, в циклонах на вхідних і вихідних патрубках часто встановлюють жалюзійні решітки. Широке поширення отримали фільтри-циклони різних конструкцій, комбіновані апарати мокрого очищення. При великій запиленості очищуваного газового потоку комбінують сухі і мокрі способи очищення.

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

Крім газоочисних та пиловловлюючих комбінованих апаратів для підвищення ефективного очищення застосовують системи, що складаються з декількох однорідних, різнорідних і комбінованих апаратів [12].

Вибір способу уловлювання та відповідного йому апарату визначається, в основному, показниками наведеними в табл. 3.1

Таблиця 3.1 - Усереднені характеристики пиловловлювачів

Пилоуловлювачи	Максимальний вміст пилу в газі, кг / м ³	Розміри уловлюваних частинок, мкм	Ступінь очистки, %	Гідравлічний опір, Па	Максимальна температура газу на вході в апарат, °С
Пилоосадкові камери	-	100	30-40	-	Не лімітується
Циклони	0,40	10	70-95	400-700	400
Батарейні циклони	0,10	10	85-90	500-800	400
Тканеві фільтри	0,2	1	98-99	500-1500	100*,130**, 250***
Електрофільтри	0,2-0,5	0,005	99 и не менее	100-200	425
ФРИ – 1250 - 01	0,02	0,5	96	2000	130
Центробежні скруббери	0,05	2	85 - 95	400 - 800	Не лімітують
Пінні апарати	0,30	0,5	95 - 99	300 - 900	То же

* Для вовни та бавовни; ** Для лавсану; *** Для склотканини

Ефективність пиловловлюючих установок може характеризуватися прямими і непрямыми показниками. До прямих показників відносяться: ступінь очищення η викидів від пилу; залишкова концентрація пилу Z_2 у викидах; залишкову кількість пилу в викидах M_2 , який не повинен перевищувати встановлений для даного джерела викиду норми ПДВ (ВСВ).

До непрямих показників відносяться: гідравлічний опір ΔP - пиловловлюючого апарату і час його зростання до проектної величини; тиск орошувальної рідини перед форсунками (для мокрих пиловловлюючих апаратів), завантаження по струму (для електрофільтрів) та ін.

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510303

РОЗДІЛ 4 ГАЗООЧИСТКА РУКАВНИМ ФІЛЬТРОМ ФРІ-1250 - 01 НА МАШИНОБУДІВНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

4.1 Очищення газів дугових електросталеплавильних печей

Цей робочий проект є заходом, спрямованим на захист природного середовища від забруднення в зв'язку з роботою сталеплавильних агрегатів.

Проектом у вкрай скрутних умовах ливарного цеху, вирішується завдання забезпечення ефективного очищення (не нижче 95%) газів, що відходять від сталеплавильних і індукційних печей та аспіраційних викидів, з метою зниження до мінімуму шкоди, що завдається народному господарству.

У сталеплавильних виробництвах машинобудівного заводу в основному застосовуються електродугової печі потужністю від 0,5 до 40 т / ч. Подібно вагранках, вони дозволяють отримувати чавунне лиття, але головне їхнє завдання-виплавка різних марок вуглецевих і легованих сталей включаючи високолеговані інструментальні сталі.

Дугові електропечі відрізняються інтенсивними газопиловими викидами, які значною мірою залежать від режиму ведення технологічного процесу, складу шихти і футеровки, витрати електродів і інших показників.

Процес виплавки сталі в електродугових печах протікає в три стадії: плавлення, окислення, відновлення [14; 31].

Найбільш інтенсивне виділення газів і пилу припадає на саму коротку за часом протікання стадію - окислення. Кількість газів, що утворюються в печі, визначається перш за все швидкістю вигорання вуглецю, а також розкладанням недообожженої частини вапняку і підсмоктуванням атмосферного повітря.

Перевищення середньої об'ємної витрати газів за плавку в період окислення становить 60-70%. Тривалість періоду максимального виділення газів залежить від ємності печі і технології плавки і може досягати 0,5 ч.

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

Вул	Арк	№ док.ум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

Арк

55

роботи.

Відвід газів на практиці здійснюється наступними способами:

1. Над піччю встановлюються парасолі і ковпаки. Цей спосіб знайшов широке поширення в промисловості, особливо при відборі газів від печей малої продуктивності до 5,0 т. З метою зменшення підсосу атмосферного повітря між парасолями і піччю встановлюють металеві шторки або азбестову тканину. Проте ці заходи не дозволяють повністю усунути вибивання і значно скоротити розведення газів, яке досягає 5-10 крат. У верхній частині парасольки є отвори для електродів. На ряді конструкцій печей парасолі мають роз'єми по центру для відведення в момент завантаження шихти. Температура технологічних газів після допалювання (за рахунок підсосу атмосферного повітря) зазвичай не перевищує 120-150 ° С.

2. Відвід газів безпосередньо з-під склепіння печі через додаткове четверте отвір в зведенні зазвичай виконується з розривом відвідного газоходу. Цей спосіб відведення газів дозволяє скоротити кількість газів, що надходять на очистку в 3-5 разів. В деяких випадках, при використанні печей з поворотним склепінням, конструкція приймального газоходу передбачає можливість повороту коліна розташованого над піччю. Застосування рухомого патрубку в цьому випадку дозволяє регулювати кількість газів, що відводяться і підтримувати необхідний тиск під склепінням в залежності від стадії плавки. 3. Відбір газів від дугових печей невеликої ємності може здійснюватися через бортовий відсмоктувач - газовідвідного отвір, розташоване між склепінням і дзеркалом металу в стінці печі. Як і у випадку відводу газів через четверте отвір в склепінні, газоотводящий патрубок виконується водоохолоджуваним і з'єднується з системою очищення найчастіше з розривом газового потоку. Завдяки близькому розташуванню газовідвідного отвори від рівня рідкого металу цей спосіб відведення дозволяє строго контролювати склад газів в печі. Це має велике значення при плавці якісних сталей.

Для локалізації шкідливості передбачається спорудження на

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

Арк
57

регенерації фільтроелементів. Усередині корпусу розташована рукавна плита 6, що розділяє корпус на камери брудного і чистого газу.

Розташування камер чистого газу - дворядне, секційне. Кожна секція має 2 відключають шибер 7, рукавну плиту 21, з 36-ю отворами під фільтроелементи. На рукавній плиті є шпильки з притискними планками 8 для кріплення рукавів 9 і фланців з дифузorzом 10 до рукавної плити.

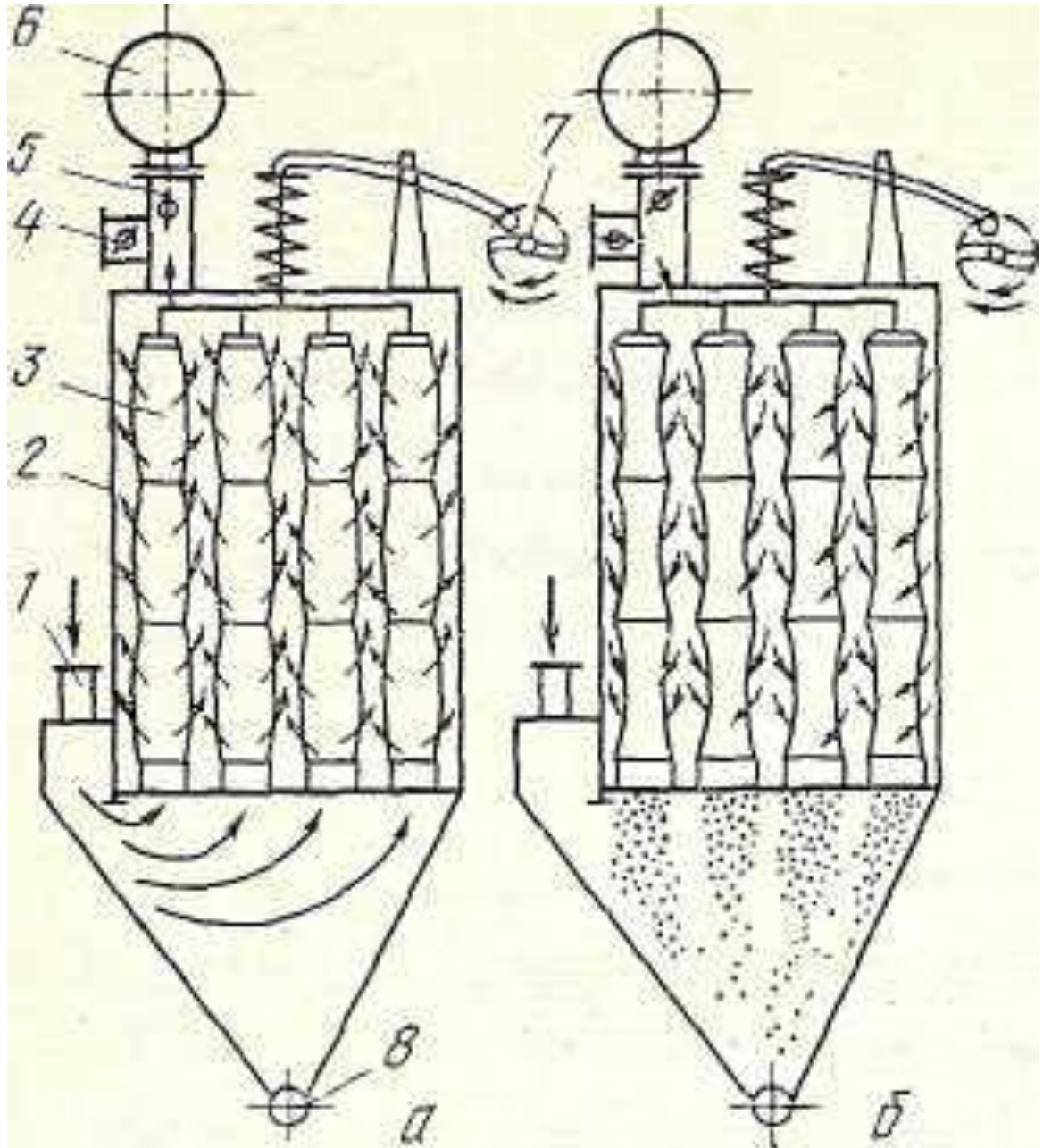


Рисунок 4.1 - Рукавний фільтр типу ФРІ

У кожній секції камери чистого газу розташовано шість роздають труб, встановлених з одного боку на спеціальних шарнірах, а з іншого боку кріпляться

Підп. і дата	
Інв. № дц/дл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510303

Електродвигун - АОЗ-400М-6У2.

Потужність електродвигуна - 200 кВт.

Кількість обертів електродвигуна - 1000 об / хв.

Напруга - 6000 В.

Газоізолюючая камера. Призначення і область застосування.

Газоізолюючая камера від печі ДСП-ЗІЗ призначена для утилізації та відбору викидів пилу і газу при роботі печей для поліпшення умов праці в цеху.

Для отримання стабільних показників якості відбору газів необхідно забезпечити:

а) герметичність обшивки корпусу пристрою;

б) герметичність технологічних стулок у закритому стані;

в) швидкість повітряного потоку в постійно відкритих прорізах 0,3 м / с.

Технічна характеристика.

Обсяг газів, що надходять на очистку від однієї печі, м³ / ч -1000.

Температура відсмоктується газів, ° С - 80.

Газової витрата електроенергії, тис. кВт. ч. - 16,5.

Габаритні розміри: висота, мм - 7000; ширина, мм - 7450; довжина, мм - 8100; маса, кг - 22000.

Привід механізму відкривання стулок - пневматичний.

Діаметр циліндра, мм - 160.

Хід штока, мм - 500.

У середній частині пристрою вище позначки 5300 мм і на покрівлі передбачений отвір, що закривається п'ятьма орними стулками.

Для обслуговування механізмів управління піччю в пристрої передбачені дверні прорізи, що закриваються розсувними і орними дверима.

Відбір газів від печі здійснюється через газохід, приєднаний до верхньої частини металоконструкції з виходом на задню похилу частину покрівлі. Електрична та пневматична схеми передбачають дистанційне керування механізмами стулок.

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

Вул	Арк	№ док.м.	Підп.	Дата

ТС 22510303

Арк

63

Для зручності обслуговування стулоч передбачені спеціальні майданчики, драбини і огороження.

Конструкція пристрою не впливає на технологічний процес виплавки сталі в печах, покращує умови праці сталевара і кранового машиніста, захищає навколишнє середовище від шкідливих викидів і шуму.

Відсмоктування бортовий від печі ІЧТ-6.

Призначення отсоса - локалізація та видалення викидів газу в процесі плавки металу.

Обсяг газів, м³ / год - 10000 - 15000

Температура газів, °С - 40 - 60.

Таблиця 4.1 - Основні технічні параметри рукавного фільтра ФРІ - 1250 - 01.

Показник	Значення
Поверхня фільтрації, м ²	1300
Габаритні розміри:	
висота, мм	7000
ширина, мм	7450
довжина, мм	8150
маса, кг	22000
Питома газова навантаження, q, м ³ /м ² хв	1,6
Гідравлічний опір, DP, Па	2000
Швидкість фільтрування, м / хв	1,5 – 2,5
Вхідна концентрація, г / м ³	0,61
Залишкова концентрація, г / м ³	0,02
Тиск продувочного повітря, МПа	0,6 – 0,5
Температура відсмоктується газів, °С	80
Ефективність очистки, η, %	96

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

на серцево-судинну і центральну нервову систему. Для робочого місця оператора електropечі відповідно до гігієнічної класифікації дана характеристика трудового процесу і оцінка чинників виробничого середовища, яка представлена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Оцінка чинників виробничого трудового процесу оператора електropечі електросталеплавильного цеху

№ п/п	Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	III клас: шкідливі і небезпечні умови, характер праці			Тривалість дії чинника за зміну
				I ступінь	II ступінь	III ступінь	
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³ :						90
	1 клас небезпеки						
	Ангідрид хромовий	0,01	0,07			7р	
	Марганцю оксид	0,05	0,39			7,8р	
	2 клас небезпеки						
	3 клас небезпеки						
	Сірководень	10	10,8	1,08р			
Азоту діоксид	2,0	5,5	2,75р				
	Вуглецю оксид	20,0	5,0				
2	Пил, переважно фіброгенної дії, мг/м ³	4	18,4		4,6р		90
3	Шум, дБА	80	90		10		90
4	Вібрація (загальна), дБ	92	96		4		90
5	Мікроклімат в приміщенні (теплий період):						90
	Температура, °С.	15-26	42			16	
	Швидкість руху повітря, м/с.	0,2-0,6	0,71	1,18			
	Відносна вологість повітря %.	40-60	39				
	Інфрачервоне випромінювання, Вт/м ²	140	2650		2650		
6	Тяжкість і напруженість праці	Категорія робіт - важка, III напружена					

Таким чином, проведений аналіз умов праці дозволяє зробити висновок, що робоче місце має в наявності 3 чинника I ступеню, 4 чинника II ступеню і 3 чинника III ступеню і є місцем з особливо шкідливими і особливо важкими умовами праці. Умови праці відносяться до III класу 3 ступеня.

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

Характеристика об'єкта:

- будівля - цегляна, безкаркасна, з залізобетонним перекриттям,
- Обладнання - кранове,
- Комунікаційно-енергетичні системи - кабельні лінії.

Вражаючі фактори ядерного вибуху.

Вражаючими факторами ядерного вибуху є:

- Ударна хвиля
- Світлова радіація
- Проникаюча радіація
- Радіоактивне зараження місцевості при наземному вибуху
- Електромагнітний імпульс.

Характеристика ступеня ураження людей на об'єкті:

Вибух, з урахуванням відхилення від точки прицілювання і найгіршому при цьому варіанті, відбудеться приблизно в 2-х кілометрах від об'єкта. При цьому максимальний надлишковий тиск на фронті ударної хвилі буде дорівнює приблизно 40-50 кПа (за даними таблиці № 2). Пошкодження людей при цьому будуть оцінюватися як середнього ступеня тяжкості або легені, в залежності від того, де будуть знаходитися люди.

Характеристика руйнування об'єкта:

Оскільки надлишковий тиск на фронті ударної хвилі буде більше 40 кПа, то ступінь руйнування об'єкта буде оцінюватися як сильна або, при перевищенні надлишковим тиском значення 45 кПа, як повна. Підйомно-транспортне обладнання при цьому буде пошкоджено слабо. Ступінь пошкодження кабельних ліній буде оцінюватися як середня.

Розрахунок вражаючої дії світлового випромінювання:

Вражаюча дія світлового випромінювання можливо на людей, тварин, викликаючи опіки, і на різні матеріали, викликаючи їх обвуглювання, займання або стійке горіння.

- Величина світлового випромінювання

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

Вул	Арк	№ док.ум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

більш ніж наполовину і через 1 тиждень виявляються ті ж симптоми, але в більш важкій формі; важка (виникає при отриманні дози 401-600 Р), коли різко зменшується не лише кількість лейкоцитів, але і еритроцитів і тромбоцитів, симптоми нездужання проявляються вже через кілька годин (без лікування хвороба закінчується смертю в 20-70% випадків); вкрай важка (доза - понад 600 Р) - без лікування закінчується смертю протягом 2 тижнів.

У розрахунковому випадку і з урахуванням того, що люди можуть знаходитись в будівлі, експозиційна доза не буде перевищувати 100 Р.

-Розрахунок зон зараження і доз опромінення на сліді радіоактивної хмари:

Залежно від ступеня зараження на сліді радіоактивної хмари виділяють наступні зони радіоактивного зараження: помірного (тип А), сильного (тип Б), небезпечного (тип В), надзвичайно небезпечного (тип Г). З часом, в наслідок розпаду радіоактивних речовин на сліді радіоактивної хмари спостерігається спад рівня радіації. Щоб визначити рівень радіації в будь-який час після вибуху використовується коефіцієнт К для перерахунку: $K = P1/pt$, де P1 - рівень радіації на 1 годину після вибуху.

Визначення дози, отриманої працівником в будівлі об'єкта:

Умова: працівник перебуває на будівлі об'єкта 10 годин.

Розрахунок дози проводиться за формуле $D = PCP * T/K_{осл}, P.$, де $PCP = (P_n + P_k)/2$ (P_n і P_k - рівень радіації на початку і наприкінці перебуває в зоні радіоактивного зараження). У розрахунковому випадку $K_{осл}$ в будівлі = 5.

У розрахунковому випадку $PCP = (9350 + 9350/11)/2 = 5100$ Р/год

Доза, отримана працівником у приміщенні $D = 5100 * 10/5 = 10200$ Р.

Для підвищення стійкості об'єкта до даному вибуху необхідно провести наступні заходи:

* Розробити план накопичення і будівництва необхідної кількості захисних споруд, яким передбачається укриття робітників і службовців у швидкокомтованих укриттях в разі нестачі сховищ, що відповідають сучасним

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

Арк

73

вимогам.

* При проектуванні і будівництві нових цехів підвищення стійкості може бути досягнуто застосуванням для несучих конструкцій високоміцних і легких матеріалів (сталей підвищеної міцності, алюмінієвих сплавів). При реконструкції існуючих промислових споруд, так само як і при будівництві нових, слід застосовувати полегшені міжповерхові перекриття і сходові марші, посилені кріплення їх до балок, застосовувати легкі, вогнестійкі покрівельні матеріали. Обвалення цих конструкцій і матеріалів принесе менше шкоди, ніж важкі залізобетонні перекриття, покрівельні та інші конструкції. У найбільш відповідальних спорудах можуть вводитися додаткові опори для зменшення прольотів, посилюватиметься найбільш слабкі вузли і окремі елементи несучих конструкцій.

* Підвищення стійкості обладнання досягається шляхом посилення його найбільш слабких елементів, а також створенням запасів цих елементів, окремих вузлів і деталей, матеріалів та інструментів для ремонту і відновлення пошкодженого обладнання. Деякі види технологічного обладнання розміщують поза будинком - на відкритому майданчику території об'єкта або під навісами. Це виключає пошкодження його уламками огорожувальних конструкцій.

* Підвищення стійкості технологічного процесу досягається завчасної розробкою способів продовження провадження при виході з ладу окремих верстатів, ліній або навіть цілих цехів за рахунок переведення виробництва в інші цехи; розміщенням виробництва окремих видів продукції у філіях; шляхом заміни що вийшли з ладу зразків обладнання іншими, а також скороченням кількості використовуваних типів верстатів та іншого обладнання.

* Для підвищення стійкості системи енергопостачання створюються дублюючі джерела електроенергії, газу, води, пари шляхом прокладки декількох підвідних комунікацій і подальшого їх закріплення.

* Чи повинні проводитись заходи по зменшенню ймовірності виникнення вторинних факторів поразки і збитків від них.

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

ВИСНОВКИ

Сучасне машинобудування розвивається на базі великих виробничих об'єднань, що включають заготівельні і ковальсько-пресові цехи, цехи термічної і механічної обробки металів, цехи покриттів, а також велике ливарне виробництво.

Ливарні цехи складаються з електродугових і індукційних печей, вагранок і є найбільшими джерелами пилегазовиділення на машинобудівному підприємстві.

Для знепилювання ваграночних газів застосовують сухі і мокрі газоочистні апарати. Використання тільки сухих або мокрих інерційних та відцентрових апаратів не забезпечує необхідний ступінь очистки. Необхідні комбіновані системи пиловловлювання, що включають сухі і мокрі апарати на першому місці, а на другий - рукавні фільтри, скрубери Вентурі, електрофільтри, мокрі і сухі іскрогасники.

У ливарному виробництві викиди забруднюючих речовин відбуваються з ваграночних печей, де плавлять чавун. Діоксид сірки, що утворюється при згоранні коксу, виходить разом з газами, що відходять вагранки. Кількість його в відведених газах відповідає приблизно половині вмісту сірки в коксі, оскільки частина її поглинається розплавом чавуну, а частина переходить в шлак.

Процеси виплавки чавуну і його переробки супроводжуються викидом в атмосферу різних газів. Разом з доменним газом в атмосферу в невеликих кількостях викидаються також сполуки миш'яку, фосфору, сурми, свинцю, пари ртуті і рідкісних металів, ціаністий водень і смолисті речовини.

Значну роль у забрудненні атмосфери грають викиди оксидів азоту, вуглекислого газу, діоксиду сірки, фенолу, аміаку, оксидів вуглецю, пилу. При лиття під дією теплоти рідкого металу з формувальних сумішей виділяються бензол, фенол, формальдегіди, метанол та інші токсичні речовини [3].

В ливарних виробництвах крім плавильних печей є ряд інших джерел пилу:

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

Арк

75

Контролювати утримання викидів в атмосферу, а також ефективність роботи газоочисного і пиловловлюючого обладнання необхідно для підтримки чистоти атмосферного повітря в районі розміщення підприємства в межах, регламентованих санітарно - гігієнічними нормативами.

Інв.№ подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№ дцдл.	Підп. і дата	ТС 22510303	Арк
						77
Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

12.Горобець В.Г., Гаврилова В.М. Виробництво сталі в дуговій печі. К.:
Металургія, 1996. 204 с.

13. Микільський А.Є., Зінуров І.Ю. Обладнання та проектування
електросталеплавильних цехів: навчальний посібник для вузів. Запоріжжя.:
Металургія, 2003. 272 с.

14.Самохвалов Г.В., Черниш Г.І. Електричні печі чорної металургії: навч.
посібник для вузів. М.: Металургія, 1984. 232с. 15.Технічний каталог обладнання
та послуг. Запоріжжя: ТОВ Науково-виробниче Підприємство
«Дніпроенергосталь», 2012. 52 с.

16. Белоконь К. В., Остафійчук О. О. Проект системи сухої очистки газів
електросталеплавильного виробництва з утилізацією вловленого пилю. XXIV
Науково-технічна конференція студентів, магістрантів, аспірантів, молодих
вчених та викладачів. Проблеми сучасного будівництва, екологічної безпеки та
охорони праці. Запоріжжя: ІІ ЗНУ, 2019. Т. 2 С. 127.

17.Осипенко В.Д., Безбабний С.Г., Манідін В.С. Технічні рішення щодо
проектування газоочисних установок малотоннажних технологічних агрегатів з
переробки вторинної сировини. Чорна металургія. Бюлетень науково-технічної та
економічної інформації, 2006. Випуск 10 (1282), с. 79-83.

18. Коузов П.А. Основи аналізу дисперсного складу промислових пилів та
подрібнених матеріалів. Львів.: Хімія, 2017. 280 с.

19. Теверовський Б.З. Розрахунки пристроїв для очищення промислових
газів від пилю: навч. допомога. К.: УМК ВО, 1991. 92 с.

20.ТОВ НВП «Дніпроенергосталь». СПЦ-1. Газоочищення установок ЕП
№1,2. Пояснювальна записка. Запоріжжя, 2018р. 52с.

21. Мочан С.І. Аеродинамічний розрахунок котелень (нормативний метод).
Д.: Енергія, 1997 256 с.

22. Донецький завод вентиляційного обладнання. Каталог, 2007 р. ЗАТ ЗВО
«Донвентилятор. 271с.

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

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510303

Арк
79

