Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерний навчально-науковий інститут ім Ю.М. Потебні

(назва факультету)

Кафедра металургійних технологій, екології та техногенної безпеки

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

(перший (бакалаврський) рівень)

на тему «Розробка пропозицій з удосконалення системи очищення забруднених газів від електродугових печей сталеплавильного цеху»

Виконала: студентка 4 курсу, групи 6.183З-с3

Новак Ж.В.

(ПІБ) (підпис)

спеціальності

183 Технології захисту навколишнього середовища

(шифр і назва)

освітньо-професійна програма

Технології захисту навколишнього середовища

(шифр і назва)

Керівник Вагін А.В.

(прізвище та ініціали) (підпис)

Запоріжжя – 2025 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра *металургійних технологій, екології та техногенної безпеки*

Рівень вищої освіти *перший бакалаврський рівень*

Спеціальність *183 Технології захисту навколишнього середовища*
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма *Технології захисту навколишнього середовища*
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри *МТЕТБ*
Ю.О. Бєлоконь
«09» 06 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ) СТУДЕНТУ

Новак Жанна В`ячеславівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Розробка пропозицій з удосконалення системи очищення забруднених газів від електродугових печей сталеплавильного цеху
керівник роботи (проєкту) Вагін Андрій Вікторович, к.ф.-м.н, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджена наказом вищого навчального закладу від «27»12 2024 року № 2031-с

2. Строк подання студентом роботи (проєкта) 09.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи (проєкта) об'ємна витрата очищуваного газу за робочих умов: $V = 48$ м^3/с; запиленість надходячого на очищення газу $Z_1 = 2$ г/м^3; щільність пилу $\rho = 3500$ кг/м^3; пористість шару пилу $m = 0{,}85$; температура газу $t = 100\ ^0$C; динамічна в'язкість газу за робочих умов $\mu = 22 \cdot 10^{-6}$ Па·с.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) реферат, вступ, загальна частина, спеціальна частина, охорона праці та техногенна безпека, висновки, список використанних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) презентаційний матеріал, 12 слайдів

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата завдання прийняв
Розділ 1	Вагін А.В., доцент	
Розділ 2	Вагін А.В., доцент	
Розділ 3	Вагін А.В., доцент	
Нормоконтроль	Вагін А.В., доцент	

7. Дата видачі завдання__14.04.2025 р._____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ	до 21.04.2025	
2	Реферат	до 25.04.2025	
3	Розділ 1	до 12.05.2025	
4	Розділ 2	до 19.05.2025	
5	Розділ 3	до 03.06.2025	
6	Висновки	до 06.06.2025	

Здобувач _____ Новак Ж.В._____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи) _____ _Вагін А.В._____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Реферат

Кваліфікаційна робота на тему «Розробка пропозицій з удосконалення системи очищення забруднених газів від електродугових печей сталеплавильного цеху»: 66 стор., 7 табл., 6 рис., 15 джерел.

ЕЛЕКТРОДУГОВА ПІЧ, ВИРОБНИЦТВО, ВИКИДИ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, СТАЛЕЛИВАРНИЙ ЦЕХ, МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ, РУКАВНИЙ ФІЛЬТР, СКРУБЕР ВЕНТУРІ, СТРУШУВАННЯ РУКАВІВ, ШЛАМИ.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка пропозицій з удосконалення системи очищення забруднених газів від електродугових печей сталеплавильного цеху.

У першому розділі розглянуто розглянуто структуру підприємства, основний технологічний процес та характеристику викидів у сталеплавильного цеху.

У другому розділі розглянуто існуючі методи очищення відхідних газів та розроблені пропозиції щодо вдосконалення системи очищення забруднених газів від електродугових печей. Наведено схему очищення відхідних газів від електродугових печей у скрубері Вентурі. Запропоновано очищення відхідних газів у двох рукавних фільтрах ФРІР-1200.

У розділі «Охорона праці та техногенна безпека» визначено основні шкідливі та небезпечні фактори в цеху та запропоновані заходи їх зменшення. Виконано розрахунок вентиляції для видалення тепла і газів з 6-тонної електросталеплавильної печі, над якою встановлюється зонт з механічною тягою. Для забезпечення ефективності вентиляції необхідно забезпечити витрату повітря витяжного зонта не менше, ніж 342 $м^3$/год.

Зміст

ВСТУП 6

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА 8

1.1 Структура підприємства 8

1.2 Сталеплавильний цех № 2 10

1.3 Основний технологічний процес та обладнання в цеху . 11

1.4 Джерела і характеристика викидів забруднюючих речовин 20

1.5 Схема системи очищення газів, що відходять від електросталеплавильних печей 24

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА 27

2.1 Існуючі методи очищення 27

2.2 Існуюча технологічна схема очищення . . . 40

2.3 Пропозиції щодо вдосконалення 44

2.4 Принцип дії рукавних фільтрів 45

2.5 Запропонована схема очищення відхідних газів . . 48

2.6 Розрахунок рукавного фільтру 49

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА . . . 54

3.1 Основні шкідливості і небезпеки сталеливарного цеху . 54

3.2 Заходи щодо зниження шкідливостей і небезпек у сталеливарному цеху 57

3.3 Розрахунок вентиляції робочих місць . . . 59

3.4 Пожежна профілактика 61

ВИСНОВКИ 64

СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ 65

ВСТУП

Метали відносяться до числа найбільш розповсюдженних матеріалів, які людина використовує для забезпечення своїх життєвих потреб. У наші дні важко знайти таку галузь виробництва, науково-технічної діяльності людини або просто його побуту, де метали не грали б чільної ролі як конструкційного матеріалу.

Сталями називають сплави заліза з вуглецем, зміст якого не перевищує 2,14%. Сталь – найважливіший конструкційний матеріал для машинобудування, транспорту і ін .

Сталеплавильне виробництво – це отримання сталі з чавуну і сталевого брухту в сталеплавильних агрегатах металургійних заводів. Сталеплавильне виробництво є другою ланкою в загальному виробничому циклі чорної металургії. У сучасній металургії основними способами виплавки сталі є киснево-конвертерний, мартенівський і електросталеплавильний процеси. Співвідношення між цими видами сталеплавильного виробництва змінюється.

Сталеплавильний процес є окислювальним процесом, так як сталь виходить в результаті окислення і видалення більшої частини домішки чавуну – вуглецю, кремнію, марганцю і фосфору. Відмінною особливістю сталеплавильних процесів є наявність окисної атмосфери. Окислення домішок чавуну та інших шихтових матеріалів здійснюється киснем, що містяться в газах, оксидах заліза і марганцю. Після окислення домішок, з металевого сплаву видаляють розчинений у ньому кисень, вводять легуючі елементи й отримують сталь заданого хімічного складу.

Всі відомі технологічні процеси виробництва чавуну, сталі, а також процеси, пов'язані з їх подальшим переділом, супроводжуються утворенням великих кількостей відходів у вигляді шкідливих газів і пилу, шлаків, шламів, стічних вод, що містять різні хімічні компоненти, скрапу, окалини, бою вогнетриву, сміття та інших викидів, які забруднюють атмосферу, воду і

поверхню землі. Є дані, що виплавка 1 т стали пов'язана з викидом в атмосферу 0,04 т твердих часток, 0,003 т діоксиду сірки, близько 0,07 т оксиду вуглецю. Пил містить сполуки марганцю, заліза, міді, цинку, кадмію, свинцю та інших металів [1].

За наявними даними, забруднення навколишнього середовища навколо підприємств чорної металургії в залежності від пануючого напрямку вітрів відчувається в радіусі 20 – 50 км. На 1 км^2 цієї території в добу випадає 5-15 кг пилу.

Захист навколишнього середовища від шкідливих викидів є однією з найгостріших проблем сучасності. Забруднення атмосфери та світового океану вже зараз загрожує існування рослинного і тваринного життя. Неминуче зростання промислового виробництва і, отже, подальше збільшення викидів шкідливих речовин в атмосферу можуть спричинити за собою серйозні наслідки, які в даний час важко передбачити.

В даний час можливі два напрямки захисту навколишнього середовища від шкідливих впливів людського суспільства. Перший напрямок, який іноді називають пасивним методом захисту навколишнього середовища, являє собою комплекс заходів з обмеження шкідливих викидів і відходів промислового і сільськогосподарського виробництв з подальшою утилізацією відходів. Це напрямок вже широко використовується, хоча і не вирішує проблему кардинально. Воно полягає в організації очищення стічних вод від домішок, очищення газових викидів від шкідливих речовин, розсіюванні шкідливих викидів в атмосфері, похованні токсичних і радіоактивних відходів.

Другий напрямок розробка таких технологічних процесів, які б в максимальному ступені наближалися до природних процесів у біосфері. Прикладом може служити будь-яка екологічна система, де відходи одних організмів служать їжею (сировиною) для інших і де на виході утворюються ті ж вихідні речовини (мінеральні солі, діоксид вуглецю, кисень, вода), які надійшли до системи на вході. Фактично це безвідходне виробництво [1].

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Структура підприємства

ПАТ «Дніпровський стрілочний завод» (ПАТ ДнСЗ) є провідним українським виробником стрілочної продукції для ЖД магістралей України. Сучасний рівень виробництва дозволив заводу в повному обсязі задовольняти запити замовників українських залізниць, активно вести торгівлю з країнами СНД, Балтії, Ірану, Сирії, В'єтнаму, Індії, Куби.

ПАТ «ДнСЗ» виробляє комплекти стрілочних переводів типу Р50, Р65, стрілочні переводи з гнучкими вістряками, рейкові рамки, стрілочний перевід типу Р50м.

ВАТ «ДнСЗ» має наступну структуру:

- сталеплавильний цех № 1;
- сталеплавильний цех № 2;
- механіко-складальний цех;
- механіко-заготівельний цех;
- ковальсько-пресова ділянка;
- ремонтно-механічний цех;
- енергосиловий цех;
- інструментальний цех;
- ремонтно-будівельний цех;
- транспортний цех;
- автотранспортний цех.

Сталеплавильні цеха № 1 і № 2, механіко-заготівельний, механіко-складальний, ковальсько-пресова ділянка є основними виробничими підрозділами на підприємстві.

Інструментальний, ремонтно-будівельний, ремонтно-механічний, енергосиловий, транспортний та автотранспортний цеха є допоміжними виробничими підрозділами.

Стрілочний перевід що виготовляється на підприємстві комплектується наступними вузлами:

- стрілка, що складається з двох половинок: рамної рейки і вістряка;

- хрестовина, що складається з литого сердечника і рейкових вусиків, склепані між собою болтами з гайками і шайбами, встановлених на прокладці;

- рейкові рубання;

- комплекти прикладних деталей;

- ящики з метизами.

На підприємстві здійснюється наступний технологічний процес: вістрякова болванка надходить у відділення пресування кореня, після в механіко-заготівельний цех на механічну обробку, і після чого в механіко-складальний для гартування і збірки. У сталеплавильному цеху № 1 виготовляють заготівки сердечника з марганцевистої сталі. У сталеплавильному цеху № 2 виготовляється подушка підкладна з вуглецевого лиття в електроплавильних печах. У механіко-заготівельному цеху відбувається механічна обробки на металообробних верстатах: обрізка, правка, фрезерування, цурпалки, свердління, згинання, зачистка кореня сердечника.

У механіко-складальному цеху на спеціальному стенді відбувається збір стрілки і комплектація ящика з метизами, а також виконується механічна збірка сердечника, вусиків і виготовлення рівної рейки.

На ковальсько-пресовій ділянці виготовляються дотепники, шляхом випрессовки його з кореня, а також болти та інші допоміжні деталі.

В інструментальному цеху виконується механічна обробка деталей на верстатах.

У ремонтно-механічному цеху виконується механічна обробка деталей на верстатах.

Ремонтно-будівельний цех виготовляє ящики для метизів, щити та прокладки для стрілочного переводу, а також виконує ремонтно-будівельні

роботи на підприємстві.

Енергосиловий цех займається обслуговуванням і ремонтом енергетичного обладнання заводу. До цього цеху відноситься компресорна, теплогенераторні та блоки очищення стічних вод заводу.

Автотранспортна ділянка виконує перевезення сировини, відходів готової продукції та інших матеріалів.

Особлива увага приділяється зменшенню екологічного впливу підприємства на навколишнє середовище шляхом зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу.

1.2 Сталеплавильний цех № 2

У цеху відливають деталі верхньої будови колії.

До складу цеху входять наступні підрозділи:

- плавильна ділянка;
- формувально-заливна ділянка;
- стрижнева ділянка;
- виготовлення сумішей;
- термообрубна ділянка.

Допоміжні дільниці:

- ділянка підготовки шихти;
- ділянка ремонту ковшів;
- ділянка підготовки формувальних матеріалів;
- ділянка підготовки виробництва;
- цехові ремонтні служби механіка і енергетика;
- склад шихти і формувальних матеріалів;
- склад моделей і стрижневих ящиків;
- склад готової продукції.

На плавильній ділянці проводиться виплавка вуглецевої сталі в електродугових сталеплавильних печах типу ДСП-6. При виплавці сталі в

електропечах утворюються ливарні шлаки, які складають 8-10% від кількості рідкої сталі. Рідку сталь заливають в опоки (форма та формувальна суміш).

На ділянці виготовлення сумішей готують формувальну суміш. За стрічковим конвеєром формувальна суміш подається в бункери – відстійники, а потім на автоматичні формувальні лінії, де виробляється виготовлення форм. На стрижневий ділянці – виготовлення стрижнів.

Виплавлена сталь заливається в ливарні форми. Подається автоматичним конвеєром на ділянку вибивки форм. Вибивка здійснюється за допомогою інерційних вибивних грат.

Формувальна суміш стрічковим конвеєром подається на повторне використання на ділянку з виготовлення сумішей.

При приготуванні формувальних сумішей використовують свіжі формувальні матеріали: пісок кварцовий $1КО_2$ (5-10%), глиниста суспензія (4-5%). Сполучна і зворотня суміш (75%), вода до необхідного значення вологості.

Відлиття по пластинчастому конвеєру надходять на термообрубну ділянку, де на галтовочних барабанах виробляється відділення літнікової системи. Потім виливки надходять на термообробку в термічне відділення. З термопечі відливки надходять в дробеметний барабан, де поверхня виливки очищається від пригорілостей. Пригорілості збирають, після чого проводиться додаткове очищення і обрубка відливок, заварка дефектів.

Готові виливки надходять на склад, звідки – в механіко-складальний цех для подальшої збірки [1].

1.3 Основний технологічний процес та обладнання в цеху

Найбільшого поширення набули трифазні дугові печі з трьома електродами. За принципом нагріву ці печі відносяться до типу електродугових печей прямої дії. У них електричні дуги горять безпосередньо між кожним з електродів і металевої садку. Нагрівання металу

відбувається в основному за рахунок тепла, випромінюваного дугами. Передбачені наступні ємності печей: 0,5; 1,5; 3,0; 6,0; 12,0; 25,0; 50,0; 100, 200, 300, 400 т.

За способом завантаження печі поділяються на два типи: печі із завантаженням зверху і печі із завантаженням через робоче вікно. Через робоче вікно завантажують печі невеликої ємності, причому завантаження проводиться або завалочною машиною за допомогою мульди, лотками і в рідкісних випадках вручну спеціальною лопатою. Печі з завантаженням через вікно мають стаціонарно укріплений звід і більш просту конструкцію, ніж печі із завантаженням зверху.

Більш досконалим способом є завантаження печей зверху, хоча вона і викликає значні ускладнення конструкції печі, тому що при цьому виникає необхідність підйому та відводу зведення в бік.

Найбільш раціональною та поширеною останнім часом є конструкція печі з поворотним склепінням. Звід за допомогою спеціальних механізмів підводиться над корпусом печі на 150-200 мм і відвертається убік на кут 95-110°. Печі з повертаючимся склепінням мають наступні переваги: майже повна відсутність механічних струсів кладки печі при підйомі склепіння, меншу вагу печі та її переміщувані частини, деяке здешевлення конструкції. Подібну конструкцію мають наші печі великої ємності. Від ємності печі залежить потужність трансформатора, від якого живиться піч, розміри її робочого простору, діаметр електродів і інші технічні характеристики [2].

Кожух печі виконується зварним або клепані з листового заліза товщиною 10-30 мм. Він повинен володіти достатньою міцністю, щоб витримати футерування, метал і шлак, звід і тиск розширюється при нагріванні кладки, причому нагрів самого кожуха не повинен перевищувати 100-150 °С. Кожух має, звичайно конічну або циліндричну форму. Конічна форма полегшує виготовлення похилої кладки печі і заправку укосів, збільшує стійкість футерування. Для збільшення міцності кожуха його зміцнюють вертикальними ребрами, і горизонтальними поясами жорсткості.

Днище кожуха великих печей роблять сферичної форми, яка забезпечує високу міцність і мінімальну вагу кладки воно може бути також конічним з плоскою центральною частиною.

Сводове кільце служить опорою для вогнетривкої кладки склепіння зварне або клепане кільце має водяне охолодження, що підвищує його стійкість.

У печах із завантаженням зверху для забезпечення герметичності стику склепіння і кожуха влаштовується пісочний затвор. Кільця склепіння мають внизу виступ – ніж, який входить до заповненого піском порожнину верхнього кільцевого пояса жорсткості [2].

Робоче вікно служить для завантаження печей малої ємності, а також для введення різних добавок і флюсів матеріалів заправки подини і укосів та ін. Робоче вікно перекривається пустотілою водоохолоджуваною заслінкою. Герметичність прилягання заслонки до арматур вікна забезпечується нахилом (близько 5-6° до вертикалі) направляючої рами, в якій рухається заслонка. Рух заслонки забезпечується пневматичним або електричним приводом.

Злитий жолоб призначений для випуску металу в ківш. Випускний отвір – круглий (діаметром 120-150 мм) або прямокутний (150-250 мм), влаштовується з протилежного боку робочого вікна. На час плавки воно закладається сухим подрібненим доломітом. До випускного отвору примикає металевий жолоб, футерований шамотною цеглою з вогнетривкою обмазкою. Довжина жолоба всього 1-2 м, щоб при випуску не викликати помітного охолодження та зайвого окислення рідкого металу.

Ущільнювальні кільця (економайзери) закривають проміжок між отвором у зводі і електродом. Вони оберігають електроди від зайвого окислення і нагрівання газами, що виходять з печі, забезпечують герметичність зазору між електродом і склепінням. Ущільнююче кільце виконується із сталі або бронзи у вигляді порожнистої циліндричної водоохолоджуваної коробки, що встановлюється на склепіння або втоплена в

кладку склепіння. Досить поширені кільця у вигляді змійовика з суцільнотягнутих труб, що опускаються в зазор.

Електродотримачі призначені для підведення струму до електродів і утримання їх на певній висоті в печі. Електродотримачі складаються з голівки, пружинно-пневматичного затиску, рукава, телескопічної стійки і жорсткої частини втраченого струмоподвода.

Головки електродотримачів виготовляють із сталі, бронзи, латуні та роблять водоохолоджуваними.

Внутрішній обрис футерування ванни печі, стін і склепіння утворює плавильне простір печі. Оптимальною формою ванни, в якій знаходяться метал і шлак, є сфероконічна.

Конічна частина має ухил 45°, що полегшує заправку печі і дозволяє підтримувати необхідну форму ванни в процесі роботи печі.

Футеування електродугових печей виконується з основних або кислих вогнетривких матеріалів. Найбільш поширені печі з основним футеруванням, в них виплавляється сталь для зливків, в печах з кислим футеруванням виплавляється невелика кількість сталі переважно для фасонного лиття.

Окремі частини футерування – подини, стіни і склепіння – працюють в різних умовах, що й обумовлює неоднакову їх стійкість. У найбільш важких умовах перебувають звід і стінки печі. Ці частини футерування, і особливо звід, зазнають значного перегріву за рахунок променистої енергії електричних дуг, хімічному впливу розжарених газів, що містять оксиди заліза і вапняну, пил. Вони також зазнають різкі перепади температур, особливо в період завантаження шихти, і значні механічні напруги. Різні умови роботи істотно позначаються на конструкції окремих частин футерування, способи їх виготовлення [3].

Подіна основної печі ДСП-6 складається з верхнього робочого набивного шару, цегляного підстави і теплоізоляційного шару. На теплоізоляційному шару зводиться цегляна підстава подіни, що складається з декількох рядів магнезитових цеглин (товщина 575 мм). Кладка виконується

таким чином, щоб вертикальні шви в сусідніх рядах не збігалися один з одним, що ускладнює прохід рідкого металу в разі місцевого руйнування робочого шару подіни через кладку.

Верхній шар робочої подіни виготовляється набиванням з магнезитового порошку з добавками зв'язуючих: кам'яновугільної смоли (10% за масою) і пеку (~ 1%).

Звід основних печей середньої і великої ємності на наших заводах набирають переважно з магнезітохромітової цегли; раніше для склепінь використовували динасову цеглу.

Підведення струму в плавильний простір електродугової печі здійснюється трьома електродами циліндричної форми. Матеріал електроду в силу специфічності умов його роботи повинен володіти доброю електропровідністю і в той же час витримувати дуже високі температури. Крім того, електрод повинен мати достатню механічну міцність і опірність окисного впливу атмосфери печі.

Графітіровані електроди у порівнянні з вугільними мають ряд переваг, які й зумовлюють застосування їх у печах середньої та великої ємності. Вони мають менший питомий електроопір, що дозволяє допускати високі щільності струму. При одному і тому ж діаметрі електродів у печі з графітованими електродами можна подавати значно більшу потужність, ніж у печі з вугільними електродами. Графітіровані електроди краще протистоять окисному впливу атмосфери печі.

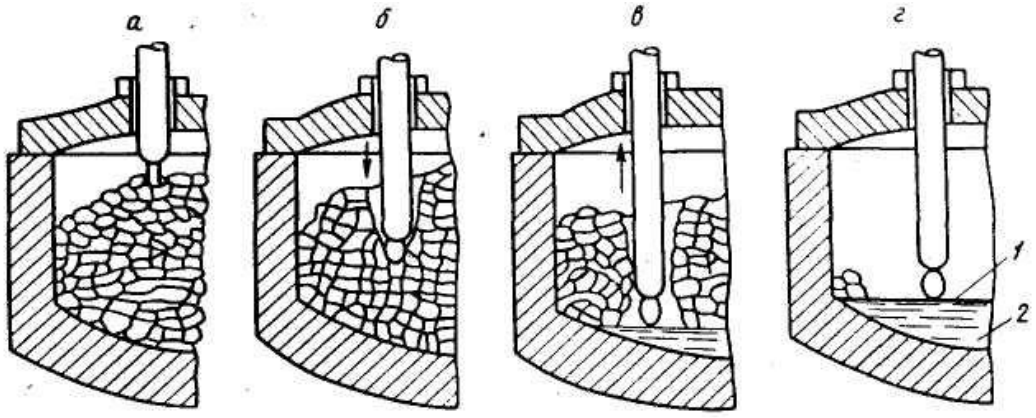
Процес плавки з окислюванням складається з наступних послідовних стадій: заправки печі, завантаження шихти, плавлення шихтових матеріалів, окисного періоду, відбудовного періоду і випуску плавки.

Заправка печі – це підготовка печі до чергової плавки; вона полягає у частковому оновленні і усуненні дефектів футеровки подіни і укосів. Заправка проводиться відразу ж після випуску металу, поки ще в печі зберігається висока температура. Перед заправкою ретельно видаляють з печі залишки металу і шлаку. Потім на пошкоджені місця подини і укосів

закидають дрібнозернистий, сухий магнезитовий порошок. При значних ушкодженнях заправку проводять магнезитовим порошком з добавкою в якості сполучного кам'яновугільної смоли або пеку, або ж рідкого скла. Заправку здійснюють вручну. Це одна з найбільш важких операцій. Останнім часом для цієї мети застосовують пневматичні заправні машини.

Завантаження шихти. Склад шихти визначається хімічним складом сталі, що виплавляється. При плавці з окисленням шихту складають з розрахунку отримання вмісту вуглецю в металі по розплавленні вище 0,3% заданого при виплавці високовуглецевих сталей (із вмістом 0,6% С і більше) і вище 0,4% при виплавці середньо- і низьковуглецевих сталей. Шихта складається із сталевого брухту, відходів низьколегованих сталей і чавуну. Вміст хрому в шихті не повинен перевищувати 0,40%. Відходи легованих сталей в шихту не вводять, так як їх економічно вигідно використовувати при виплавці сталі методом переплаву. Завалка шихти виробляють відразу ж після закінчення заправки.

Для щільної укладки шихти (рис. 1.1) і якнайшвидшого її розплавлення застосовують брухт різних габаритів. Оптимальним співвідношенням вважається: 30 – 40% великого, 50 – 40% середнього та 10 – 25% дрібного.



а – початок плавлення; б – опускання електрода вниз; в – підйом електрода вгору; г – кінець плавлення: 1 – шлак; 2 – метал.

Рисунок 1. 1 – Етапи плавлення шихти в дуговій печі

При завантаженні зверху на дно цебра поміщають частину легковагого скрапу, потім великий і середній лом і зверху решту дрібниці.

З метою скорочення періоду плавлення і підвищення продуктивності електродугових печей на деяких заводах проводять попередній підігрів скрапу до 850-870 °С у спеціальних футерованих шамотних цеглою бадді. При завантаженні шихти завалочною машиною зберігається та ж послідовність завалки легковажно, великого та середнього брухту.

Плавлення. Після закінчення завантаження опускають електроди і включають струм. Плавлення шихти проводять форсовано на максимальній ступені вторинної напруги пічного трансформатора. Поступово електроди опускаються вниз. По мірі плавлення шихти навколо електродів рівень рідкого металу підвищується, одночасно відбувається підйом електродів.

Автоматичні регулятори підтримують необхідну постійну довжину дуг. Поступово плавлення охоплює шихту між електродами, а потім і розташовану біля укосів.

В кінці періоду плавлення, коли електричні дуги не закриті шихтою, знижують потужність, перемикаючи піч на більш низьку ступінь напруги.

Для прискорення плавлення шихти великі печі обладнають пристроєм для обертання корпусу на ± 40°. Послідовно, повертаючи корпус печі на 40° від нормального положення, потім повертаючи в нормальне положення і знову повертаючи на 40° у інший бік, отримують значного розширення зони безпосередньої дії електричних дуг, а отже, поліпшення умов розплавлення шихти.

Тривалість періоду плавлення може бути скорочена також шляхом вдування кисню у рідкий метал.

При застосуванні кисню тривалість періоду плавлення скорочується на 10-15%. Витрата кисню становить 5 – 10 $м^3$/т сталі. У процесі плавлення в піч додають вапно або вапняк, а за 20-25 хвилин до закінчення розплавлення – залізну руду.

При плавленні шихти протікає ряд фізико-хімічних процесів. Практично повністю окислюються кремній, алюміній і титан, близько половини окислюється марганцю. Відбувається також і окислення вуглецю і фосфору. Шлаки в кінці періоду розплавлення містять: 35-45% CaO; 15-25% SiO_2, 8-15% MgO; 7-10% MnO; 10-15% FeO; 0,5-1,0% P_2O_5. Після розплавлення всієї шихти відбирають першу пробу металу для визначення в ньому вмісту вуглецю, марганцю та ін. Після відбору проби металу, не вимикаючи струм, нахиляють піч убік завантажувального вікна і видаляють (скачують) з печі більшу частину шлаку (70-80%). Зі шлаком видаляється основна частина фосфору, що міститься в шихті і окислах у період плавлення. З цього моменту приступають до проведення окисного періоду плавки [4].

Окислювальний період. Його завданнями є: 1) максимальне зниження вмісту фосфору; 2) можливо більше видалення газів (водню і азоту) і оксидних неметалічних включень; 3) підвищення температури металу до необхідного рівня та вирівнювання її по всьому об'єму металевої ванни. У цей же період відбувається подальше окислення вуглецю, марганцю, хрому та інших легуючих елементів, що володіють високою спорідненістю до кисню.

Після скачування первинного шлаку у піч додають вапно і, у випадку необхідності, для підтримки необхідної рухливості шлаку – плавиковий шпат або шамотний бій. Загальна кількість входячих у піч шлакоутворюючих становить 1,5-2,0% від маси садки. Після утворення рухливого шлаку і нагрівання металу до необхідної температури в ванну періодично, невеликими порціями, вводять руду і вапно. Це викликає підвищення вмісту оксидів заліза і окису кальцію в шлаці, а отже, створює сприятливі умови для подальшого переходу фосфору з металу в шлак і протікання інших окислювальних реакцій.

Утворений в цей період плавки шлак має приблизно такий склад: 40-50% CaO; 10-20% SiO_2; 15-20% FeO; 6-10% MgO; 5-12% MnO; 2-3% Al_2O_3, основність шлаку 2,6-3,0. Зазначений шлаковий режим забезпечує до 0,010-

0,020% вмісту фосфору до кінця окисного періоду в залежності від марки сталі, що виплавляється.

Необхідна швидкість окислення вуглецю в цей період підтримується періодичними добавками руди і високим температурним режимом. У початковій стадії окисного періоду швидкість вигоряння вуглецю становить 0,4-0,6% на годину, в кінцевій стадії знижується до 0,2-0,3% на годину. Протягом окислювального періода, має вигоряти 0,3-0,5% С. У цей же період відбувається деяке окислення марганцю, основна кількість якого вигорає в період плавлення.

До кінця періоду метал повинен бути нагрітий до температури, на 120-130 ºС перевищує температуру плавлення (до 1590-1600°С при виплавці високовуглецевих сталей і до 1630-1640°С – конструкційних сталей). Необхідні температурні умови забезпечуються раціональним електричним режимом, який підтримується трохи меншим, ніж у період розплавлення, і становить 50-70% від максимальної потужності.

В ході окислення кілька разів проводять відбір проб металу та експрес-аналіз їх на вміст вуглецю і фосфору. Окислювальний період закінчується по досягненні концентрації вуглецю приблизно на 0,1% менше нижньої межі заданого вмісту в готовому. Вміст фосфору повинно бути менше 0,01-0,02%. Завершується окислювальний період скачуванням шлаку, яке спочатку проводять без вимикання печі, а потім при вимкненій печі і піднятих електродах. Тривалість окисного періоду для великих печей становить 40-60 хвилин. Ефективним засобом скорочення тривалості періоду окислення є продування ванни газоподібним киснем. Більш досконалим способом є подача кисню через спеціальну водоохолоджувану фурму з декількома вихідними отворами [5].

Відновлювальний період. Завданнями відновного періоду є: 1) розкислювання металу; 2) видалення сірки; 3) остаточне коригування хімічного складу та температури металу перед випуском його з печі. Усі ці

завдання практично вирішуються одночасно, причому порядок проведення відновного періоду визначається способом розкислення металу.

Розкислювання необхідно для усунення шкідливого впливу кисню на властивості і якість сталі. Вміст кисню підвищується в міру протікання реакцій окислення домішок і досягає найбільших значень в кінці окисного періоду. При цьому концентрація розчиненого кисню визначається вмістом вуглецю в металі. При розкислення домагаються максимально можливого зниження вмісту кисню і переведення його в неактивну, пов'язану в міцні оксиди, форму, в значно меншою мірою, що справляє вплив на властивості сталі. Процес розкислення може здійснюватися або шляхом добавки елементів-розкислювачів безпосередньо в метал (осідаюче розкислювання), або присадкою їх на шлак (дифузійне розкислювання). Дифузійне розкислювання, яке грунтується на законі розподілу кисню між металом і шлаком, раніше широко використовувалося в практиці проведення відновного періоду. Останнім часом застосовують комбінований спосіб розкислення. Відновлювальний період закінчується легуванням металу і остаточним розкисленням, після чого проводять випуск металу в ківш.

1.4 Джерела і характеристика викидів забруднюючих речовин

У більшості випадків гази, що відходять сталеплавильних агрегатів складаються з CO, CO_2. При поганому змішуванні палива з повітрям, при значних процесах повітря і т. п. в газах міститься також O_2. Крім того, у газах міститься невелика кількість домішок (NO_x, SO_4, Ar та ін) а також деяка кількість пилу (часто – значна). Пил, що виділяється із сталеплавильних агрегатів, зазвичай називають плавильний, а гази разом з пилом – викидами (іноді, пилогазових потоками). Гази, що відходять мають температуру 1500-1700 °C, що входить до складу газів монооксид вуглецю CO може бути використаний, як паливо і як хімічний реагент (відновник). Оскільки практично завжди у газах міститься більша або менша кількість

пилу, питання утилізації відхідних газів розглядаються одночасно з питаннями очищення газів від пилу, уловлювання пилу і його утилізації.

Обсяг викидів забруднюючих речовин з електросталеплавильної печі наведено у табл. 1.1 [6].

Таблиця 1.1 – Обсяг викидів забруднюючих речовин з електросталеплавильної печі

№ з/п	Найменування забруднюючої речовини	Фактичний обсяг викидів (т/рік)
1	Пил неорганічний (20-70%)	9,4
2	Оксид вуглецю (II)	1,375
3	Оксиди азоту	0,270
4	Ангідрид сірчистий	0,0016
5	Ціаністий водень	0,0284
6	Фтористий водень	0,00056

Основним компонентом пилу є оксиди заліза, сумарна кількість яких становить: у період розплавлення 80%, в період кипіння (при продувці киснем) 62% і в період доведення 53%. У період розплавлення у складі пилу з'являються оксиди марганцю (11%), в період доведення – оксиди кальцію (6;%) і магнію (9%).

Електричний опір пилу досить значний, при очищенні газу в електрофільтрах слід вживати заходів для його зниження.

У невеликих кількостях у газах знаходяться наступні токсичні мікрокомпонентів, мг/м$_3$ (г/т): оксиди азоту 550 (270), оксиди сірки 5 (1,6), ціаніди 60 (28,4), фториди 1,2 (0,56).

Неорганізовані викиди в цехах досягають 40% технологічних викидів [7].

У процесі плавки сталі в електропечі кількість газу змінюється і досягає максимального значення в період кипіння.

У середньому газ, що виділяється з печі, має наступний хімічний склад (за об'ємом): до 68% CO; до 30% CO_2; до 21% O_2; 30 – 79% N_2.

Температура газу на виході з печі складає близько 1600°С. Зважаючи на наявність в газі CO, він вибухонебезпечний і тому перед направленням на очищення окис вуглецю допалювати в спеціальному пристрої.

Гази, що виділяються з печі, містять пил в кількості 50-60 г/м^3.

Пил складається з оксидів заліза, кремнію, алюмінію, марганцю, кальцію та ін. Щільність пилу 4-4,2 г/см^3, насипна щільність 1,2 г/см^3; кут природного укосу 20-25°.

Кількість газу, що надходить на очищення, залежить від способу його відводу від електропечі.

У процесі експлуатації дугової електросталеплавильної печі здійснюються підйом і опускання електродів, підйом і поворіт склепіння, нахил ванни та інші операції. Тому створення стаціонарного пристрою для відсмоктування газів представляє значні конструктивні труднощі.

При виробництві виливків з різних видів сплавів із застосуванням разових форм утворюються наступні види відходів:

- відходи шамотної цегли: утворюються в цехах при зламі старої кладки промислових печей в ході проведення поточних і капітальних ремонтів, їх футеровки, відходи шамоту сортуються:

а) для повторного їх застосування;

б) для вивезення з території цеху;

- відходи формувальних матеріалів (горілої землі): утворюються в процесі виготовлення виливків у цехах використовують у технологічних цілях кварцові й інші піски;

- шлак металургійний: утворюється при плавці металу в плавильних печах у вигляді монолітної маси, страшенний при незначних навантаженнях.

На плавильних дільницях шлаки після зливу або виїмки з-під печей, розливних ковшів зберігаються в шлаковні. З цехових місць збору шлак вивозиться для первинної переробки, з метою його подрібнення і подальшого

видалення металу. Очищений від металу шлак складається на майданчику тимчасового зберігання, а в подальшому реалізується стороннім організаціям на цементні заводи. Збір, зберігання і використання металургійних шлаків проводиться відповідно до інструкції.

При тривалому вдиханні запиленого повітря у людей виникає хвороба, що одержала назву пилева пневмонія.

Забруднення повітря може чинити шкідливий непрямий вплив. Зі збільшенням запиленності атмосферного повітря над великими містами знижується пряма сонячна радіація, у їхніх центрах сонячна сумарна радіація на 20-50% нижче, ніж у пригородах. Істотно зменшується надходження ультрафіолетових променів, тому у повітрі збільшується кількість хвороботворних бактерій. У запиленому повітрі різко зростає число ядер конденсації води. У результаті мрячних і хмарних днів у великих містах буває в кілька разів більше, ніж за їхніми межами.

Забруднення атмосфери негативно позначається на рослинності міст і їхніх околиць. Особливо велику шкоду рослинам приносять присутність у повітрі діоксида сірки, фтору, хлору, їхніх сполук, інших окислювачів, чадного газу й ін. Промислові гази впливають на асимілюючий апарат зелених рослин. Вони руйнують цитоплазму й хлоропласти в клітках листів, в 1,5-2 рази знижуючи інтенсивність транспірації, фотосинтезу, руйнують кореневу систему. Особливо піддаються шкідливому впливу забруднювачів атмосфери хвойні дерева: сосна, ялина, ялиця, кедр. Вони першими гинуть від забруднення атмосфери поблизу великих промислових районів. Негативний вплив на рослини чинять викиди металургійних підприємств.

Клас небезпеки речовин – ознака шкідливості речовини в атмосферному повітрі. Шкідливі речовини підрозділяються на 4 класи небезпеки: 1 клас – надзвичайно небезпечні; 2 клас – високо небезпечні; 3 клас – помірковано небезпечні; 4 клас – мало небезпечні [8].

Вплив різних забруднювачів на здоров'я людини відображені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Вплив різних забруднювачів на здоров'я людини

Забруднювачі повітря	Клас небезпеки	Вплив на здоров'я людини
Діоксид сірки (SO_2)	3	Роздратування органів почуттів, функціональні розлади легеневої діяльності. Збільшення вже існуючих респіраторних захворювань
Сірчистий ангідрид (SO_3)	3	Впливає на бронхо-легеневу систему, анемія
Зважені частки	3	Вплив на бронхо-легеневу систему, збільшення впливу газоподібних забруднювачів (таких як оксид сірки)
Окис вуглецю (CO)	4	Вступаючи в реакцію з гемоглобіном, позбавляє тканини кисню, викликаючи кисневу недостатність
Діоксид азоту (NO_2)	2	Гепатотоксичний ефект, вплив на кров'яну систему, роздратування слизуватих оболонок дихальних шляхів
Оксид азоту (NO)	3	Неспецифічна рефлекторна й загальтоксична дія
Пил	3	Вплив на органи дихання

1.5 Схема системи очищення газів, що відходять від електросталеплавильних печей

Для уловлювання запилених газів над електропіччю встановлюють зонти або використовують бортові відсмоктувачі.

Від печей запилений газ видаляють через патрубок у зводі печі. Крім того, уловлюють і піддають очищенню неорганізовані викиди, тобто гази, які потрапили у цех в період заливки чавуну, завалки шихти і випуску сталі [9].

Очищення газів від електродугових печей здійснюють мокрим способом у швидкісних пиловловлювачах з високонапірними трубами Вентурі [9].

За схемою, наведеною на рис. 1.2, побудоване газоочищення електродугових печей.

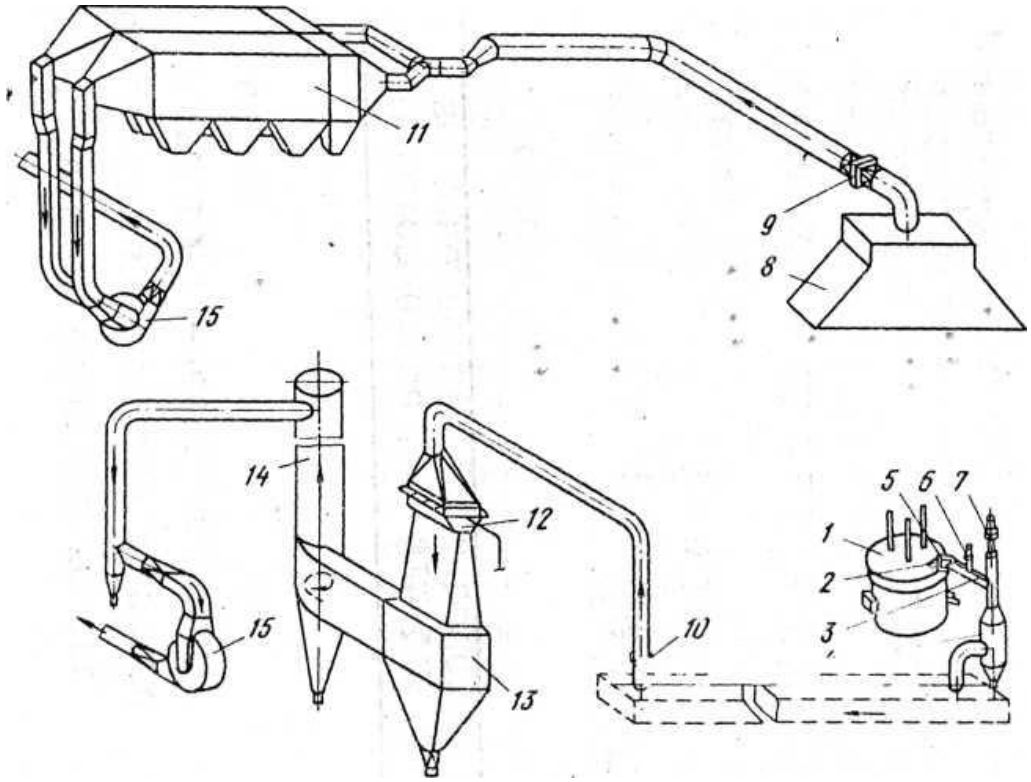


Рисунок 1.2 – Схема роздільного очищення газів, що відводяться від електропечі і через зонт під ліхтарем цеху

Газ відводять від печі 1 через водоохолоджуваний патрубок, розташований у зводі печі. Між патрубком 2 і газовідвідним трубопроводом є повітряний зазор, що дає можливість регулювати кількість газу і нахиляти піч. Величину цього зазору регулюють муфтою 5, яка може переміщатися за допомогою електроприводу. Після допалювання оксиду вуглецю в камері 3 газ охолоджують у пристрої 4. Дожиганяя та охолоджувальнння газу здійснюють атмосферним повітрям, який надходить в камеру допалювання через клапан 6, а в камеру охолодження через клапан 7.

Далі газ відводять в систему газоочистки по газопроводу, забезпеченному клапаном 10, яким регулюють кількість газу.

У покрівлі цеху під ліхтарем встановлений зонт 8, через який видаляють неорганізовані викиди. Кількість відсмоктуємого газу регулюють за допомогою клапана 9.

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Існуючі методи очищення

Очищення газів від аерозолів. Методи очищення по їхньому основному принципу можна розділити на механічне очищення, електростатичні очищення і очищення за допомогою звукової та ультразвукової коагуляції.

Механічне очищення газів включає сухі і мокрі методи. До сухим методів належать:

1) гравітаційне осаження;

2) інерційний і відцентрове пиловловлення;

3) фільтрація.

У більшості промислових газоочисні установок комбінується кілька прийомів очищення від аерозолів, причому конструкції очисних апаратів досить численні [8].

Гравітаційне осадження засноване на осадженні зважених частинок під дією сили тяжіння при русі запиленого газу з малою швидкістю без зміни напрямку потоку. Процес проводять у відстійних газоходів і пилеосадних камерах.

Для зменшення висоти осадження частинок в осаджувальних камерах встановлено на відстані 40-100 мм багато горизонтальних полиць, які розбивають газовий потік на плоскі струменя. Гравітаційне осадження дієво лише для крупних частинок діаметром більше 50-100 мкм, причому ступінь очищення складає не вище 40-50%. Метод придатний лише для попереднього, грубого очищення газів.

Інерційне осадження засноване на прагненні зваженних частинок зберігати початковий напрямок руху при зміні напрямку газового потоку. Серед інерційних апаратів найбільш часто застосовують жалюзійних пиловловлювачів з великим числом щілин (жалюзі). Гази, виходячи через

щілини і змінюючи при цьому напрямок руху, швидкість газу на вході в апарат складає 10-15 м/с. Гідравлічний опір апарату 100-400Па. Частиці пилу з d < 20 мкм в жалюзійних апаратах не вловлюються. Ступінь очищення в залежності від дисперсності частинок становить 20-70%. Інерційний метод можна застосовувати лише для грубої очистки газу. Крім малої ефективності недолік цього методу – швидке стирання або забивання щілин.

Відцентрові методи очищення газів засновані на дії відцентрової сили, що виникає при обертанні очищуваного газового потоку в очисному апараті або при обертанні частин самого апарату. Як відцентрових апаратів пиловловлення застосовують циклони різних типів: батареї циклони, що обертають пиловловлювачі (ротоклони) та ін. Циклони найбільш часто застосовують у промисловості для осадження твердих аерозолів.

Газовий потік подається в циліндричну частину циклону тангенціально, описує спіраль у напрямку до дну конічної частини і потім спрямовується вгору через турбулізованне ядро потоку в осі циклону на вихід. Циклони характеризують високою продуктивністю по газу, простотою устрою, що надійністю в роботі. Ступінь очищення від пилу залежить від розмірів часток. Для циклонів високої продуктивності, зокрема батарейних циклонів (продуктивністю більше 20000 $м^3$/год), ступінь очищення складає близько 90% при діаметрі часток d > 30 мкм.

Гідравлічний опір високопродуктивних циклонів складає біля 1080 Па. Циклони широко застосовують при грубому і середньому очищенню газу від аерозолів. Іншим типом відцентрованого пиловловлювача служить ротоклон, що складається з ротора і вентилятора, поміщеного в осаджувальний кожух. Лопаті вентілятора, обертаючись, направляють пил в канал, який веде в приймач пилу.

Фільтрація заснована на проходженні очищуваного газу через різні фільтрувальні тканини (бавовна, шерсть, хімічні волокна, скловолокно та ін) або через інші фільтруючі матеріали (кераміка, металокераміка, пористі перегородки з пластмаси та ін.). Найбільш часто для фільтрації застосовують

спеціально виготовлені волокнисті матеріали – стекловолокна, вовна або бавовна з азбестом, асбоцеллюлозу.

Залежно від фільтруючого матеріалу розрізняють тканинні фільтри (у тому числі рукавні), волокнисті, з зернистих матеріалів (керамічні, металокераміка, пористі пластмаси). Тканинні фільтри, найчастіше рукавні, застосовуються при температурі очищаємого газу не вище 60-65 °С. Залежно від гранулометричного складу пилу і початкової запиленості ступінь очищення складає 85-99%. Гідравлічний опір фільтра ΔР близько 1000 Па; витрата енергії ~ 1 кВт·год/1000 $м^3$ очищуваного газу. Для безперервної очистки тканини продувають повітряними струменями, які створюються різними пристроями – соплами, розташованими проти кожного рукава, що рухаються наружними продувними кільцями та ін. Зараз застосовують автоматичне управління рукавних фільтрів з продувкою їх імпульсами стисненого повітря.

Волокнисті фільтри, що мають пори, рівномірно розподіляються між тонкими волокнами, працюють з високою ефективністю; ступінь очищення $\eta = 99,5 \div 99,9\%$ при швидкості фільтрованого газу 0,15 – 1,0 м/с і $\Delta P = 500 \div 1000$ Па.

На фільтрах з скловолокнистих матеріалів можлива очистка агресивних газів при температурі до 275 °С. Для тонкого очищення газів при підвищених температурах застосовують фільтри з кераміки, тонковолокниста вати з нержавіючої сталі, що володіють високою міцністю і стійкістю до змінних навантажень; проте їх гідравлічний опір великий – 1000 Па [10].

Фільтрація – дуже поширений прийом тонкого очищення газів. Її переваги – порівняно низька вартість обладнання (за винятком металокерамічних фільтрів) і висока ефективність тонкого очищення. Недоліки фільтрації – високий гідравлічний опір і швидке забивання фільтруючого матеріалу пилом.

Мокра очистка газів від аерозолів заснована на промивці газу рідиною (звичайною водою) при можливо більш розвиненої поверхні контакту рідини

з частками аерозолю і можливо більш інтенсивному перемішуванні очищуваного газу з рідиною. Цей універсальний метод очищення газів від частинок пилу, диму і туману будь-яких розмірів є найбільш розповсюдженим прийомом завершальної стадії механічної очистки, особливо для газів, що підлягають охолодженню. У апаратах мокрого очищення застосовують різні прийоми розвитку поверхні дотику рідини і газу.

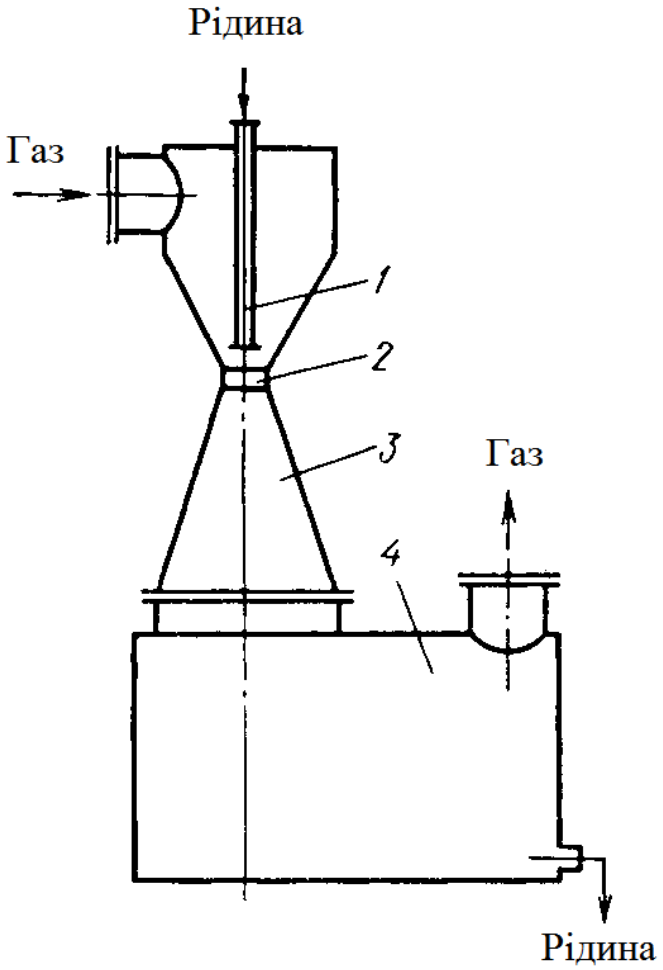
Башти з насадкою (насадочні скрубери) відрізняються простотою конструкції та експлуатації, стійкістю в роботі, малим гідравлічним опором (ΔP = 300÷800 Па) і порівняно малою витратою енергії. У насадочному скрубері можливо очищення газів з початковою запиленістю до 5-6 г/м^3. Ефективність одного ступеня очищення для пилу з d > 5 мкм не перевищує 70-80%. Насадка швидко забивається пилом, особливо при високій початковій запиленості.

Зрошувані циклони (відцентрові скрубери) приміняють для очищення великих обсягів газу. Вони мають порівняно невелике гідравлічний опір – 400-850 Па. Для частинок розміром 2-5 мкм ступінь очищення складає ~ 50%. Відцентрові скрубери високопродуктивних завдяки більшої швидкості газу; у вхідному патрубку $\omega_г$ = 18 ÷ 20 м/с, а в межконусообразному скрубері $\omega_г$=4÷5 м/с.

Пінні апарати застосовують для очищення газу від аерозолів полідисперсного складу. Інтенсивний пінний режим створюється на полицях апарату при лінійній швидкості газу в його повному перерізі 1-4 м/с. Пінні газоочистники володіють високою продуктивністю по газу і порівняно невеликим гідравлічним металевим опором (ΔP одній полиці близько 600 Па). Для частинок з діаметром d > 5 мкм ефективність їх уловлювання на одній полиці апарату 90 – 99%; при d < 5 мкм η = 75 ÷ 90%. Для підвищення η встановлюють двох- і трехполочні апарати.

Скрубери Вентурі (рис. 2.1) – високоінтенсівні газоочисні апарати, але працюють з великою витратою енергії. Принцип дії апаратів з трубою

Вентурі можна представити таким чином. Струмені зрошуємої рідини, впорскується в обсяг конфузор, випробовують дію газового потоку, який має високу швидкість на вході в горловину внаслідок зміни перерізу в конфузор. Зважаючи на значну різницю між швидкостями руху потоку газів і струменів рідини в напрямку руху газу струменя рідини дробляться на краплі.



1 – сопло; 2 – горловина; 3 – камера змішування; 4 – роздільна камера.

Рисунок 2.1 – Реактор повного змішання – скрубер Вентурі

Швидкість газу у звуженні труби (горловині скруббера) становить 100-200 м/с, а в деяких установках – до 1200 м/с. При такій швидкості очищенний газ розбивається на найменші краплі завісу рідини, вприскую по периметру труб. Це призводить до інтенсивного зіткнення частинок аерозолю з

краплями і уловлювання частинок під дією сил інерції. Скрубер Вентурі – універсальний малогабаритний апарат, що забезпечує вловлювання туману на 99-100%, частинок пилу з d = 0,01 ÷ 0,35 мкм – на 50-85% і частинок пилу з d = 0,5-2 мкм – на 97 %.

Головний недолік скрубера Вентурі – велика витрата енергії з подолання високого гідравлічного опору, яке залежно від швидкості газу в горловині може становити 0,002-0,013 МПа. Крім того, апарат не відрізняється надійністю в експлуатації, управління ним складне.

Основний недолік всіх методів мокрого очищення газів від аерозолів – це утворення великих обсягів рідких відходів (шламу). Таким чином, якщо не передбачена замкнута система водообігу і утилізація всіх компонентів шламу, то мокрі способи газоочистки по суті тільки переносять забруднення полегливо деякі з газових викидів у стічні води, тобто з атмосфери у водойми.

Електростатичне очищення газів служить універсальним засобом, придатним для будь-яких аерозолів, включно тумани кислот, і при будь-яких розмірах часток. Метод заснований на іонізації та зарядці частинок аерозолю при проходженні газу через електричне поле високої напруги, що створюється коронуючими електродами. Осадження частинок відбувається на заземлених осаджувальних електродах. Промислові електрофільтри складаються з ряду заземлених пластин або труб, через які пропускається очищуваний газ. Між осаджувальними електродами підвішені дротові коронуючі електроди, до яких підводиться напруга 25-100 кВ [10].

При очищенні від пилу сухих газів електрофільтри можуть працювати в широкому діапазоні температур (від 20 до 500 °С) і тиску. Їх гідравлічний опір невеликий – 100-150 Па. Ступінь очищення від аерозолів – вище 90, досягаючи 99,9% на багатофакторних електрофільтрах при d > 1 мкм. Недолік цього методу – великі витрати коштів на спорудження і утримання очисних установок і значні витрати енергії на створення електричного поля.

Витрата електроенергії на електростатичне очищення – 0,1-0,5 кВт на 1000 м^3 очищуваного газу.

Звукова та ультразвукова коагуляція, а також попередня електризація поки мало застосовуються в промисловості і знаходяться в основному в стадії розробки. Вони засновані на укрупнення аерозольних частинок, що полегшує їх уловлювання традиційними методами. Апаратура звуковий коагуляції складається з генератора звуку, коагуляційної камери і осаджувача. Звукові й ультразвукові методи застосовні для агрегірування дрібнодисперсних аерозольних часток (туману сірчаної кислоти, сажі) перед їх уловлюванням іншими методами. Початкова концентрація часток аерозолю для звукової коагуляції повинна бути не менше 2 г/м^3 (для частинок d = l ÷ 10 мкм).

Коагуляцію аерозолів методом попередньою електризації виробляють, наприклад, пропусканням газу через електрізаціонную камеру з коронуючими електродами, де відбувається зарядка і коагуляція часток, а потім через мокрий газоочищувач, в якому газорідинний шар служить осаджувальним електродом. Осаджувальним електродом може служити пінний шар у пінних апаратах, шар газорідинної емульсії в кових скруберах і інших мокрих газопромивачів, в яких решітки або інші відповідні деталі повинні бути заземлені.

Очищення газів від пароподібних і газоподібних домішок. Гази в промисловості зазвичай забруднені шкідливіми домішками, тому очищення широко застосовується на заводах і підприємствах для технологічних та санітарних (екологічних) цілей. Промислові способи очищення газових викидів від газо- і пароподібні токсичних домішок можна розділити на три основні групи:

1) абсорбція рідинами;

2) адсорбція твердими поглиначами;

3) каталітична очистка.

У менших маштабах застосовуються термічні методи спалювання (або

допалювання) горючих забруднень, спосіб хімічної взаємодії домішок з сухими поглиначами і окислення домішок озоном.

Абсорбція рідинами застосовується в промисловості для вилучення з газів діоксиду сірки, сірководню і інших сірчистих з'єднань, оксидів азоту, парів кислот (HCl, HF, H_2SO_4), діоксиду та оксиду вуглецю, різноманітних органічних сполук (фенол, формальдегід, летючі розчинники та ін.)

Абсорбційні методи служать для технологічного і санитарного очищення газів. Вони засновані на виборчій розчининості газо- і пароподібні домішок у рідині (фізична абсорбція) або на виборчій видалянні домішок хімічними реакціями з активним компонентом поглинача (хемосорбція). Абсорбційна очистка – безперервний і, як правило, циклічний процес, так як поглинання домішок зазвичай супроводжується регенерацією поглинального розчину і його поверненням на початок циклу очищення. При фізичній абсорбції (і в деяких хемосорбціонних процесах) регенерацію абсорбенту проводять нагріванням і зниженням тиску, в результаті чого відбувається десорбція поглиненої газової домішки і її концентрації.

Показники абсорбційної очистки: ступінь очищення (ККД) та коефіцієнт массопередачі k залежать від розчинності газу в абсорбенти, технологічного режиму в реакторі (w, T, p) і від інших факторів, наприклад від рівноваги і швидкості хімічних реакцій при хемосорбції. У хемосорбціонних процесах, де в рідкій фазі відбуваються хімічні реакції, коефіцієнт массопередачі збільшується у порівнянні з фізичною абсорбцією. Більшість хемосорбціонних процесів газоочистки оборотні, тобто при підвищенні температури поглинального розчину хімічні сполуки, що утворилися при хемосорбції, розкладаються з регенерацією активних компонентів поглинального розчину і з десорбцією поглиненої з газу домішки. Цей прийом покладений в основу регенерації хемосорбентів в циклічних системах газоочистки. Хемосорбція особливо застосовна для тонкого очищення газів при порівняно невеликій початковій концентрації домішок.

Абсорбенти, що застосовуються в промисловості, оцінюються за такими показниками: 1) абсорбційна ємність, тобто розчинність витягуваного компонента в поглиначі залежно від температури і тиску; 2) селективність, яка характеризується співвідношенням розчинності поділюваних газів і швидкостей їх абсорбції; 3) мінімальний тиск парів, щоб уникнути забруднення очищуваного газу парами абсорбенту; 4) дешевизна; 5) відсутність корозійної дії апаратуру. Як абсорбент застосовують воду, розчини аміаку, їдких і карбонатних лугів, солей марганцю, етаноламін, олії, суспензії гідроксиду кальцію, оксидів марганцю і магнію, сульфат магнію та інші.

Очисна апаратура аналогічна вже розглянутій апаратурі мокрого уловлювання аерозолів. Найбільш поширений насадковий скрубер, що застосовується для очищення газів від діоксида сірки, сірководню, хлороводню, хлору, оксиду та діоксиду вуглецю, фенолів і інше. В насадкових скрубера швидкість масообмінних процесів мала через малоінтенсивний гідродинамічний режим цих реакторів, що працюють при швидкості газу $\omega_г$ = 0,02 ÷ 0,7 м/с. Обсяги апаратів тому великі й установки громіздкі.

Для очищення викидів від газоподібних і пароподібнх домішок застосовують і інтенсивну масообмінну аппаратуру – пінні апарати, безнасадочний форсунковий абсорбер, скруббер Вентурі, що працюють при більш високих швидкостях газу. Пенні абсорбери працюють при $\omega_г$ = 1 ÷ 4м/с і забезпечують порівняно високу швидкість абсорбційно-десорбційних процесів; їх габарити в кілька разів менше, ніж насадкових скрубберів. При достатньому числі ступенів очищення (багатополочний пінний апарат) досягаються високі показники глибини очистки: для деяких процесів до 99,9%. Особливо перспективними для очищення газів від аерозолів і шкідливих газоподібних домішок пінні апарати з стабілізатором пінного шару. Вони порівняно прості по конструкції і працюють в режимі високої турбулентності при лінійній швидкості газу до 4-5 м/с.

Абсорбційні методи характеризуються безперервністю і універсальністю процесу, економічністю і можливістю витягу великих кількостей домішок з газів. Недолік цього методу в тому, що насадочні скрубери, барботажні і навіть пінні апарати забезпечують досить високий ступінь витягу шкідливих домішок (до ГДК) та повну регенерацію поглиначів тільки при великому числі ступенів очищення. Тому технологічні схеми мокрого очищення, як правило, складні, багатоступінчасті й очисні реактори (особливо скрубери) мають великі обсяги.

Будь-який процес мокрої абсорбційної очистки вихлопних газів від газо- і пароподібні домішок доцільний тільки у випадку його циклічності і безвідходності. Але й циклічні системи мокрого очищення конкурентоспроможні тільки тоді, коли вони поєднані з пиловловлення і охолодженням газу.

Адсорбційні методи застосовують для різних технологічних цілей – поділ парогазових сумішей на компоненти з виділенням фракцій, осушення газів і для санітарної очистки газових вихлопів. Останнім часом адсорбційні методи виходять на перший план, як надійний засіб захисту атмосфери від токсичних газоподібних речовин, що забезпечує можливість концентрування та утилізації цих речовин.

Адсорбційні методи засновані на виборчому витягуванні парогазової суміші певних компонентів за допомогою адсорбентів – твердих високопористих матеріалів, що мають розвинену питому поверхню $S_{уд}$ ($S_{уд}$ – відношення поверхністі до маси, $м^2/г$). Промислові адсорбенти, найчастіше застосовані в газоочищенні – це активоване вугілля, силікагель, алюмогель, природні та синтетичні цеоліти (молекулярні сита). Основні вимоги до промислових сорбентів – висока поглинальна здатність, вибірковість дії (селективність), термічна стійкість, тривала служба без зміни структури і властивостей поверхні, можливість легкої регенерації. Найчастіше для санітарної очистки газів застосовують активоване вугілля завдяки його високій поглинальній можливості і легкості регенерації.

Адсорбцію газових домішок зазвичай ведуть у поличних реакторах періодичної дії без теплообмінних пристроїв; адсорбент розташований на полицях реактора. Коли необхідний теплообмін (наприклад, потрібно отримати при регенерації десорбат в концентрованому вигляді), використовують адсорбер з вбудованими теплообмінними елементами або виконують реактор у вигляді трубчастих теплообмінників; адсорбент засипаний у трубки, а в міжтрубному просторі циркулює теплоносій.

Очищуваний газ проходить адсорбер зі швидкістю 0,05-0,3 м/с. Після очищення адсорбер переключається на регенерацію. Адсорбційна установка, що складається з декількох реакторів, працює в цілому безупинно, оскільки одночасно одні реактори знаходятся на стадії очистки, а інші - на стадіях регенерації, охолодження та ін. Регенерацію проводять нагріванням, наприклад випалюванням органічних речовин, пропусканням гострої або перегрітої пари, повітря, інертного газу (азоту). Іноді адсорбент, що втратив активність (екранований пилом, смолою), повністю замінюють.

Найбільш перспективні безперервні циклічні процеси адсорбційного очищення газів у реакторах з рухомим або зваженим шаром адсорбенту, які характеризуються високими швидкостями газового потоку (на багато вище, ніж у періодичних реакторах), високою продуктивністю по газу та інтенсивністю роботи.

Загальні переваги адсорбційних методів очищення газів:

1) глибоке очищення газів від токсичних домішок;

2) порівнювальна легкість регенерації цих домішок з перетворенням їх в товарний продукт або поверненням у виробництво; таким чином здійснюється принцип безвідходної технології.

Адсорбційний метод особливо раціональний для видалення токсичних домішок (органічних сполук, парів ртуті та ін), що містяться в малих концентраціях, тобто як завершальний етап санітарного очищення газів, що відходять.

Недоліки більшості адсорбційних установок – періодичність процесу і пов'язана з цим мала інтенсивність реакторів, висока вартість періодичної регенерації адсорбентів. Застосування безперервних способів очищення в рухомому і киплячому шарі адсорбенту частково усуває ці недоліки, але вимагає високоміцних промислових сорбентів, розробка яких для більшості процесів ще не завершена.

Каталітичні методи очищення газів засновані на реакціях в присутності каталізаторів твердих, тобто на закономірностях гетерогенного каталізу. У результаті каталітичних реакцій домішки, що знаходяться в газі, перетворюються в інші з'єднання, тобто на відміну від розглянутих методів домішки не витягуються з газу, а трансформуються в безшкідливі сполуки, присутність яких припускається у вихлопному газі, або в сполуках, легко видаляємі з газового потока. Якщо утворені речовини підлягають видаленню, то потребуються додаткові операції (наприклад, вилучення рідкими або твердими сорбентами).

Важко провести межу, між адсорбційними та каталітітичними методами газоочистки, так як такі традиційні адсорбенти, як активоване вугілля, цеоліти, служать активними каталізаторами для багатьох хімічних реакцій. Очищення газів на адсорбентах-каталізаторах називають адсорбційно-каталітичним. Цей прийом очищення вихлопних газів вельми перспективний зважаючи на високу ефективність очищення від домішок і можливості очищати великі об'єми газів, що містять малі частки домішок (наприклад, 0,1 – 0,2 в об'ємних частках SO_2). Але методи утилізації сполук, отриманих при каталізі, інші, ніж в адсорбційних процесах.

Адсорбційно-каталітичні методи застосовують для очищенні промислових викидів від діоксиду сірки, сірководню і сіро-органічних сполук. Каталізатором окислення діоксиду сірки в триоксид і сірководню в сірку служать модифіковані добавки активованого вугілля та інші вуглецеві сорбенти. У присутності парів води на поверхні вугілля в результаті

окислення SO_2 утворюється сірчана кислота, концентрація якої в адсорбенти складає залежно від кількості водяної пари при регенерації вугілля 15-70%.

Активаторами цієї каталітичної реакції служать водяна пара та аміак, що додається до очищуваного газу в кількості ~ 0,2 г/м^3. Активність каталізатора знижується в міру заповнення його пір сіркою і коли маса S досягає 70-80% від маси вугілля, катализатор регенерують промиванням розчиному $(NH_4)_2S$. Промивний розчин полісульфіду амонію розкладають гострою парою з полученням рідкої сірки.

Представляє великий інтерес очищення димових газів ТЕЦ чи інших газів, що відходять, що містять SO_2 (концентрацією 1-2% SO_2), у зваженому шарі високоміцного активного вугілля з отриманням в якості товарного продукту сірчаної кислоти й сірки.

Іншим прикладом адсорбційно-каталітичного методу може служити очищення газів від сірководню окисленням на активованому вугіллі або на цеолітах у зваженому шарі адсорбенту-каталізатора.

Широко поширений спосіб каталітичного окислення токсичних органічних сполук та оксиду вуглецю, в складі відходящих газів із застосуванням активних каталізаторів, не вимагає високої температури запалювання, наприклад металів группи платини, нанесених на носії.

У промисловості застосовують також каталітичне відновлення та гідрування токсичних домішок у вихлопних газах. На селективних каталізаторах гідріруют CO до CH_4 і H_2O, оксиди азоту – до N_2 та H_2O. Застосовують відновлення оксидів азоту в елементарний азот на паладієвому або платиновому каталізаторах.

Каталітичні методи одержують все більше розповсюдження завдяки глибокому очищенню газів від токсичних домішок (до 99,9%) при порівняно невисоких температурах і звичайному тиску, а також при дуже малих початкових концентраціях домішок. Каталітичні методи дозволяють утилізувати реакційну теплоту, тобто створювати енерготехнологічні

системи. Установки каталітичного очищення прості в експлуатації й малогабарітни.

Недолік багатьох процесів каталітичного очищення – утворення нових речовин, які підлягають видаленню з газу іншими методами (абсорбція, адсорбція), що ускладнює установку і знижує загальний економічний ефект.

Термічні методи знешкодження газових викидів застосовні при високій концентрації горючих органічних забруднювачів або оксиду вуглецю. Найпростіший метод – смолоскипне спалювання – можливий, коли концентрація горючих забруднень близька до нижньої межі займання. У цьому випадку домішки служать паливом, температура процесу 750-900 °С і теплоту горіння домішок можна утилізувати.

Коли концентрація горючих домішок менше нижньої межі займання, то необхідно підводити деяку кількість теплоти ззовні.

Найчастіше теплоту підводять добавкою горючого газу і його спалюванням в очищаємому газі. Горючі гази проходять систему утилізації теплоти і викидаються в атмосферу. Такі енерготехнологічні схеми застосовують при достатньо високому вмісті горючих домішок, інакше зростає витрата пального додаваємого газу.

Для повноцінного очищення газових викидів доцільні комбіновані методи, в яких застосовується оптимальне для кожного конкретного випадку поєднання грубого, середнього і тонкого очищення газів і парів. На перших стадіях, коли додержування токсичної домішки велике, більш підходять абсорбційні методи, а для доочищення – адсорбційні або каталітичні [1].

2.2 Існуюча технологічна схема очищення

Головною продукцією підприємства ВАТ «ДнСЗ» є комплекти стрілочних переводів типу Р50, Р65, стрілочні переводи з гнучкими вістряками, рейкові рамки, стрілочний перевід типу Р50м.

При литті під дією теплоти рідкого металу із формувальних сумішей виділяються: бензол, фенол, формальдегід, метанол і інші токсичні речовини.

Сталеплавильне виробництво – це отримання сталі з чавуну і сталевого брухту в сталеплавильних агрегатах металургійних заводів. Сталями називають сплави заліза з вуглецем, вміст якого не перевищує 2,14%. Сталь – найважливіший конструкційний матеріал для машинобудування, транспорту та ін. Виплавка 1 т стали пов'язана з викидом в атмосферу 0,04 т твердих часток, 0,003 т діоксиду сірки, близько 0,07 т оксиду вуглецю. Пил містить сполуки марганцю, заліза, міді, цинку, кадмію, свинцю та інших металів.

За наявними даними, забруднення навколишнього середовища навколо підприємств чорної металургії в залежності від пануючого напрямку вітрів відчувається в радіусі 20-50 км. На 1 км^2 цієї території в добу випадає 5-15 кг пилу.

Сталеплавильний процес є окислювальним процесом, так як сталь виходить в результаті окислення і видалення більшої частини домішки чавуну - вуглецю, кремнію, марганцю і фосфору. Відмінною особливістю сталеплавильних процесів є наявність окисної атмосфери. Окислення домішок чавуну та інших шихтових матеріалів здійснюється киснем, що містяться в газах, оксидах заліза і марганцю. Після окислення домішок, з металевого сплаву видаляють розчинений у ньому кисень, вводять легуючі елементи й отримують сталь заданого хімічного складу.

Основна продукція, яку вироблено ВАТ «ДнСЗ» у сталеплавильному цеху №2 в поточному році – подушка підкладна виливається з вуглецевого лиття в електроплавильних печах.

При приготуванні формувальних сумішей використовують свіжі формувальні матеріали: пісок кварцовий 1КO_2 (5-10%), глиниста суспензія (4-5%). Сполучні і зворотні суміші (75%), вода до необхідного значення вологості.

Відлиття по пластинчастому конвеєру надходять на термообрубну ділянку, де на галтовочних барабанах виробляється відділення літнікової

системи. Потім виливки надходять на термообробку в термічне відділення. З термопечі відливки надходять в дробеметний барабан, де поверхня виливки очищається від пригорілостей. Пригорілості збирають, після чого проводиться додаткове очищення і обрубка відливок, заварка дефектів.

Готові виливки надходять на склад, звідки – в механіко-складальний цех для подальшої збірки.

Перелік видів та обсягів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел ВАТ «ДнСЗ» представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика видів та обсягів забруднюючих речовин, які викидаються

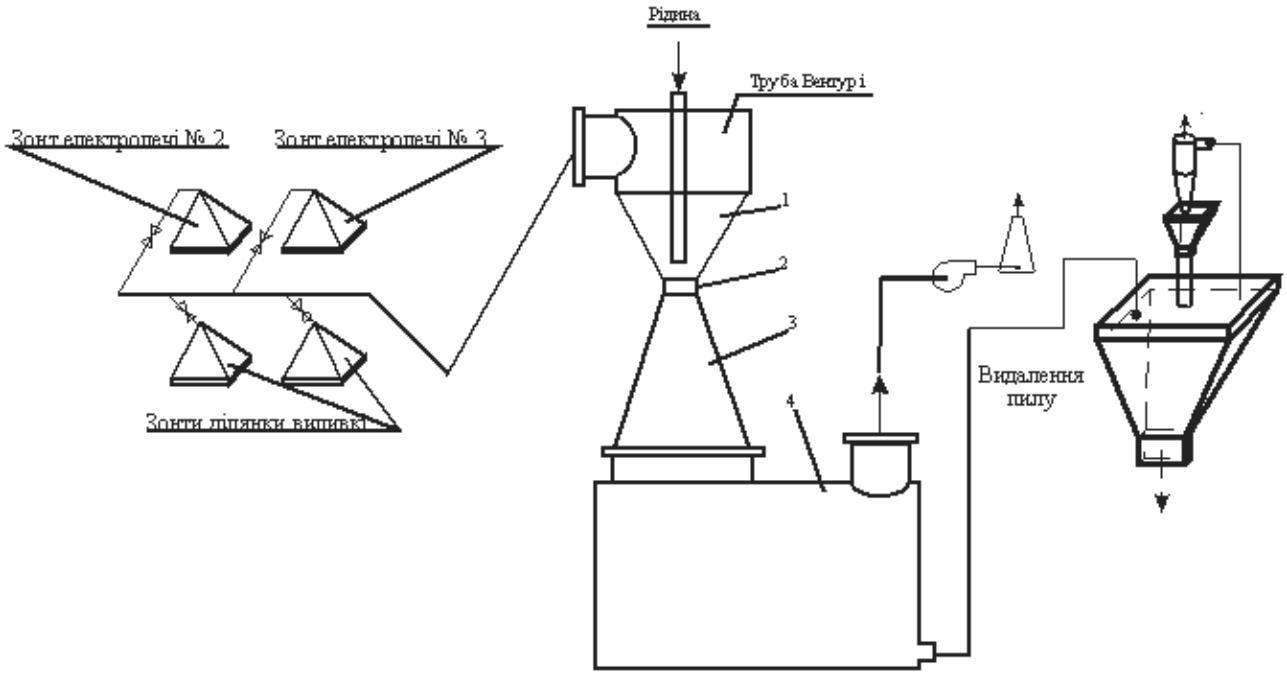
№ з/п	Забруднююча речовина	
	Найменування	Фактичний обсяг викидів (т/рік)
1	Пил неорганічний (20 - 70%)	9,4
2	Окис вуглецю	1,375
3	Оксиди азоту	0,270
4	Ангідрид сірчистий	0,0016
5	Ціаністий водень	0,0284
6	Фтористий водень	0,00056

У більшості випадків гази, що відходять сталеплавильних агрегатів складаються з CO, CO_2, H_2O. При поганому змішуванні палива з повітрям, при значних процесах повітря в газах міститься також O_2. Крім того, в відходящих газах міститься невелика кількість домішок (NO_x, SO_4, Ar), а також значна кількість пилу. Пил, що виділяється із сталеплавильних агрегатів, зазвичай називають плавильним, а гази разом з пилом – викидами (іноді, пилогазовими потоками). Гази, що відходять мають температуру 1500-1700°С, монооксид вуглецю CO, що входить до складу газів може бути

використаний, як паливо і як хімічний реагент (відновник). Оскільки практично завжди в газах міститься більша або менша кількість пилу, питання утилізації відхідних газів розглядаються одночасно з питаннями очищення газів від пилу, уловлювання пилу і її утилізації.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що природоохоронна робота на підприємстві проводиться в достатньому обсязі, але є певні проблеми, які потрібно вирішувати.

Очищення від газоподібних викидів проводиться мокрим способом у високошвидкісних пилеуловлювачах з високонапірними трубами Вентурі (рис. 2.2). Скрубер Вентурі представляє собою трубу Вентурі, в яку підводиться зрошуюча рідина, і встановлений за нею каплеуловлювач. Процес очищення газу закінчується видаленням крапель рідини через зливний отвір у нижній частині циклону. Принцип дії скруберів Вентурі заснований на уловлюванні частинок пилу, абсорбції або охолодженні газів краплями зрошують рідини, діспергіруємою самим газовим потоком в трубі Вентурі.



1 – сопло; 2 – горловина; 3 – камера змішування; 4 – розподільна камера.

Рисунок 2.2 – Існуюча технологічна схема очистки пилогазових викидів

Головним недоліком скруберів Вентурі є велике споживання енергії. Крім того апарат дуже складний в експлуатації, а управління ним не достатньо зручне. Також при використанні цього апарату утворюється велика кількість рідкісних відходів шламу. Ефективність очитки скруберів Вентурі – 60%.

2.3 Пропозиції щодо вдосконалення

Найбільш надійним і найбільшим економічним способом охорони атмосфери від шкідливих газових викидів є перехід до безвідхідного виробництва, або до безвідходних технологій. Термін «безвідходна технологія» вперше запропонований академіком М.М. Семеновим. Під цим терміном мається на увазі створення оптимальних технологічних систем із замкнутими матеріальними та енергетичними потоками. Таке виробництво не повинно мати стічних вод, шкідливих викидів в атмосферу і твердих відходів і не має споживати воду з природних водоймищ.

Звичайно ж, поняття «безвідходне виробництво» має кілька умовний характер; це ідеальна модель виробництва, так як у реальних умовах не можна повністю ліквідувати відходи і позбутися від впливу виробництва на навколишнє середовище. Точніше слід називати такі системи маловідходними, що дають мінімальні викиди, при яких збиток природним екосистемам буде мінімальний.

В даний час визначилося кілька основних напрямів охорони атмосфери, які в кінцевому рахунку ведуть до створення безвідходних технологій:

1) розробка та впровадження принципово нових технологічних процесів і систем, що працюють по замкнутому циклу, що дозволяють виключити утворення основної кількості відходів;

2) переробка відходів виробництва та споживання в якості вторинної сировини;

3) створення територіально-промислових комплексів з замкнутою структурою матерільних потоків сировини та відходів всередині комплексу.

Розробка і впровадження принципово нових технологічних процесів і систем, що працюють по замкнутому циклу, що дозволяють виключити утворення основної кількості відходів, є основним напрямком технічного прогресу [6].

Запропоновано встановити замість установок типу труба «Вентурі», що мають ефективність очищення не більше ніж 60%, рукавний фільтр ФРІР-1200.

Оснащення сталеплавильних печей цеху № 2 рувакними фільтрами ФРІР-1200 дозволить збільшити ефективність очищення до 99% та знизити викиди забруднюючих речовин.

2.4 Принцип дії рукавних фільтрів

Забруднене повітря електропечі, надходить відповідно в зони від електропечі № 2 і № 3 (по черзі). На воздуходуви від електропечей № 2, № 3 є дросель клапана, що дозволяють «відкрити-закрити» вступник повітря в лінію «брудного» повітря, який прямує по воздуховоду в рукавний фільтр (рис. 2.3).

Рукавний фільтр є газоочисний апарат, що складається із сталевого корпусу зварного, в якому розміщені на рамі підвісу фільтрувальні рукави. Нижні відкриті кінці рукавів натягаються на стакани рукавних плит і затягуються хамутами.

Рама підвісу з рукавами за допомогою тяг фіксуються на кришці рукавного фільтру і знаходяться в підвішеному стані.

Електромагнітний індуктор розташований на кришці рукавного фільтру. Кількість індуктора відповідає кількості секцій фільтрувальних рукавів.

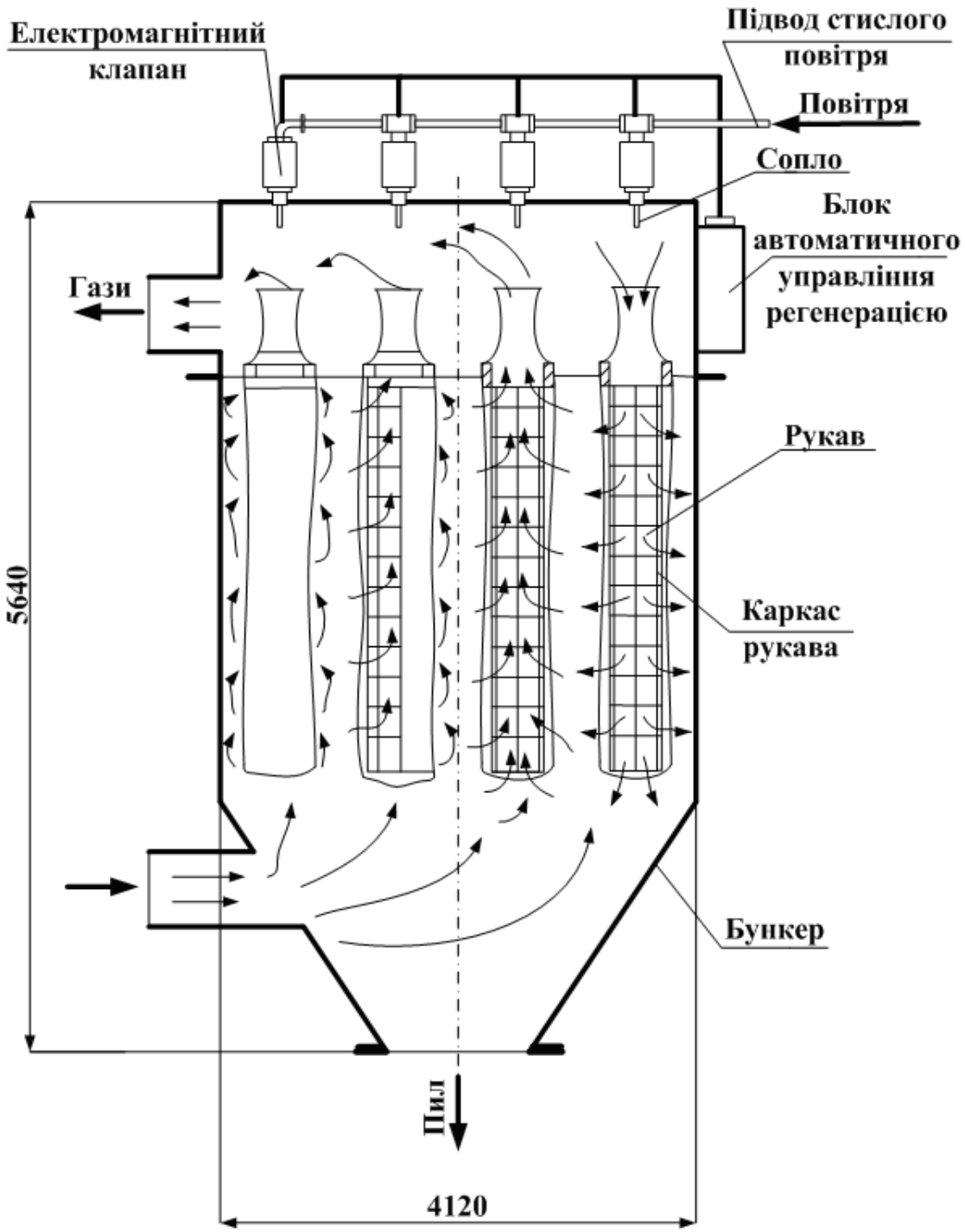


Рисунок 2.3 – Рукавний фільтр

Тяги рам підвісу та індуктора розташовані на коромислі, зафіксованому на кришках фільтра.

Корпус рукавного фільтру зварної конструкції прямокутної форми виконаний з вуглецевої сталі і складається з опорно-бункерної секції, що представляє собою камеру брудного газу, і верхньої секції – камери чистого

газу. У бункерній та верхній секціях є отвори, обрамлені фланцями для приєднання підвідного і відхідного газоходів. Для обслуговування фільтрів у корпусі передбачені люки. Кришка корпусу – знімна.

Фільтрувальні рукави, виконані з фільтрувального полотна (оксалон) без каркаса зі шпилькою у верхній закритій частині рукава.

Механізм струшування рукавів. Електроімпульсна установка струшування рукавів рукавних фільтрів конструктивно виконана у вигляді шафи-стійки з органами управління та індикації. Шафа встановлюється на горизонтальне підставу і закріплюється анкерними болтами.

Електромагнітний індуктор встановлюється на кришці фільтра і підключається до шафи-стійці силовими електричними кабелями.

Робота фільтра відбувається у двох режимах: процес фільтрації; електроімпульсного струшування рукавів;

Брудний (неочищений) газ з температурою 90 ºС поступає всередину рукава. Потік за рахунок розрідження, створюваного тягодуттьовим апаратом, фільтрується через тканину фільтрувальних рукавів і надходить в камеру чистого газу, а потім виводиться газоходом очищеного газу.

Пил осідає на внутрішню поверхню фільтрувальних рукавів. Частково більші частки пилу під власною вагою падають у бункерну частину фільтра.

Обвалення осів матеріалу зі стінок рукавів, здійснюється з допомогою електроімпульсної установки «Удар».

Газоочисна установка працює постійно в режимі фільтрації. Дросель-клапана на лінії чистого повітря постійно відкриті.

При включенні димососа фільтра відбувається послідовне автоматичне спрацьовування електромагнітних індукторів, які виробляють по п'ять струшувань, починаючи з 1 по 8 секції, що призводить до регенерації рукавів всіх секцій. Пауза між спрацьовуванням електромагнітних індукторів, визначена дослідним шляхом і становить 10 хв [12].

Система видалення пилу включає:

- шлюзові живильники;

- електромагнітний клапан СВМ;

- трубопровід видалення вловлюванного пилу;

- бункер-накопичувач.

2.5 Запропонована схема очищення відхідних газів

З усіх існуючих методів очищення газів, обрано більш ефективний – рукавний фільтр ФРІР-1200, ефективність очищення якого складає 99% викидів. ФРІР-1200 призначений для очищення промислових газів від високодисперсного пилу.

Основні технічні дані рукавного фільтра ФРІР-1200:

1. Продуктивність по газу, що очищається 110 тис. $м^3$/год.

2. Площа поверхні фільтрування 1200 $м^2$.

3. Питоме газове навантаження 1,5 ... 2 $м^3/м^2 \cdot$хв.

4. Гідравлічний опір фільтра 2000 Па.

6. Спосіб регенерації рукавів – імпульсний.

7. Маса фільтра 33,9 т.

Обладнання:

1) Спонукач тяги – димососи (ДН-17) з електродвигуном Р = 160 кВт; n = 1000 об/хв.

2) Система воздуходуви:

- лінія «брудного» повітря;

- лінія «чистого» повітря;

3) газоочисне апарат – рукавний фільтр;

4) бункер-накопичувач пилу;

5) система видалення пилу.

На рис. 2.4 наведено запропоновану технологічну схему.

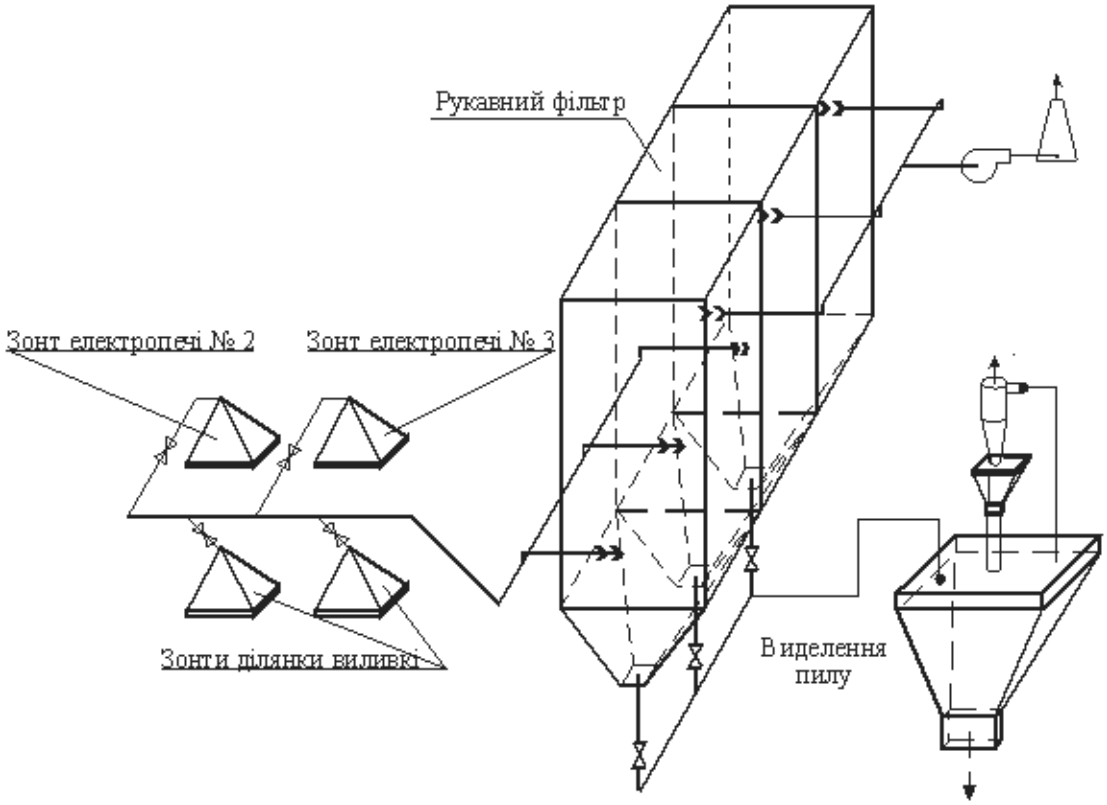


Рисунок 2.4 – Запропонована технологічна схема очищення газів

Фільтруючим елементом рукавних фільтрів є рукав, зшитий із спеціального матеріалу, який вибирається виходячи з умов експлуатації установок. Регенерація здійснюється шляхом струшування рукавів за допомогою електромеханічного вібратора.

Принцип роботи фільтра заснований на уловлюванні пилу фільтруючої тканиною при проходженні через неї запиленого повітря. По мірі збільшення товщини шару пилу на поверхні рукавів зростає опір руху повітря і знижується пропускна здатність фільтра, щоб уникнути цього передбачена регенерація запилених рукавів за допомогою електромеханічних вібраторів.

2.6 Розрахунок рукавного фільтру

Вихідні дані:

- об'ємна витрата очищуваного газу за робочих умов: V = 48 м^3/с;

- запиленість надходячого на очищення газу: $Z_1 = 2$ г/м^3;

- щільність пилу: $\rho = 3500$ кг/м^3;

- середній розмір часток пилу: $d_m = 1 \cdot 10^{-6}$м;

- пористість шару пилу: $m = 0,85$;

- температура газу: $t = 100\ ^0$C;

- динамічна в'язкість газу за робочих умов: $\mu = 22 \cdot 10^{-6}$ Па·с;

- допустимий опір фільтра: $\Delta\rho = 2$ кПа.

Фільтр з тканини нітрон НЦМ, термостійкість якої близько 120ºС. У цьому випадку пористість тканини $m_1=0,83$, а питомий опір $h=1,8 \cdot 10^5$Па.

Рукавний фільтр складається з 20 секцій, має загальну площу фільтрувальної поверхні 1200 м^2. Для возгоного пилу d = 1 мкм і способу регенерації обраного фільтра варто прийняти швидкість фільтрування $\omega=0,0125$ м/с. У цьому випадку необхідна площа фільтрувальної поверхні складе:

$$S = V/\omega \times (N - N_1) - N_1 \times \omega_p; \qquad (2.1)$$

S = 2300 м^2, було прийнято, що $\omega_p = 2 \times \omega$ и $N_1=1$, приймаємо до установки два фільтра, так как: 2300 : 1200 = 1,91.

У двох фільтрах в режимі регенерації одночасно знаходитимуться дві секції $N_1=2$ і фактична швидкість фільтрування:

$$\omega_1 = V_1 + N_1 \times S_1 \times \omega_p / S_1 \times (N - N_1); \qquad (2.2)$$

$$\omega_1 = 48+2 \times 115 \times 0,025/115 \times (40–2) = 0,0123 \text{ м/с},$$

що знаходиться в рекомендованих межах.

$$S_1 = 2300 : 20 = 115 \text{ м}^2,$$

$$\omega_p = 2 \times 0,0125 = 0,025 \text{ м/с}.$$

При прийнятій втраті тиску у фільтрі Δρ = 1 кПа і фактичної швидкості фільтрування ω_1 = 0,0123 м/с час між регенераціями фільтра:

$$\tau = \rho_1 \times (\Delta\rho - A \times B)/A \times Z_1 \times \omega_{1;} \quad (2.3)$$

де

$$A = 817 \times \mu \times \omega_1 \times (1- m)/d^2_m \times m^3;$$

$$A = 817 \times 22 \times 10^{-6} \times 0,0123 \times (1 - 0,86)/(1 \times 10^{-6})^2 \times 0,85^3 = 54 \times 10^6;$$

$$B = 0,82 \times 10^{-6} d^{0,85}_m \cdot m^3_1 \cdot (1–m) h^{2/3}; \quad (2.4)$$

$$B = 0,82 \times 10^{-6} \times (1 \times 10^{-6})^{*0,25} \times 0.83^3 \times (1 - 0,85) \times (1,8 \times 10^5)^{2/3} = 7,09 \times 10^{-6}.$$

$$\tau = 3500/1000 - 54 \times 10^6 \times 7,09 \times 10^{-6}/54 \times 10^6 \times 0,004 \times 0,0123 = 813 \text{ с або } 14 \text{ хв.}$$

Ступінь очистки от пилу в рукавному фільтрі $\eta_{оч}$ не менше 99 %. Приймаємо ступінь очистки рівною 99 %. Запиленість газу на виході з апарату Z_2 складає не більше, г/м^3:

$$Z_2 = Z_1 \times (1 - \eta_{оч}) = 2 \times (1 - 0,99) = 0,02.$$

Це цілком прийнятний час між регенерацією. Чим більше τ, тим довше служить фільтрувальна тканина і легше організовувати по черзі регенерацію секцій фільтра.

Значення приведеної маси річного викиду забруднень в атмосферу визначається по формулі:

$$M = \sum_{i=1}^{n} A_i \cdot m_i \quad (2.5)$$

де A_i – показник відносної агресивності домішки і-го виду, умовн.т/т;

m_i – маса річного викиду і-ї домішки підприємством, т/рік.

Для визначення показника відносної агресивності домішки і-го виду користуються формулою:

$$A_i = a_i \cdot \alpha_i \cdot \delta_i \cdot \lambda_i \cdot \beta_i \quad (2.6)$$

де a_i – показник, що характеризує відносну небезпеку присутності домішки в повітрі, що вдихає людина;

α_i – показник, що враховує ймовірність накопичення початкової домішки або вторинних забруднювачів у компонентах навколишнього середовища і ланцюгах харчування, а також надходження домішки в організм людини неінгаляційним шляхом. Для пилу неорганічного α=1;

δ_i – поправка, що характеризує шкідливий вплив домішки на інших реципієнтів (крім людини). Для пилу неорганічного δ = 1,2;

λ_i – поправка на ймовірність вторинного надходження домішок в атмосферу після їх осідання на поверхнях. Для пилу неорганічного λ = 1,2;

β_i – поправка на ймовірність утворення з вихідних домішок, викинутих в атмосферу, інших (вторинних) забруднювачів, більш небезпечних, ніж початкові. Для пилу неорганічного β = 1.

Показник, що характеризує відносну небезпеку присутності домішки в повітрі, що вдихає людина, знаходять за формулою:

$$a_i = \left(\frac{60}{ГДК_{сді} \cdot ГДК_{рзі}} \right)^{0,5} \quad (2.7)$$

де $ГДК_{сді}$ – середньодобова гранично допустима концентрація для і-тої речовини;

$ГДК_{рзі}$ – гранично допустима концентрація робочої зони для і-тої речовини.

Зробимо розрахунок поправки f:

$$f = \frac{100}{100 + 3 \cdot 3^4} \cdot \frac{4}{1+3} = 0{,}456 .$$

Розрахуємо показники, що характеризують відносні небезпеки присутності домішок в повітрі, a_i:

$$a_{\text{пил неорг}} = \left(\frac{60}{0{,}1 \cdot 5} \right)^{0{,}5} = 10{,}95.$$

Показники відносної агресивності A_i будуть дорівнювати:

$$A_{\text{пил неорг}} = 10{,}95 \cdot 1 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}2 \cdot 1 = 15{,}768.$$

Значення приведеної маси річного викиду забруднень в атмосферу до реалізації природоохоронних заходів:

$$M_1 = 15{,}768 \cdot 9{,}4 = 148{,}2192 \text{ т/рік}.$$

Економічне обгрунтування запропонованих заходів виконаємо з урахуванням позитивного економічного результату, до якого призведе скорочення викиду забруднювачів, а, отже, і скорочення зборів за забруднення.

Розрахуємо термін окупності (Т) запропонованих заходів за формулою:

$$T = \frac{KB}{P}, \qquad (2.8)$$

де КВ – капітальні витрати на реалізацію запропонованих заходів, грн.

Р – отриманий позитивний результат, грн.

$$T = \quad 2439601{,}368/642000{,}36 = 3{,}8 \text{ років}.$$

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

3.1 Основні шкідливості і небезпеки сталеливарного цеху

Роботи за енерговитратами організму у сталеплавильному цеху відносяться до IIб категорії. Робота IIб категорії, пов'язана з ходьбою і перенесенням невеликих (до 10 кг) вантажів [11].

Оптимальні показники клімату поширюються на всю робочу зону, допустимі показчики встановлюються диференційовано для постійних і непостійних робочих місць (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Оптимальні і допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень.

Період року	Категорія робот	Температура, ^{0}C					Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		оптимальна	допустима				оптимальна	допустима на робочих місцях постійх і непостійних, не більш	оптимальна	допустима на робочих місцях постійх і непостійних, не більш
			верхня границя		нижня границя					
			на робочих місцях							
			постіні	непостійні	постійні	непостійні				
Холодний	Середньої важкості –IIб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	Не более 0,4
Теплий	Середньої важкості –IIб	20-22	27	29	16	15	40-60	70 (при 25^{0}C)	0,3	0,2-0,5

В умовах цеху діють такі небезпечні й шкідливі фактори: рухомі машини та механізми (табл. 4.2).

Джерелами небезпеки є: установки для підігріву шихти; механічні та автоматизовані пристрої для заливання, мостові крани; кран балки; монорельсовий шлях.

Таблиця 3.2 – Небезпечні зони та обладнання, що знаходяться на території сталеплавильного цеху № 2

Машини та обладнання	Небезпечні зони
Установка для підігріву шихти, мостові крани, галтувальний барабан	Шихтовий двір
Індукційні печі, мостовий кран, монорельсовий шлях, заливальний пристрій	Плавильне й заливальне відділення

Джерелами тепловиділення на ділянці є: установка для підігріву шихти; індукційні тигельні печі; стенд для сушіння ковшів; рідкий метал.

Для запобігання опіків використовуються: огорожі, вентиляція, водяне охолодження печей і засоби індивідуального захисту [12].

Для забезпечення безпеки використовуються попереджувальні плакати; до роботи допускаються працівники, які пройшли інструктаж з техніки безпеки і ознайомлені з правилами роботи на обладнанні.

Використовуються обмежувачі; рухомі машини (приклад мостовий кран) забезпечений звуковою сигналізацією та управління його передбачає блокування від випадкових включень і виключень. Фактичне та нормативне значення шкідливих чинників у сталеплавильному цеху № 2 (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Фактичне та нормативне значення шкідливих чинників у сталеплавильному цеху № 2

Шкідливі фактори	Фактичне значення	Нормативне значення
Виробничий шум, дБа	90	80
Освітленість робочої зони, Лк	150	150
Вібрація, Дб	91	91
Запиленість і загазованість робочої зони, м/с	0,7	0,2 – 0,5
Напруги в електричному ланцюзі, В	1000	1000
Температура теплового випромінювання	32	13 – 29

При обслуговуванні електроустановок згідно з Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ) застосовують основні і додаткові захисні засоби [13].

Ізоляція захищає електроустановки від надмірного витоку струмів, оберігає людей від ураження струмом та виключає виникнення пожеж. Правилами встановлено, що опір ізоляції мережі на ділянці між двома суміжними запобіжниками повинен бути не менше 0,5 мОм. У приміщеннях сирих якщо є виділення їдких парів або газів, опір ізоляції підвищується на 20-50% залежно від напруги [14].

Проводка у виробничих приміщеннях виконується ізольованими проводами і кабелями, які в місцях, де можливе їх механічне пошкодження, укладають в механічні труби.

Запобіжник – найпростіший автоматичний прилад, в якому є вставка, перегорає при збільшенні сили струму в ланцюзі. Вставки застосовуються стандартними, їх не можна замінювати іншими і використовувати жили мідного дроту, що може дати сильний нагрів проводів, загоряння ізоляції та виникнення пожежі.

Електродвигуни для приводу устаткування застосовуються відповідно до технологічних вимог. Електродвигуни закритого типу виключають можливість дотику до частин, що знаходяться під напругою. Вони захищені від попадання всередину пилу, стружки та інших сторонніх предметів.

Забороняється робота двигуна при виникненні таких несправностей: нечітка робота вимикача, іскріння, витікання мастила з редуктора, поява диму або запаху, поява підвищеного шуму, стукоту, вібрації.

Двигуни повинні піддаватися періодичній перевірці, не рідше одного разу на 6 місяців.

Пилогазові викиди ливарних цехів містять велику кількість шкідливих речовин, які, проникаючи в організм людини, надають фізико-хімічний вплив на його клітини і тканини, що тягнуть порушення життєдіяльності.

3.2 Заходи щодо зниження шкідливостей і небезпек у сталеливарному цеху

З метою профілактики випадків виробничого травматизму, профзахворювань та поліпшення умов праці щорічно здійснюються різного роду заходи, передбачені колективним договором та угодою з охороною праці, технікою безпеки і промисловою санітарією.

З метою постійного контролю за станом охорони праці на виробничих ділянках і ремонтних службах працюють комісії I, II і III ступені адміністративно-громадського контролю, результати перевірки фіксуються в журналах, і так само складаються акти – приписи з виявленими порушеннями та термінами їх усунення.

Новоприйняті робітники проходять навчання за фахом, з безпечних методів виконання робіт, стажування на робочому місці, перевірку знань отриманих за час навчання в комісії і лише після цього допускаються наказом (розпорядженням) до самостійної роботи на виробничих небезпечних об'єктах: вантажопідіймальні крани; газове обладнання; кислоти і луги; плавильне обладнання; технологічні трубопроводи; посудини, що працюють під тиском; електрообладнання.

Вогненебезпечні та зварювальні роботи проводяться після оформлення наряду-допуску узгодженого з пожежною частиною та контрольно-наглядовими службами.

На ділянках цехів розташовується обладнання та оснащення засобами пожежогасіння, пожежні щити. Куріння дозволяється в спеціально відведених місцях.

У заходах по боротьбі з шумом, перш за все, необхідно звернути увагу на технологічний процес та обладнання, по можливості замінити операції, що супроводжуються шумом. У ряді випадків можна замінити кування металу його штампуванням, клепку і карбування – пресуванням або електрозварюванням, наждачну зачистку металу – вогневою, розпилювання

циркулярними пилами – різанням спеціальними ножицями. Необхідно стежити, щоб при такій заміні не створювалися які-небудь додаткові шкідливості, які можуть надавати на працюючих більш несприятливу дію, ніж шум [14].

Основним напрямом у комплексі заходів щодо боротьби з пилом є попередження його утворення або надходження в повітря робочих приміщень. Найважливіше значення в цьому напрямку мають заходи технологічного характеру. Технологічні процеси по можливості проводяться таким чином, щоб виявлення пилу було повністю виключено або, принаймні, зведено до мінімуму. З цією метою потрібно максимально замінювати сухі матеріали, що пилять – вологими, пастоподібними, розчинами і обробку їх вести вологим способом. Якщо за технологічними умовами необхідно мати матеріал у сухому вигляді, доцільно замість порошкоподібного використовувати його у вигляді брикетів, таблеток, які порошать значно менше. Це в рівній мірі відноситься як до сировинних матеріалів, так і до готової продукції, побічних продуктів і відходів виробництва. Подібні заходи попередження пилоутворення вже знайшли широке застосування у промисловості. До них відносяться мокре буріння в гірничорудній промисловості, нагнітання води в товщу пласта, гідравлічне видобування вугілля (гідромонітори), гідравлічна та гідропіскоструминне очищення лиття, вологий помел і шліфування, випуск пастоподібних барвників, таблеток білої сажі.

Для ізоляції джерел тепла застосовуються звичайні термоізоляційні матеріали, що володіють низькою теплопровідністю. До них відносяться пориста цегла, азбест, спеціальні глини з домішкою азбесту. Кращий гігієнічний ефект дає водяне охолодження зовнішніх поверхонь гарячого обладнання. Воно застосовується у вигляді водяних сорочок або системи труб, що покривають зовні гарячі поверхні. Вода, що циркулює по системі труб, відбирає тепло з гарячою поверхні і не допускає виділення його в приміщення цеху. Для екранування приміряються щити висотою не менше

2 м, поставлені паралельно гарячої поверхні на невеликій відстані від неї (5-10 см). Подібні щити перешкоджають поширенню конвекційних струмів нагрітого повітря від гарячої поверхні в навколишній простір. Конвекційні струми прямують вгору по щілині, утвореною гарячою поверхнею і щитом, і нагріте повітря, минаючи робочу зону, йде назовні через аераційні ліхтарі та інші отвори. Для видалення тепловиділень від невеликих джерел тепла чи від локалізованих (обмежених) місць його виділення можна використовувати місцеві укриття (парасольки, кожухи) з механічним або природним відсмоктуванням.

3.3 Розрахунок вентиляції робочих місць

Для видалення тепла і газів з 6-тонної електросталеплавильної печі над нею, під перекриттям, встановлюється зонт з механічною тягою. Необхідно визначити розміри зонта і продуктивність витяжної вентиляції.

Вихідні дані: діаметр печі d_e = 1 м; відстань від верху печі до гирла зонта H = 2 м; споживана потужність піччю 3500 кВт.

За рахунок термохімічної реакції виділяється в процесі плавлення ще 14% від споживаної потужності. Теплопередача в навколишнє середовище становить 9%. Втрати тепла з газами при наявності системи відводу газів через склепіння печі – близько 3%. Сумарні втрати рівні 12%.

Враховуючи, що піч завантажується через звід, розрахунок ведеться на двох режимах: сталеваріння і завалки шихти.

Відстань від полюса до гирла витяжного пристрою:

$$Z = H + 2d_э; \qquad (3.1)$$

$$Z = 2 + 2 \cdot 1 = 4 \text{ м}.$$

Кількість тепла, що виділяється піччю:

$$Q = 3500 \cdot 0.12 \cdot 860 / 3600 \cdot 0,86 = 116 \text{ ккал/с.}$$

Діаметр факела у гирла витяжного пристрою:

$$D_z = 0,45 \cdot Z^{0,88}; \quad (3.2)$$

$$D_z = 0,45 \cdot 4^{0,88} = 1,52 \text{ м.}$$

Швидкість на відстані Z:

$$V_z = 0,82 \cdot Q^{0,33} / Z^{0,29}; \quad (3.3)$$

$$V_z = 0,82 \cdot 116^{0,33} / 4^{0,29} = 2,64 \text{ м/с.}$$

Витрата повітря у зонті:

$$L_z = 0,13 \cdot Z^{1,5} \cdot Q^{0,33}; \quad (3.4)$$

$$L_z = 0,13 \cdot 4^{1,5} \cdot 116^{0,33} = 104 \text{ м}^3/\text{с} = 4,99 \text{ м}^3/\text{год.}$$

У період завалки шихти звід відведен в сторону. Температура внутрішньої поверхні печі 1400ºС. Тепловиділення випромінюванням і конвекцією:

а) випромінюванням з внутрішніх поверхонь (під печі) за графіком знаходимо, що при температурі 1400ºС:

$$Q_{із} = 35 \text{ Мкал/(м}^2 \cdot \text{год)},$$

тоді

$$Q_л = 35 \cdot 45 = 1600 \text{ Мкал/год.}$$

Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією:

$$\alpha = 2,8 \cdot \sqrt[4]{1400 - 50} = 31 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{год} \cdot {}^{o}\text{C}$$

б) тепловиділення конвекцією:

$$Q_к = 1,15 \cdot (38 + 60) \cdot 31 \cdot (1400 – 50) = 4700 \text{ Мкал/год.}$$

Загальні тепловиділення ΣQ = 6300 Мкал/год = 174 ккал/с.

Витрата повітря

$$L_z = 0,13 \cdot 4^{1,5} \cdot 174^{0,33} = 5,7 \text{ м}^3/\text{с} = 342 \text{ м}^3/\text{год.}$$

З результатів розрахунків виходить, що для забезпечення ефективності вентиляції необхідно забезпечити витрату повітря витяжного зонта не менше, ніж 342 м^3/год.

3.4 Пожежна профілактика

Виробничий процес у цеху з вибухової, вибухопожежної та пожежної небезпеки відноситься до категорії «Г», тому що обробці піддаються негорючі матеріали в розпеченому стані [15].

Ділянки цеху відносяться до категорій з вибухопожежної та пожежної небезпеки: плавильно-заливна, категорія Б; термообробка, категорія Б; виготовлення форм, категорія Б; склади шихти і формувальних матеріалів, категорія Д; побутові приміщення, категорія В; регенерація рукавів, категорія Д.

Пожежі на ділянці можуть виникнути в результаті:

- загорання електрообладнання при перевантаженнях, перегрівах і коротких замиканнях (клас пожежі – Е);

- загорання паливно-мастильних матеріалів при потраплянні в них іскор електричного або механічного походження, впливу тепла від нагрітих предметів, під впливом відкритого вогню (клас пожежі – В);

- на нагрівальній ділянці можливе займання та вибух горючих газоповітряних сумішей (клас пожежі – С);

- самозаймання промасленого дрантя (клас пожежі – А).

Небезпека виникнення пожежі в цеху зменшена наступними розробленими заходами: обтиральні промаслені матеріали прибираються в металеві ящики і щільно закриваються кришками і після закінчення робіт видаляються з приміщення у спеціально відведені місця за межі цеху, обмежені кількості паливно мастильних матеріалів, технологічне обладнання, на якому передбачається проведення вогневих робіт. Для гасіння пожеж водою використовується пожежний водопровід, об'єднаний з виробничим водопроводом. На його мережі у приміщенні цеху встановлені пожежні крани з брезентовими рукавами і відводами; зовні будівлі по її периметру в підземних колодязях розміщені пожежні гідранти [15].

Для гасіння можливих пожеж в цеху передбачені первинні засоби пожежогасіння (табл. 3.4), згідно «Правил пожежної безпеки в Україні» .

Таблиця 3.4 – Перелік та норми необхідних первинних засобів пожежогасіння для сталеплавильного цеху

Ділянка	Площа	Клас пожежі	Категорії по ВПБ	Застосовувані вогнегасники	Кількість
1. Плавильно-заливний	864	Д	Г	Порошкові місткістю 10л	1
2. Термообробка	288	Е	Г	Порошкові місткістю 5л	2
3. Виготовлення форм	648	Е	Г	Порошкові місткістю 5л	2
4. Склади шихти і формувальних матеріалів	720	Е	Д	Порошкові місткістю 2л	2
5. Побутові приміщення	720	Е, А	В	Порошкові місткістю 10л	4
6. ЛЮМ контроль	144	В	Б	Порошкові місткістю 10л	1

Для гасіння пожеж водою використовується пожежний водопровід, об'єднаний з виробничим. На його мережі у приміщенні цеху (лабораторії, ділянки) встановлені пожежні крани з брезентовими рукавами і відводами. Зовні будівлі по її периметру в підземних колодязях розміщені пожежні гідранти. Для доступу на даху будівлі використовуються пожежні сходи, укріплені на стінках.

Пожежні щити встановлюються на території цеху з розрахунку один щит на 5000 м^2. У комплект щита входять: вогнегасники – 3 шт.; ящики з піском – 1 шт.; покривало з вогнетривкого матеріалу – 1 шт.; багри – 2 шт.; ломи – 2 шт.; лопати – 2 шт.; сокири – 2 шт.

Евакуаційні виходи. Вихід називається евакуаційним, якщо він веде з приміщень першого поверху безпосередньо назовні через: коридор; сходову клітку; коридор і вестибюль; коридор і сходову клітку.

З приміщень будь-якого поверху, крім першого:

- в коридор ведучий безпосередньо до сходової клітки або на сходи третього типу.

- в хол (фойє), що має вихід безпосередньо до сходової клітки або на сходи третього типу.

Всі відділення цеху мають не менше двох евакуаційних виходів, зазначених вище. Цього достатньо для евакуації максимально можливого числа робітників від найбільш віддаленого місця роботи до найближчого евакуаційного виходу.

Висота евакуаційних виходів не менше 2 м і не менш ширина 0,8 м. Висота евакуаційних шляхів не менше 2 м і ширина не менше 1,2 м.

У загальних коридорах не допускається розміщення обладнання, які виступають з площини стін на висоті менше 2 м, газоводи, а також вбудовані шафи, крім шаф для комунікацій і пожежних кранів.

Двері евакуаційних виходів не повинні мати запорів, що перешкоджають їх вільному відкриттю зсередини без ключа.

Всі перераховані вище параметри в цеху дотримані.

ВИСНОВКИ

1. На Дніпровському стрілочному заводі в сталеплавильному цеху № 2 очищення від газоподібних викидів проводиться мокрим способом у високошвидкісних пилеуловлювачах з високонапірними трубами Вентурі. Скрубер Вентурі представляє собою трубу Вентурі, в яку підводиться зрошуюча рідина, і встановлений за нею каплеуловлювач. Процес очищення газу закінчується видаленням крапель рідини через зливний отвір у нижній частині циклону. Принцип дії скруберів Вентурі заснований на уловлюванні частинок пилу, абсорбції або охолодженні газів краплями зрошуючої рідини, діспергіруємою самим газовим потоком в трубі Вентурі. Головним недоліком скруберів Вентурі є велике споживання енергії. Крім того апарат дуже складний в експлуатації, а управління ним не достатньо зручне. Також при використанні цього апарата утворюється велика кількість рідкісних відходів шламу. Ефективність очитки скруберів Вентурі – 60%.

2. З усіх існуючих методів очищення газів, обрано більш ефективний – рукавний фільтр ФРІР-1200, ефективність очищення якого складає 99% викидів, що дозволило знизити викиди забруднюючих речовин на 17 тонн на рік. ФРІР-1200 призначений для очищення промислових газів від високодисперсного пилу. Фільтруючим елементом рукавних фільтрів є рукав, зшитий із спеціального матеріалу, який вибирається виходячи з умов експлуатації установок. Регенерація здійснюється шляхом струшування рукавів за допомогою електромеханічного вібратора.

3. У розділі «Охорона праці та техногенна безпека» визначено основні шкідливі та небезпечні виробничі фактори в цеху та запропоновано заходи щодо їх зменшення. Виконано розрахунок вентиляції для видалення тепла і газів з 6-тонної електросталеплавильної печі, над якою встановлюється зонт з механічною тягою. Для забезпечення ефективності вентиляції необхідно забезпечити витрату повітря витяжного зонта не менше, ніж 342 $м^3$/год.

СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ

1. Самойленко Н.М., Аверченко В.І., Байрачний В.Б. Системи технологій та промислова екологія. Ч. І. Металургійний та енергетичний комплекс : навч. посіб. Харків : НТУ «ХПІ», Лідер, 2020. 212 с.

2. Іваненко О.І., Носачова Ю.В. Техноекологія: Підручник. Київ : Видавничій дім «Кондор», 2017. 294 с.

3. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник за ред. К.М.Ситника. 3-тє вид., стер. Київ : Вища шк., 2005. 382с.

4. Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Соколовський І.А. Промислова екологія: навч.посіб. Київ : Знання, 2012.430с.

5. Клименко М. О., Прищепа, А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля. НУВГП, Рівне, 2023.

6. Клименко М.О., Залеський І.І. Техноекологія: навч. Посібник. Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне. Київ : Видавничий центр «Академія», 2011. 256 с.

7. Клименко М.О., Залеський І.І. Техноекологія: підручник. Херсон : ФОП Грінь Д.С., 2017. 331 с.

8. Филипчук В.Л., Клименко М.О., Ткачук К.К., Проценко С.Б., Радовенчик В.М., Залеський І.І.. Промислова екологія. Рівне : НУВГП. 2013. 493 с.

9. Білявський Г. О., Бутченко Л. І. Основи екології : теорія та практика. навч. посібник. Київ : Лібра, 2004. 368 с.

10. Мельник Л.Г. Основи екології: екологічна економіка та управління природокористуванням. Суми : Університетська книга, 2006. с. 236-658

11. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці : підручник. Львів : УАД, 2006. 336 с.

12. Сакун М.М., Москалюк І.В. Основи охорони праці. Навчально-методичний посібник. Херсон : «Южполиграфсервис», 2013. 67 с.

13. Зеркалов Д.В. Наукові основи охорони праці. Київ : «Основа», 2015. 934 с.

14. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І.М. Основи охорони праці. Підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 264 с.

15. Білим П.А. Основи пожежної безпеки : конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 263 Цивільна безпека. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 45 с.