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 «Проєкт системи очистки пилегазових викидів сталеплавильного цеху»

Виконала: студент 4 курсу, групи 6.1832

Шаповалова А.О.

(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 – 2026 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*__
«____» _____2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ) СТУДЕНТУ

_____Шаповалова Анастасія Олександрівна _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проєкт системи очистки пилегазових викидів 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 «23»12 2025 року № 1831-с

2. Строк подання студентом роботи (проєкта)____08.06.2026_____

3. Вихідні дані до роботи (проєкта) Витрата газу за нормальних умов (Qн.у.): 120000 нм^3/год. Температура газу (tг): 150◦С. Початкова запиленість газу (z1): 4 г/м^3 (або 4000 мг/м^3). Барометричний тиск (В): 101 кПа.

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, 13 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__06.04.2026_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ	до 20.04.2026	
2	Реферат	до 24.04.2026	
3	Розділ 1	до 12.05.2026	
4	Розділ 2	до 18.05.2026	
5	Розділ 3	до 01.06.2026	
6	Висновки	до 05.06.2026	

Здобувач _____ Шаповалова А.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Реферат

Кваліфікаційна робота на тему «Проєкт системи очистки пилегазових викидів сталеплавильного цеху»: 71 стор., 14 табл., 9 рис., 15 джерел.

РУКАВНИЙ ФІЛЬТР, ФРІР-2200, СТАЛЕПЛАВИЛЬНИЙ ЦЕХ, ПИЛОГАЗООЧИЩЕННЯ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ОХОРОНА ПРАЦІ, МОДЕРНІЗАЦІЯ.

Мета роботи – підвищення рівня екологічної безпеки підприємства шляхом модернізації очисного устаткування із заміною застарілих систем на сучасні рукавні фільтри з імпульсною регенерацією.

У загальній частині кваліфікаційної роботи розглянуто технологічний цикл виробництва стрілочної продукції, зокрема виплавку сталі марки 110М13Л в електродугових печах. Виявлено основні джерела утворення відходів: шлаків та дрібнодисперсного пилу, який містить до 55% заліза та цінні кольорові метали (Pb, Ni, Cr). Проаналізовано склад викидів в атмосферу, що включають пил, оксиди азоту, оксид вуглецю та діоксид сірки.

У спеціальній частині проведено порівняльний аналіз методів очищення та обґрунтовано заміну установок типу труба «Вентурі» (ефективність ~60%) на рукавні фільтри ФРІР-2200. На основі розрахунків (витрата газу 198 313 м³/год, необхідна площа фільтрації 1944,25 м²) обрано апарат із оксалонової тканини, що витримує до 250°С. Впровадження цієї системи дозволяє підвищити ефективність очищення до 99,5%, знизивши викиди пилу з 21,58 т/рік до 3,56 т/рік.

У розділі «Охорона праці та техногенна безпека» проаналізовано шкідливі фактори: температура (40-42°С) та інтенсивність теплового випромінювання (52,7 МДж/м²·год), що значно перевищують норми. Запропоновано заходи з аерації приміщення через розрахований витяжний ліхтар.

Зміст

ВСТУП 6
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА 7
1.1 Загальна характеристика сталеплавильного цеху . . 7
1.2 Технологія виплавки сталі в сталеплавильному цеху №1 9
1.3 Характеристика сталеплавильного пилу . . . 17
1.4 Характеристика сталеплавильних шлаків . . . 21
2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА 25
2.1 Характеристика пилогазових викидів сталеплавильного цеху 25
2.2 Забруднення атмосфери викидами сталеплавильного виробництва 27
2.3 Фізичні й екологічні наслідки забруднення атмосфери . 30
2.4 Визначення потужності викиду забруднюючих речовин 36
2.5 Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря по сумарному показнику 38
2.6 Розробка заходів щодо зменшення пилегазових викидів сталеплавильного цеху №1 ВАТ «Дніпровського стрілочного заводу» 42
2.7 Розрахунок рукавного фільтра 53
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА . . . 60
3.1 Основні шкідливості і небезпеки цеху та заходи щодо їх усунення 60
3.2 Пожежна профілактика 66
ВИСНОВКИ 68
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ 70

ВСТУП

Промислове виробництво ВАТ «Дніпровський стрілочний завод» супроводжується виділенням в атмосферне повітря різних речовин, що забруднюють повітряне середовище. В повітря надходять аерозольні частинки (пил, дим, туман), гази.

На сучасному етапі для більшості промислових підприємств очищення викидів від шкідливих речовин є одним з основних заходів щодо захисту повітряного басейну. Завдяки очищенню викидів перед їх надходженням в атмосферу запобігається забруднення атмосферного повітря.

Очищення повітря має найважливіше санітарно-гігієнічний, екологічний та економічне значення.

В даний час випускається і експлуатується безліч різних конструкцій тканинних фільтрів. За формою фільтрувальних елементів і тканин вони можуть бути рукавні й плоскі (полотняні), по виду опорних пристроїв – каркасні, рамні і т.д., за наявністю корпусу і його формі – циліндричні, прямокутні, відкриті (безкамерні), по числу секцій – одно- і багатосекційні. Фільтри можуть також відрізнятися за способом регенерації і ряду інших ознак.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика сталеплавильного цеху

ВАТ «Дніпровський стрілочний завод» (ВАТ «ДнСЗ») є провідним українським виробником стрілочної продукції для ЖД магістралей України. Сучасний рівень виробництва дозволив заводу в повному об'ємі задовольняти запити замовників українських ЖД.

ВАТ «Дніпровський стрілочний завод» виробляє комплекти стрілочних переводів типу Р50, Р65, стрілочні переводи із гнучкими гостряками, рейкові замки, стрілочний перевід т.Р50 м. 1/9 для колії 1435 мм, перетинання колії 1520 мм із колією 1435 або 750 мм.

ВАТ «ДнСЗ» має наступну структуру: сталеплавильний цех № 1, сталеплавильний цех №2, механо-складальний цех, механо-заготівельний цех, ковальсько-пресовий цех, цех технічного обслуговування, енерго-силовий цех, інструментальний цех, ремонтно-будівельний цех, транспортний цех, автотранспортний цех.

Сталеплавильні цехи (СЛЦ) №1, №2, механо-заготівельний, механо-складальний і ковальсько-пресовий цех є основними виробничими підрозділами на підприємстві.

Інструментальний, ремонтно-будівельний, ремонтно-механічний, енерго-силовий, автотранспортний і транспортний цехи є допоміжними виробничими підрозділами.

Стрілочний перевід, що виготовляється на підприємстві, комплектується наступними вузлами:

- стрілка, що складається із двох половинок: рамної рейки й гостряка;

- хрестовина, що складається з литого сердечника й рейкових вусовиків, скріплених між собою болтами з гайками й шайбами, установленими на прокладці;

- рейкові рубання;

- комплекти прикладних деталей;

- ящики з металовиробами.

На підприємстві здійснюється наступний технологічний процес:остряковая болванка надходить у відділення випресовки кореня, потім у механо-заготовільний цех на механічну обробку, і після чого в механо-складальний для загартування й зборки. У сталеплавильному цеху №1 відливають заготівлі сердечника з марганцевої сталі марки 110М13Л в електроплавильних печах.

У механо-заготівельном цеху відбувається механічна обробка на металообробних верстатах: обрізка, виправлення, фрезерування, обрубка, свердління, згинання, зачищення кореня сердечника.

У механо-складальному цеху на спеціальному стенді відбувається збір стрілки й комплектація ящиків з металовиробами, а також виконується механічна обробка сердечників, вусовики й виготовлення рамної рейки.

У ковальсько-пресовому цеху виготовляються гостряки шляхом випресовки його з кореня, а також болти й інші допоміжні деталі.

В інструментальному цеху виконується механічна обробка деталей на верстатах.

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

Ремонтний-будівельний цех виготовляє ящики для металовиробів, щити й прокладки для стрілочного переводу, а також виконує ремонтно-будівельні роботи на підприємстві.

Енерго-силовий цех займається обслуговуванням і ремонтом енергетичного устаткування заводу. До цього цеху ставляться компресорна, теплогенератори й блоки очищення стічних вод заводу.

Підприємство перейшло на локальні компресорні станції й децентралізоване опалення з метою економії технічної води й зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу.

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

На підприємстві організований підрозділ вхідного контролю в складі контрольного майстра сировини й матеріалів, двох контролерів виробів, напівфабрикатів і матеріалів, які працюють відповідно до «Переліку продукції, що підлягає вхідному контролю».

Інструментальні виміри джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу, контроль якісної сполуки стічних вод підприємства й повітря робочої зони здійснює лабораторія охорони навколишнього середовища. Лабораторія акредитована в Дніпропетровському центрі стандартизації, метрології й сертифікації.

Особлива увага приділяється зменшенню екологічного впливу підприємства на навколишнє середовище шляхом зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу, зменшення об'ємів шкоди.

Сталеплавильні печі СЛЦ №1 були оснащені установками типу труба «Вентурі», що мають ефективність очищення не більше 60%. Оснащення сталеплавильних печей СЛЦ №1 рукавними фільтрами дозволить збільшити ефективність очищення до 98% і знизити викиди забруднюючих речовин на 17 тонн на рік.

1.2 Технологія виплавки сталі в сталеплавильному цеху №1

Відхилення легуючих елементів, що допускають, від норм хімічного складу не повинні перевищувати значень (табл. 1.1) [1]:

Таблиця 1.1 – Допустимі відхилення елементів, що легують

Хімічний елемент	Масова частка елемента	Допустимі відхилення	
		для нижньої межі	для верхньої межі
Вуглець	0,12- 0,55	- 0,02	+ 0,02
Кремній	0,20- 0,52	- 0,05	+ 0,15
Марганець	0,45- 0,90	- 0,07	+ 0,18

Для заливання форм деталей стрілочної продукції хімічний склад сталі повинен відповідати наступним показникам (табл. 1.2):

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі для заливання форм деталей

Вуглець	0,17 - 0,35%
Марганець	0,40 - 1,08%
Кремній	0,30 - 0,67%
Сірка	не більше 0,06%
Фосфор	не більше 0,06%

Для деталей, які приварюються до прокату (приварна стрілочна подушка, стійка контррельсового вузла) вміст вуглецю в сталі повинен бути не більше 0,25%.

У випадку відхилення по хімічному складу сталі по легуючих елементах від зазначених меж у ЦЗЛ визначаються механічні властивості сталі із пробних брусків, які відливаються в середині заливання металу по формах.

Механічні властивості сталі після нормалізації повинні відповідати наступним показникам [2]:

1. Границя текучості $\sigma_т$ МПа – 200 кгс/мм^2;

2. Ремінний опір $\sigma_у$ МПа – 400 кгс/мм^2;

3. Відносне подовження δ – 12%;

4. Відносне звуження φ – 20%.

Шихтовка. У шихту використовується сталевий лом – відходи:

- Привізний сталевий лом габаритами не більше 0,7х0,4х0,05 м. Вага окремих шматків повинен бути не більше 100 - 150 кг. Такої шихти в завалку рекомендовано давати ≈ 52%.

- Відходи свого виробництва – очищені літники, прибутку, скрап та ін. У складі шихти повинне бути не більше 30%.

- Стружка сталева ≈ 5% від ваги шихти.

- Відходи механозаготівельного виробництва ≈ 15-20% від ваги шихти.

- Відходи ковальського виробництва повинні даватися в плавку обмежено не більше 10%.

Шихта ковальського виробництва офанчивається через підвищений у ній зміст фосфору. Фосфор і сірка з метала в печі з кислої футеровкою не віддаляються, тому шихтові матеріали повинні містити сірки й фосфору не більш, ніж по 0,05% відповідно.

Сталевар і майстер повинні стежити, щоб у шихті не було вибухонебезпечних предметів (снаряди, заварені або закриті з обох кінців шматки труб і ін.).

Забороняється застосовувати в завалку кольорові матеріали.

Матеріали, застосовувані в плавку повинні бути сухими й чистими.

Після розплавлювання шихти менш чим на 0,1- 0,2% вище, ніж вміст по верхній межі у виплавлюваній марці сталі. Для підйому вуглецю в металі може застосовуватися до 1% від ваги завалки чавуну, або електродний бій, або кокс.

Заправлення печі. Відразу після випуску попередньої плавки сталевипускний отвір ретельно очищається від шлаків обробляється по всьому перетині. Сталевар після випуску плавки очищає помилковий поріг і робить ретельний огляд укосів, подини й випускного отвору. Подина очищається від шлаків. За допомогою сталевого штиря перевіряється, чи не залишився на подині метал, чи не підірвана подина.

Якщо подина в гарному стані не вимагає ремонту, сталевар швидко за мінімальний час нагорячо заправляє укоси печі й переходе з укосів на стінку.

Якщо в подині є ями, у яких залишився метал і шлаки, те необхідно гребками вигребти й видалити шлаки, на метал у вибій печі кинути невелику кількість піску, перемішати його з металом і в гарячому стані вигребти його з печі.

Після очищення вибоїв заправляють його піском з рідким склом. Потім закривають і печуть хвилин 10, щоб заправлення приварилося. Перед

завалкою заправлене місце рекомендується прикрити шматком жерсті або тонким аркушем заліза, щоб не зруйнувати заправлений шар шихтою при завалці.

Завалка шихти. Порядок заповнення шихти в завантажувальну баддю. На низ дається 50% всього дріб'язку, що буде завантажуватися в піч. На шар дрібної шихти завантажується вся велика шихта. Наверх завантажуються інші 50 % дрібної шихти. Завантажена баддя перевозиться в плавильний проліт на передатному візку. Для завантаження шихти зачепити основним гачком мостового крана траверсу завантажувального кошика (бадді) і сергами траверси зачепити за гачки бадді, допоміжним підйомом крана зачепити тягу замкового пристрою. Підняти баддю краном і підвести до електропечі. На динамометрі, вмонтованому в траверсу визначити й записати в плавильний журнал вага шихти. Щоб уникнути тепловтрат і руйнування вогнетривів час завалки повинен бути мінімальним, тому завалку шихти рекомендується проводити у двох осіб. Один подає кошик до печі, подаючи сигнали крановикові, а інший в цей час піднімає звід і викочує ванну печі. Завантажувальний кошик подається у ванну печі (тільки не опускається на подину щоб запобігти її руйнування), допоміжним підйомом крана відкривається замковий пристрій і шихта вивалюється у ванну печі [2].

Завантажувальний кошик подається на стенд закривання пелюстків, закриваються пелюстки й кошик установлюється на передатний візок.

Сталевар разом з підручним вирівнюють і ущільнюють виступаючу за рівень ванни шихту гачками.

Для кращого контакту між шихтою й електродами, під електроди на шихту підкладають шматки електродів.

Сталевар закочує ванну печі під звід печі, фіксує положення ванни замками, опускає звід на корпус печі. За допомогою штиря шихта заземлюється на корпус печі, щоб поліпшити роботу автоматики.

Плавлення. Команду на включення електропечі дає майстер. Перші 10 хвилин плавлення ведеться на 2-4 або 6-8 щаблях напруги (знижена потужність, щоб променевою енергією не руйнувати звід).

Подальше плавлення проходить на 1 або 5 щаблях напруги (максимальна потужність трансформатора). Перед включенням печі зашпаровується кварцовим піском сталевипускний отвір і підсипається помилковий поріг. Коли електроди пропалять у шихті колодязі, вирівняється горіння дуг, що заземлює, штир убирається й закривається робоче вікно. По ходу плавлення сталевар спостерігає за ходом розплавлювання вчасно зіштовхуючи з укосів під електроди шихту, щоб не допустити опускання електродів до самої подини (з печі починає виділятися білий дим або пластівці кремнезему).

Якщо з'явився білий дим із пластівцями, а зіштовхнути шихту під електроди не вдається, необхідно викотити ванну печі та накидати свіжої шихти. Після утворення в печі під електродами озерець рідкого металу в піч дається пісок або горіла земля для наведення шлаків. Загальна витрата піску за період плавлення становить ≈ 1,5 - 2% від ваги завалки. Для розрідження шлаків у піч дається 1 - 2 лопати вапняку. По розплавлюванню ванна повинна бути покрита рідкорухомими шлаками і на укосах не повинне бути шматків шихти. По розплавлюванню береться перша проба на вуглець і стравлюється на хімічний аналіз в експрес – лабораторію, а також для орієнтовного визначення вуглецю по зламу проби.

Окисний період. По розплавлюванню шихти зміст вуглецю в металі повинне бути на 0,1 - 0,2% вище верхньої межі заданої марки сталі. Якщо зміст вуглецю по розплавлюванню виявиться нижче, необхідно зробити навуглецьовування ванни. До подачі руди у ванну метал необхідно підігріти до початку «кипіння» металу при закритому робочому вікні, після цього робити окислювання ванни шляхом подачі залізної руди по 1-2 лопати через 2-3 хвилини. Присадка кожної наступної порції руди виробляється тільки загасання «кипіння» від попередньої порції руди. Варто остерігатися

присадки руди в непрогріту ванну. Повторна присадка руди при в'яло киплячій ванні після прогріву ванни викличе бурхливе скипання металу з можливим викидом металу з печі. Щоб уникнути викиду металу необхідно підняти електроди, небагато нахилити пічь убік жолоба й ванна заспокоїться.

Шлак протягом усього окисного періоду повинен бути рідкорухомим.

У цей період шлаки в зламі чорні. Якщо шлаки починають загусати, то паралельно з подачею залізної руди дати на шлаки 2-3 лопати вапняку до одержання шлаків достатньої рухливості.

Кількість досадженої руди визначається по кількості вуглецю в металі, що підлягає окислюванню (за результатами першого аналізу на вуглець).

Для окислювання 0,1 % вуглецю необхідно ввести у ванну 8-10 кг руди на тонну металу.

Після витрати розрахункової кількості руди відправляється друга проба на вуглець.

Після відправлення другої проби на вуглець метал уже повинен бути підігрітим до температури випуску металу. При рідкорухомому шлаці й енергійному кипінні метала у ванні, як правило, залишаються соті частки відсотка кремнію.

Одержавши задовільний аналіз по вуглецю приступити до рафінування металу. Якщо вуглець виявиться нижче нижньої межі заданої марки сталі – ванну необхідно навуглецьовувати додаванням чавуну. Якщо після одержання задовільного аналізу по вуглеці плавка затримується й печі доцільно відключити, то перед відключенням печі у ванну додати чавуну для навуглецьовування металу й коли підійде фаза випуску – повторно зробити окислювання ванни й тільки потім приступити до рафінування металу [3].

Раскислювальний і відновлювальний період. У зв'язку з тим, що під час окисного періоду метал досить підігрітий, рафінування можна проводити на більш низьких щаблях напруги на трансформаторі: 4 – 8. Одержавши задовільний показник по змісту вуглецю в металі, майстер подає команду подавати під піч розливний ківш, а сталевар приступає до розкислення

металу, присаджая у піч 45% кускового ферросиліцію ≈ 2 - 3 кг на тонну. При цьому кипіння металу повинне припинитися.

Після вводиться 75% або 80% феромарганець кусковий з розрахунку 0,75% марганцю в кількості 8 - 12 кг феромарганцю на 1 т рідкої сталі. Засвоєння марганцю приймається ≈ 70%.

Після подачі феромарганцю метал ретельно перемішується й заливається в стаканчик, проба на розкислюванність металу й на візуальне визначення температури металу.

Утворення усадки при застигані залитої проби у стаканчику свідчить про гарну розкислюванність металу.

При незадовільнії розкислюванності метал у стаканчику не дає усадки, а піднімається «росте».

У метал необхідно додатково ввести 1 - 2кг на тонну рідкої сталі 45% кускового ферросиліція, перемішати ванну й повторно залити пробу на розкислюванність.

Після одержання задовільних результатів при перевірці на розкислюванність печі готовлять до випуску металу.

Час витримки металу в печі після дачі феромарганця повинне бути не більше 5 - 6 хвилин.

Для гарного витікання шлаків з печі під час випуску, ванну перед випуском додають 2 - 3 лопати вапняку.

- Температура металу в печі перевіряється термопарою занурення й повинна бути в межах 1690 - 1730˚С.

Для заливання приварної подушки в ковші повинна бути 1600-1640˚С.

Випуск металу. Перед випуском плавки сталевар повинен оглянути механізм нахилу печі й переконається у відсутності сторонніх предметів, які зможуть перешкодити нахилу печі або предметів, які можуть упасти при нахилі печі. Команду на випуск плавки дає майстер. При обробленні випускного отвору спочатку ретельно вибирається совком пісок із жолоба й випускного отвору. Кромка піску, що залишилася, пробивається шомполом.

Випуск плавки проходить в сухому, підігрітому до температури 400 – 600 ˚С ковші.

Для остаточного розкислення металу в ківш на відкрите дзеркало металу до заповнення приблизно 1/3 ковша дається грудковий алюміній з розрахунку 0,8 - 1,3 кг на 1 тонну металу.

На початку заливання необхідно перевірити метал на розкислюванність по усадці металу в ливниковій лійці, а потім у процесі заливання, залити для проточки сухий стаканчик для контролю розкислюванності металу.

У середині розливання береться проба в присутності працівників ОТК на ківшевий хімічний аналіз металу. Працівником ОТК проба доставляється у ЦЗЛ.

Всі дані проміжних аналізів, а також контрольних вимірів температури повинні реєструватися в плавильному журналі форма №41.

Температура металу в ковші на початку заливання повинна бути 1690 ± 30 ˚С.Рекомендовані режими оптимального технологічного процесу плавки представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Режими оптимального технологічного процесу плавки

№	Технологічні операції	Положення перемикача напруги трансформатора	Напруга на низькій стороні трансформатора, вольт
1	Розплавлювання шихти перші 10-15 хвилин	2; 4; 6; 8	226; 250
2	Розплавлювання всієї шихти	1; 5	281
3	Окисний період	1; 5	281
4	Відновлювальний період	2; 4; 6; 8	225; 250

Відбудовний період допускається проводити в положенні перемикача 1;5.

Технологічно необхідний час на окремі операції (при заливанні в гарячу піч):

- очищення ванни від шлаків, оброблення сталевипускного отвору, розбирання помилкового порога – 20 хвилин;
- заливання шихти – 15 хвилин;
- плавлення – 1година 10 хвилин;
- окисний період – 20 хвилин;
- розкислення, доведення – 15 хвилин;
- випуск – 5 хвилин;

Усього: 2 години 15 хвилин.

1.3 Характеристика сталеплавильного пилу

До вторинних матеріальних ресурсів сталеплавильного виробництва відносяться шлаки й уловлений пил. Дрібнодисперсний пил утворюється в результаті випару металу в районі дії електричних дуг, пари якого конденсуються й взаємодіють із киснем і азотом, наявними в робочому просторі печі. Більші фракції пилу утворяться зі шлакоутворюючих і мелених раскислювачів. У період розплавлювання чистої й великогабаритної шихти утвориться невелика кількість пилу. У період кипіння викиди досягають максимальних значень у результаті дії кисневих струменів і активного кипіння металу, а в період доведення викиди знижуються до мінімуму.

Сталеплавильний пил містить безліч коштовних елементів – основу її становлять оксиди заліза, утримується велика кількість кольорових металів, і шлакоутворюючих. Хімічний склад пилу міняється в широких межах залежно від виплавлюваної марки сталі. Гранулометрична сполука електросталеплавильного пилу характеризується наявністю значної частки дрібних фракції [4].

При використанні вторинних матеріальних ресурсів як у власному виробництві, так і в аглодоменному переділі, при підготовці цих матеріалів велике значення мають такі властивості як змочуваність матеріалу, його вологоємність, і розм'якшення. Особливе значення для ошматковування пилу (шламу) має показник змочуваності. Різні залізорудні матеріали, у тому числі й відходи виробництва мають неоднакову здатність давати міцні гранули в процесі комкування.

Криві капілярного усмоктування показують на широкий інтервал висоти капілярного підняття для різних відходів, що негативно впливає на технологію ошматковування, так як при поганій змочуваності матеріалів неможливо одержати гранули (при комкуванні) або брикети (при брикетуванні), що володіють достатньою міцністю (рис. 1.1).

З діаграми ми бачимо, що пил електродугових печей має слабку змочуваність у порівнянні з колошниковим пилом і шламами аглофабрики. Це обумовлено тим, що цей пил містить велику кількість дрібних фракцій.

Тому для здійснення процесу комкування, пил необхідно зволожити в спеціальних установках. Найбільш підходящим є вібраційний змішувач-зволожувач.

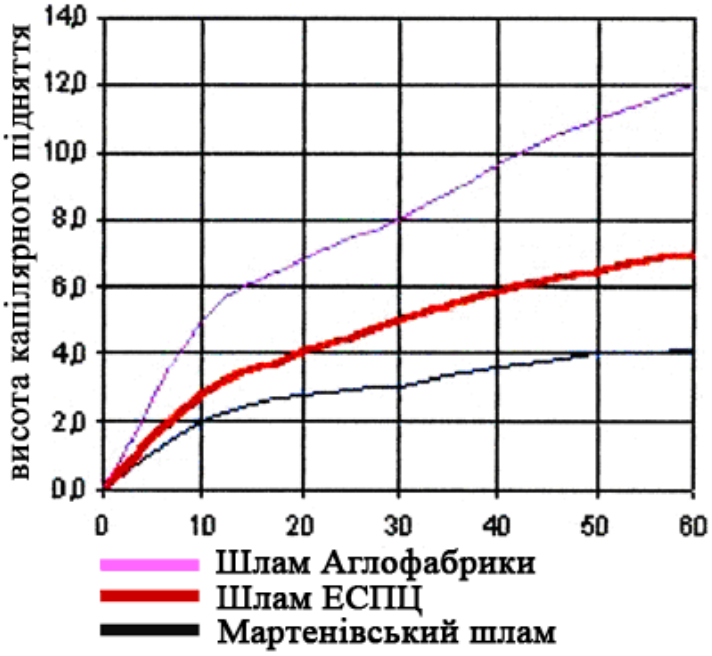


Рисунок 1.1 – Криві капілярного усмоктування для різних відходів.

При здійсненні утилізації відходів велике значення має транспортабельність матеріалів, що визначається їхньою насипною щільністю при різній вологості відходів. На діаграмі наведені криві зміни об'ємної маси відходів залежно від їхньої вологості (рис. 1.2).

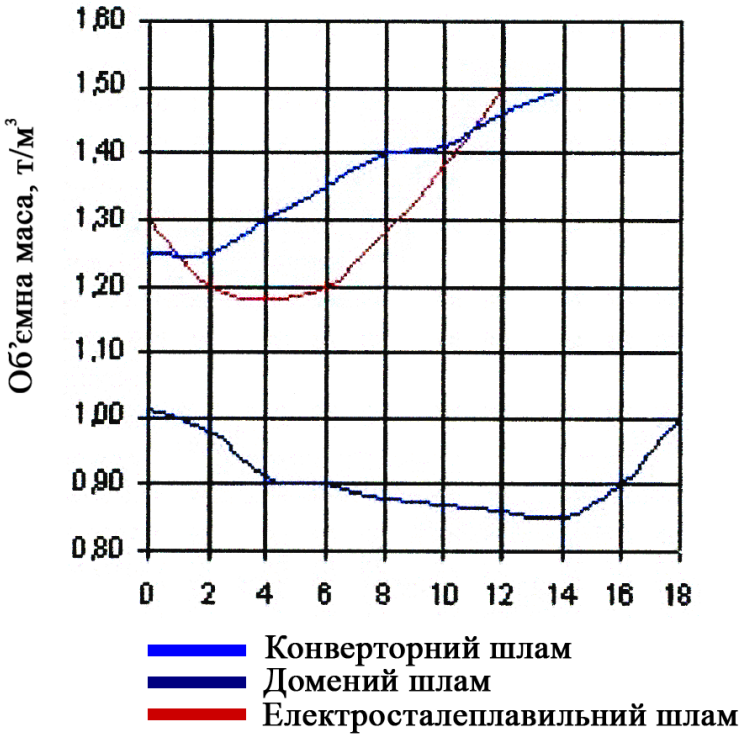


Рисунок 1.2 – Діаграма зміни об'ємної маси відходів

Найкраща транспортабельність матеріалів спостерігається при найменшій насипній масі. Отже, для електросталеплавильного пилу ця величина становить 4 - 6%. При малій вологості під час транспортування відбувається пилення матеріалу, а при великій вологості (10 - 15% для електросталеплавильного пилу) матеріал стає брудоподібним, що утрудняє його транспортування й негативно позначається на процесі окомкування.

Крутість кривої (у порівнянні з пологими кривими для доменного й конверторного шламу) указує на різкий перехід у брудоподібний стан при невеликому підвищенні вологості, що є негативною властивістю даного матеріалу.

При використанні відходів при їхньому додаванні до аглошихти велике значення має така властивість відходів як їх розм'якшення при різних температурах.

Температури розм'якшення відходів значно впливають на технологію агломерації. Криві розм'якшення відходів представлені на рис. 1.3 [5].

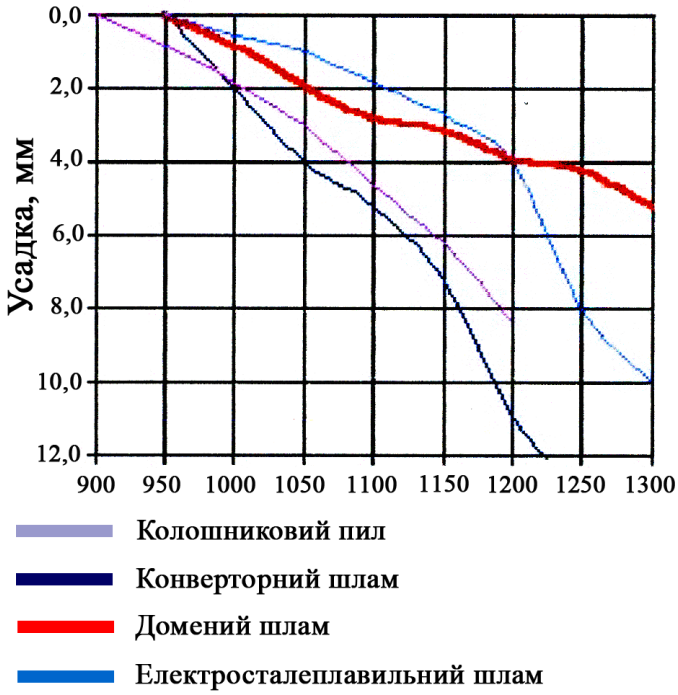


Рисунок 1.3 – Криві розм'якшення відходів.

Криві дозволяють якісно охарактеризувати усадку матеріалів і швидкість усадки при відповідних температурах. Великий інтервал розм'якшення, характерний для електросталеплавильного шламу, знижує продуктивність агломашин і погіршує якість агломерату, тією самою мірою як і погане комкування і низька міцність зчеплення.

Це пояснюється тим, що в період від спікання аглошихти до охолодження агломерату газопроникність шаруючи значно змінюється. Чим коротше тривалість розм'якшення матеріалів, тим менший опір і кращі умови проходження газів і рівномірного їх поширення в горизонтальних площинах

слою, що спікся. Тому електросталеплавильний шлам і пил не рекомендується використовувати як сировину для агловиробництва, тому що ці відходи впливають на технологію агломерації й на якість готового агломерату.

Як видно з наведеного аналізу відходів електросталеплавильного виробництва, основними напрямками їхнього використання є власне виробництво. Можливість утилізації пилу в агломераційному виробництві обмежена, тому що електросталеплавильний пил має значні коливання по хімічному складу залежно від марки виплавлюваної сталі, а так само містить значну кількість кольорових металів (особливо їхній процентний вміст великий при виплавці високолегованих марок сталей). А, як відомо, кольорові метали впливають на агломераційний процес, і, повністю переходячи в агломерат, шкідливо впливають на хід доменної плавки (утворення насипів і навіть обвалення шахти печі). Але дані відходи є коштовною сировиною, тому що вони багаті на залізо (до 55%) і містять коштовні метали (РЬ, Ni, Cr), які доцільно витягувати. А витяг цих елементів можливо тільки при використанні вловленого пилу у власному виробництві. Так, при додаванні вловленого пилу (після відповідної підготовки) у шихту, метали що легують практично повністю переходять у ванну печі, заощаджуючи при цьому дорогі феросплави. Цинк (через низьку температуру кипіння 900-1000 ˚С) у процесі плавки возгоняється й накопичується в пильовиносі. Після певної кількості циклів пильовинос електросталеплавильних печей стає коштовною сировиною для кольорової металургії зі змістом цинку в ньому до 15%.

1.4 Характеристика сталеплавильних шлаків

Другий вид відходів, одержуваних в електродуговій печі – шлаки. Шлаки являють собою багатокомпонентні системи, у яких окислами, що визначають сполуку, є CaO, SiO_2, $A1_2O_3$, MgO, FeO. Крім того, вони містять

оксиди Mn, P, Cr, Ba, S, Fe, V, N та ін. По хімічному складу в сталеплавильних шлаках 70 - 85% займають CaO, SiO_2 і оксиди заліза. Крім того, вони містять металу до 12% маси. У сталеплавильний шлак метал попадає головним чином у результаті переносу його міхурами при кипінні, чи при продувці ванни інертними газами.

Метал на підприємствах витягується тільки із твердих шлаків при первинній переробці їх у шлакових відділеннях і при вторинній – на дробильно-сортувальних установках. При первинній переробці шлаків, здійснюваної в жужільних відділеннях сталеплавильних цехів, витягує великий сталевий скрап, що здебільшого вільний від шлакових включень і домішок і часто не має потреби в додатковому очищенні. Зашлакованність такого скрапу звичайно становить 5 - 7%. Форма цього скрапу найчастіше відповідає формі внутрішньої поверхні нижньої частини шлакової чаші. Маса скрапу нерідко досягає 2-3 тонн і більше.

Електросталеплавильні шлаки є не менш коштовною сировиною для використання в металургійному виробництві як вторинний ресурс. Для них існує кілька напрямків утилізації як у власному виробництві, так і в аглодоменному і в будівельній промисловості. Електросталеплавильні шлаки містять значну кількість металу (до 12%), тому при будь-якому напрямку їхнього використання по всій технологічній лінії необхідно організувати витяг металу. При використанні в будівництві основними видами продукції зі шлаків є щебені й граншлак. Шлаки так само можна використати у власному виробництві, додаючи його в плавку замість шлакоутворюючих матеріалів (економія плавикового шпату й раскислюючих присадок). Дроблений електросталеплавильний шлак широко використовується в доменному виробництві як флюсуюча добавка, та матеріал, що містить металл, що позитивно впливає на хід доменної плавки й продуктивність доменної печі.

Отже, у цей час сталеплавильні шлаки на металургійних підприємствах України переробляються у твердому виді на щебені різних фракцій. Проблема полягає в тім, що при цьому безповоротно губиться аккумулюєме

в них фізичне тепло. Однією тонною вогненно-рідких шлаків можна обробити до 0,6-0,8 т сухих відходів. При цьому відбувається суха грануляція шлаків і збагачення оксидами, що витримуються у відходах, а при використанні відходів з добавкою відновлювача - сублімація кольорових металів.

Тому для умов сталеплавильного виробництва розроблена раціональна ресурсо-енергозберігаюча технологія витягання цинку із пилів і шламів що містять цинк, з використанням фізичного тепла рідких сталеплавильних шлаків. У загальному вигляді технологія може бути здійснена як при зливі шлаків зі сталеплавильного агрегату, так і при переливі шлаків з шлакової чаші на окремій ділянці.

Продукт, що містить цинк вміст в якому: 30 - 35 % цинку й 5 -10 % свинцю укладається й направляється на переробку на заводи кольорової металургії, а гранульований шлаки вивантажується з шлакової чаші (наприклад, на шлаковий двір), прохолоджується й після просіювання в необхідних кількостях залежно від балансу фосфору може використовуватися в агломераційному виробництві розміром до 10 мм і доменному переділі розміром більше 10 мм.

Піровідновлювальний процес буде тим більше економічним, чим більше у відходах утримується цинку. Для здійснення рециклінга пиловинос необхідно піддавати ошматкуванню. Особливі вимоги до міцності ошматкованного матеріалу будуть пред'являтися при конвертерному виробництві сталі, де спостерігається значна кількість перевантажень по тракту подачі шихтових матеріалів і падіння їх з великих висот. Звичайно міцність до 40 кг на гранулу вважається достатньої для цієї межі. При інших способах уведення пилевиноса в сталеплавильні агрегати (наприклад, вдмухування) його можна використати без відповідної підготовки.

Ошматкованні рідкими сталеплавильними шлаками залізовмісні відходи підлягають використанню в доменному виробництві (на заводах без аглофабрик). При цьому фракція відходів до 10 мм відсівається й знову

вертається на обробку рідкими шлаками, а більше 10 мм направляється в доменну плавку. На заводах з аглофабриками після просівання суміш відходів надходить на аглофабрику (-10 мм) і в доменний цех (+10 мм). Використання частково металлизованної шихти на базі сталеплавильних шламів позитивно позначиться на продуктивності доменних печей і витраті коксу.

Розроблена по такому способу ресурсо-енергозберігаюча технологія обробки й ошматковування залізовмісних відходів рідкими сталеплавильними шлаками може бути використана підприємствами для сублімації кольорових металів зі сталеплавильних пилів і шламів з наступною їхньою утилізацією в кольоровій металургії, а залізовмісний продукт у межах чорної металургії [6].

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика пилогазових викидів сталеплавильного цеху

Виходячи з наведених нижче даних сталеплавильний цех №1 ВАТ «Дніпровський стрілочний завод» викидає в атмосферу забруднюючі речовини 13 найменувань. Якісна характеристика їхньої концентрації в атмосферному повітрі, наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Концентрації пилогазових викидів сталеплавильного цеху №1

Найменування речовини	ГДК м.р., мг/м^3	Клас небезпеки	Максимальні приземні концентрації на границі розрахункової СЗЗ	
			з урахуванням фона	
			у частках ГДК	у мг/м^3
Пил абразивно-металевий	0,04	3	0,466	0,1864
Заліза оксид	0,4	3	0,405	0,162
Ангідрид сірчистий	0,5	3	0,0198	0,0099
Масло мінеральне	0,05	3	0,399	0,019
Пил неорганічний	0,3	3	0,82	0,246
Вуглецю оксид	5,0	4	0,871	4,355
Аміак	0,2	4	0,6	0,12
Пил деревени	0,1	4	0,502	0,05
Азоту діоксид	0,085	2	1,898	0,161
Водень ціаністий	0,2	2	0,4036	0,081
Кислота сірчана	0,3	2	0,399	0,1197
Марганцю оксид	0,01	2	0,412	0,00412
Водень фтористий	0,02	2	0,4	0,008

ВАТ «Дніпровський стрілочний завод» не створює такі умови, які спричинять забруднення навколишнього середовища вище встановлених санітарних норм. Максимальні концентрації в сумі з фоновими концентраціями в атмосферному повітрі задовольняють усім необхідним нормативам ГДК, за винятком діоксида азоту, що обумовлено високим значенням фону ($C_ф$ NO_2 = 1,58 ГДК) [3].

Установлення гранично припустимих концентрацій, як показника контролю якості атмосферного повітря.

Оскільки багато домішок промислових відходів несприятливо впливають на організм людини, тварин, рослин і біогеоцинозі в цілому, необхідне обмеження надходження цих домішок у природне середовище, зокрема в атмосферу.

У ряді країн на міждержавному рівні розробляються стандарти, що обмежують вміст найбільш забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. У США розробляються норми граничної концентрації шкідливих речовин у повітря як у середньому за рік так і по числу раз у році.

Основним показником для контролю якості повітря в нашій країні є гранично припустимі концентрації шкідливих речовин (ГПК).

Гранично допустимі концентрації – це максимальна кількість середньої речовини в навколишньому середовищі, що практично не впливає негативно на живі організми (людину).

Причому існує роздільне нормування вмісту шкідливих домішок у повітрі: у робочій зоні й у населених пунктах.

Необхідність роздільного нормування домішок у повітряному середовищі в населених пунктах і в робочії зоні визначаються умовами сприйняття шкідливих речовин людьми різного віку й стану здоров'я. Значення ГДК для населених пунктів (які при періодичному впливі або протягом всього життя людини не роблять шкідливого впливу) значно менше ніж у робочій зоні (тому що там період впливу забруднюючої речовини обмежений тривалістю робочого дня).

Для кожного забруднюючої речовини встановлені два нормативи: ГДК м. р. – максимально разова, ГДК с. д. – середньодобова.

Перший норматив необхідний для попередження рефлекторних реакцій у людини (відчуття заходу, світлової чутливості очей) при короткочасному впливі забруднювачів (протягом 20 хвилин), другий – з метою попередження загальтоксичного, концерогенного й іншого впливу (осредненного за 24 години).

Додатково до цих нормативів застосовують значення концентрацій шкідливих речовин (прийнятих як установлені нормативи критеріїв якості повітря), орієнтованих безпечних рівнів впливу – що застосовуються для необхідного порівняльного критерію вмісту домішок.

Гранично допустимі концентрації деяких забруднюючих речовин наведені в табл. 2.2 [7].

Перевищення данних концентрацій спричиняє забруднення атмосфери.

2.2 Забруднення атмосфери викидами сталеплавильного виробництва

Технологічні процеси виплавки характеризуються більшою кількістю операцій, при виконанні яких виділяються пил, аерозолі й гази. Пил утворюється при готуванні й регенерації формувальних і стрижневих сумішей, плавці в плавильних агрегатах, випуску рідкого металу з печі, позапічній обробці й заливанню у форми, у процесі обрубання й очищення лиття, при підготовці й транспортуванні вихідних сипучих матеріалів.

У повітряному середовищі сталеплавильних цехів, крім пилу, у більших кількостях перебувають оксид вуглецю, вуглекислий і сірчистий газ, азот і його оксиди, водень, аерозолі, насичені окислами заліза й марганцю, пари вуглеводів і ін. Їхніми джерелами є плавильні агрегати, печі термічної обробки, сушилка для форм, стрежнів і ковшів і т.п [8].

Таблиця 2.2 – Гранично допустимі концентрації

	Забруднююча речовина	ГДК с. д.	ГДК м. р.
Основні	Тверді (пил)	0,15	0,5
	Діоксид сірки	0,05	0,5
	Діоксид азоту	0,04	0,85
	Оксид азоту	0,06	0,4
	Оксид вуглецю	3,0	5,0
Специфічні	Аміак	0,04	0,2
	Хлористий водень	0,2	0,2
	Сірковуглець	0,005	0,03
	Бенз-а-пирен	0,00001	-
	Фенол	0,003	0,01
	Формальдегід	0,003	0,035
	Фтористий водень	0,005	0,02
	Кадмію оксид	0,001	-
	Ртуть	0,0003	-
	Свинець	0,0003	-
	Ванадію оксид	0,002	-
	Марганцю оксид	0,001	-
	Мідь	0,002	-
	Нікель	0,001	-
	Миш'як	0,003	0,003
	Цинк	0,05	-
	Хрому оксид	0,0015	0,0015

Порівняно великий вихід технологічних газів спостерігається при плавці сталі в електродугових печах. У цьому випадку сполука газів залежить від періоду плавки, марки виплавлюваної сталі, герметичності печі, способу

газовідсосу й наявності кисневої продувки.

При плавці вуглецевих сталей гази на рівні виступу робочого вікна містять (по об'єму) 0,05...0,22 % окису вуглецю, 0,8...6 % вуглекислого газу, 15...20 % кисню, до 0,01 % водню, до 0,07 % окислів азоту й до 0,005 % окислів сірки. Кількість газів, що викидають, і пилу залежно від місткості печі наведене в табл. 2.3 [9].

Таблиця 2.3 – Кількість газів і пилу, що викидають з дугових печей різної місткості

Місткість печі, т	Маса садки, т	Потужність трансформатора, кВт	Кількість газів викидають із печі, $м^3$/год		Середня запиленість газів, $г/м^3$	Питомий викид пилу, кг/т
			без підсмоктування повітря	з підсмоктуванням повітря		
5	7,0	3000	700	2000	27	9,4
10	11,5	5000	1100	4000	22	8,8
20	25,0	7000	2200	8000	18	8,1
30	45,0	15000	3900	16000	15	7,0
40	110,0	25000	7800	40000	14	6,6

У середньому за плавку виділяється 10...20 кг пилу на кожну тонну рідкої сталі, але інтенсивність її виділення міняється по періодах плавки. Під час плавлення шихти, окислювання домішок і у відбудовний період виноситься відповідно 0,15...0,6; 2,3...3,6 і 0,3...1,3 кг/ч пилу на 1 т сталі.

Зразковий хімічний склад пилу, %: Fe_2O_3 – 56,8; Mn_2O_3 – 10; $A1_2O_3$ – 5; SiO_2 – 6,9; CaO – 6,9; MgO – 5,8; інші – хлориди, оксиди хрому й фосфору. Розмір часток пилу 0...20 мкм, однак основну її масу (близько 75 %) становлять частки 0...4 мкм.

Основною складовою пилу при плавці в індукційних печах (60 %) є окисли заліза, інше – окисли кремнію, магнію, цинку, алюмінію в різному співвідношенні залежно від хімічного складу металу й шлаків. Виділені при плавці сталі в індукційних печах частки пилу мають дисперсність від 5 до 100 мкм. Кількість газів і пилу в 5...6 разів менше, ніж при плавці в електродугових печах.

Перевищення даних ГПК може викликати фізичні й екологічні наслідки забруднення атмосфери [10].

2.3 Фізичні й екологічні наслідки забруднення атмосфери

У зв'язку із забрудненням атмосфери виникають проблеми зв'язані зі зниженням її прозорості й зменшенням видимості, появою неприємних запахів і запиленістю. Забруднення повітря створює погрозу здоров'ю людини.

Енергетичний запас планети міняється внаслідок зміни альбедо (відбивної здатності) земної поверхні. Прозорості атмосфери й виділення в неї великої кількості теплоти.

Запиленість атмосфери впливає на відбивну здатність Землі. Гігієнічний стандарт атмосфери допускає запиленість до 1,5 т/га, а в промислових районах ця цифра досягає 60 т/га.

Частки пилу утворять ядра конденсації, що сприяє збільшенню кількості відбитого сонячного випромінювання й зменшенню кількості випромінювання сягаючої поверхні Землі, що приводить до зміни клімату.

Основну роль у зміні прозорості повітря грає нагромадження в атмосфері діоксида вуглецю (CO_2) (щорічна кількість CO_2 зростає на 0,4% від загального його вмісту), його об'ємна частка в атмосфері становить 0,033% (стосовно 150 років тому – 0,028%). Діоксид вуглецю поглинає інфрачервоне - теплове випромінювання, що при певній концентрації може привести до підвищення температури (явище парникового ефекту).

При спалюванні палива в рік виділяється $14{,}2 \cdot 10^{16}$ кДж теплоты, яка розсіюється в навколишнім середовищі, змінюючи температурний режим (підвищення середньої планетарної температури).

Кількість озону в атмосфері невелике ($2 \cdot 10^{-6}$ % по объему), але він грає важливу роль в захисті Земной поверхні від ультрафіолетової частини сонячного спектра. Якщо сконцентрувати увесь озон в загальний шар то його товщина буде не більше 3мм. Руйнування O_3 відбувається в результаті його окислювання різними речовинами, у тому числі продуктами згоряння палива літаків і ракет.

Основна причина виснаження озонового шару (утворення озонових дір) в атмосфері – це висока концентрація в атмосфері монооксиду хлору (Cl)

$$O_3 + Cl = Cl + O_2.$$

Хлор реагує з озоном і трансформує його у звичайний кисень

$$Cl + O = Cl + O_2,$$

атоми хлору знову реагують із озоном, викликаючи ланцюгову реакцію. Перш ніж хлор виявиться пов'язаним з яким-небудь елементом, відбудеться руйнування багатьох тисяч молекул озону.

Основним джерелом хлору в атмосфері вважаються фреони (фтор і фторхлорвуглеводні).

Його молекули відрізняються стійкістю й здатні переноситися з атмосферними масами на величезні відстані. На висотах 15-20 км (зона максимального нагромадження озону) вони піддаються впливу ультрафіолетових променів і розпадаються з утворенням атомарного хлору.

Найбільш гострою є проблема забруднення атмосфери речовинами, що містять сірку (у північній півкулі Землі перебуває 90% сірки антропогенного походження).

Серед сполук сірки найбільш токсичний для людського організму її

діоксид (SO_2). При збільшенні концентрації діоксида сірки в навколишнім повітрі підвищується ймовірність сердцевосудинних і легеневих захворювань. Бронхіальна астма - найбільш часте захворювання, пов'язане з підвищеним вмістом у повітрі діоксида сірки. У районах з його підвищеною концентрацією встановлена підвищена смертність від бронхітів.

Діоксид сірки (SO_2) шкідливо діє на рослини, надходячи усередину листя, гнітить життєдіяльність кліток.

Діоксид сірки й інші сполуки дратують слизувату оболонку, ока й дихальні шляхи. Тривала дія малих концентрацій SO_2 веде до виникнення хронічного гастриту, бронхіту, ларингіту.

В атмосфері SO_2 окисляється до SO_3. Сполука із водою SO_3 утворить сірчану кислоту, що з металами (які перебувають в атмосфері) утворить сульфати. Діоксид сірки в сполученні з водяним туманом утворять сірчистий смог.

Істотний збиток якості води й ґрунти несуть так звані кислотні опади. У результаті згоряння вугілля, нафти, газу більша частина сірки, що утримується в них, перетворюється в діоксид сірки, що реагує з атмосферним азотом, утворює оксид азоту. Далі ці оксиди утворять сірчану й азотну кислоти, що випадають із опадами.

Кислотність звичайної дощової води дорівнює 5,6. Відомі випадки коли кислотність досягала 2,3 (кислотність лимона). Такі опади негативно впливають на листя рослин, приводять до закислення води, що придушує популяції багатьох водних організмів, а також зухвалому закисленні ґрунтів.

Інша серйозна проблема пов'язана із присутністю сульфатів є погіршення видимості, що впливає на організм людини.

Викиди діоксида сірки з газами, що відходять, виробництва наносять великий економічний збиток, тому що безповоротно губиться величезна кількість коштовного для народного господарства речовини. Світові запаси сірки близькі до виснаження, тому необхідно розробку ефективних методів уловлювання й переробки газів в яких є вміст SO_2.

Чадний газ (CO), з'єднуючись із гемоглобіном крові, викликає отруєння організму, малі його концентрації сприяють відкладенню ліпідів на стінках кровоносних судин, погіршуючи їхню провідність.

Оксиди азоту (NO, NO_2) негативно впливають на епітелій органів подиху, викликають набряки. При тривалому впливі цих забруднювачів на людський організм порушується функціонування центральної нервової системи. Негативно діють на нервову систему й сполуки свинцю. Проникаючи через шкіру й накопичуючись у крові, свинець знижує активність ферментів, що беруть участь у насиченні крові киснем. Це, у свою чергу, порушує хід обмінних процесів, необхідних для нормальної життєдіяльності.

Перелік шкідливих речовин, що з'являються в атмосферному повітрі, яким ми дихаємо, і їхній негативний вплив на здоров'я людей можна було б продовжити. Однак сказаного вище досить, щоб зрозуміти, що антропогенне забруднення атмосфери зовсім не необразливо для людини. Це жадає від кожного з нас громадянської відповідальності по дотриманню правил, що сприяють охороні атмосфери.

До прямого впливу на організм людини варто віднести вплив повітря, насиченого пилом різноманітного походження і частками гірських порід, ґрунту, сажі, золи. Загальна кількість пилу, що щорічно надходить в атмосферу, оцінюється в 2 млрд. т, з них антропогенні аерозолі становлять 10 - 20%.

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

Забруднення повітря може робити шкідливий непрямий вплив. Зі збільшенням запиленності атмосфери 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 в 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, гнітять діяльність устячок, в 1,5-2 рази знижуючи інтенсивність транспірації, фотосинтезу, руйнують кореневу систему. Особливо піддані шкідливому впливу забруднювачів атмосфери хвойні дерева: сосна, ялина, ялиця, кедр. Вони першими гинуть від забруднення атмосфери поблизу великих промислових районів. Негативний вплив на рослини роблять викиди підприємств кольорової металургії й по виробництву кислот. На околицях заводів, що роблять сірчану кислоту й алюміній, гинуть сади й виноградники; поблизу цементних заводів гинуть плодові дерева й чагарники; біля свинцево-цинкових комбінатів гинуть посіви й т.д.

Вплив різних забруднювачів на здоров'я людини відображені у табл. 2.4 [6].

Таблиця 2.4 – Вплив різних забруднювачів на здоров'я людини

Забруднювачі повітря	Клас небезпеки	Вплив на здоров'я людини
Діоксид сірки (SO_2)		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 окис сірки)

Забруднювачі повітря	Клас небезпеки	Вплив на здоров'я людини
Окис вуглецю (CO)	4	Вступаючи в реакцію з гемоглобіном позбавляє тканини кисню, викликаючи кисневу недостатність
Свинець і його сполуки	1	Інтоксикація. Функціональні розлади ЦНС (головні болі, запаморочення, стомлюваність, погіршення пам'яті, втрата уваги, поганий сон, дратівливість, агресивність, втрата орієнтації, епілепсія, порушення мовних і слухових функцій). Рухові розлади (паралічі, поразка зорових аналізаторів). Зміни системи крові, свинцева анемія. Ендокринні порушення (ферментативні розлади, порушення менструальної й дітородної функцій). Нудота, печія, втрата апетиту. Аритмія, тахікардія. Порушення функції нирок.
Бенз-а-пирен	1	Робить канцерогенну й мутагенну дію, володіє эмбриотоксичним і тератогенним ефектами. Викликає дерматити, кератоконьюктивіти, а також підвищує ризик виникнення ішемічної хвороби серця, хронічних захворювань легень і інших хвороб респіраторної системи
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
Абразивний і вугільний пил	3	Вплив на органи подиху
Сажа	3	Вплив на органи подиху
Вуглеводні	4	Функціональні зміни ЦНС

Клас небезпеки речовин – ознака, що лімітує, 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.

2.4 Визначення потужності викиду забруднюючих речовин.

Потужність викиду забруднюючих речовин від джерел визначається методом прямих вимірів концентрацій забруднюючих речовин, об'ємів газоповітряної суміші й інших параметрів, інструментальними вимірами (табл. 2.5).

Потужність викиду забруднюючих речовин у г/с визначається по формулі:

$$M_m = C_{max} \cdot V_O \cdot 10^{-3}, \text{ г/с}$$

де C_{max} – максимальна концентрація забруднюючої речовини, мг/м^3;

Vo – об'єм газу в газоході, м/с, наведеної до нормальних умов по формулі:

$$Vo = \frac{273 \cdot V \cdot (P + {}_{\Lambda}P)}{760 \cdot (273 + t)},$$

де P – атмосферний тиск, мм рт. ст.;

ΛP – надлишковий тиск (розрідження) газу в газоході, мм рт. ст. ;

t – температура газу в газоході, ^oC;

V – об'ємна витрата газу в робочих умовах, м/с, обчислений по формулі:

$$V = W \cdot F,$$

де W – лінійна швидкість у газоході, м/с;

F – площа поперечного переріза газоходу, м.

Електропіч №1. Валовий викид по пилу. Рідка сталь:

$$1294{,}10 \text{ т} \cdot 9{,}4/1000 \text{ кг/т сталі} = 12{,}1645 \text{ т пил.}$$

Уловлено й знешкоджено пилу:

$$12{,}1645 \cdot 85\%/100\% = 10{,}3398 \text{ т.}$$

де 85% - відсоток очищення, ефективність роботи очисного устаткування.

$$12{,}1645\text{-}10{,}3398 = 1{,}8247 \text{ - йде до атмосфери.}$$

Таблиця 2.5 – Валовий викид шкідливих речовин

Джерело викидів	Газоочисне устаткування	Найменування шкідливої речовини	Валовий викид, т	Уловлено й знешкоджено, т	Усього викинуто в атмосферу, т
Барабанне сушіння піску	Циклон ЦН-15	Пил	1,4638	1,0100	0,4538
		NO_x	0,1220	0	0,1220
Сушарка для ковшів		NO_x	0,0640	0	0,0640
Сушильні газові печі		NO_x	0,1170	0	0,1170
Деревообробні верстати	Циклон Ц-900	Пил деревени	0,1560	0,1470	0,0090
Різання літників		Сварочний аерозоль	0,0279	0	0,0279
		Mn і його сполуки	0,0021	0	0,0021
Електросталеплавильна пічь №1	Труба Вентурі	Пил неорг.	12,1645	10,3398	1,8247
		NO_x	0,3494	0	0,3494
		CO	1,7470	0	1,7470
		SO_2	0,0021	0	0,0021
		CNH	0,0368	0	0,0368
		HF	0,0007	0	0,0007

Джерело викидів	Газоочис-не устатку-вання	Найме-нування шкідли-вої речови-ни	Вало-вий викид, т	Уловлено й знешкодже но, т	Усього викинуто в атмосферу, т
Аераційний ліхтар			0,438	1,3750	0
			0,044	0,1381	0
			0,235	0,7377	0
			0,0005	0,0016	0
			0,008	0,0251	0
			0,0009	0,0028	0
Термопечі		По газу	0,066	0,1400	0
		По газу	0,398	0,9020	0
Термопечі		По газу	0,066	0,1400	0
		По газу	0,398	0,9020	0
Ванна гартівна		1294,10	0,0001	0,1424	0
Підвісне точило	Груповий циклон ЦН-15		0,11	0	0
Підвісне точило	Груповий циклон ЦН-15		0,11	0	0
Бігуни (по придатній сталі)	Груповий циклон ЦН-15	890,30	1. 174	6,1431	4,4230
		890,30	0. 926	0,9615	0
		890,30	0. 025	0,0276	0
			0. 168	0,3359	0
			0. 308	0,0659	0
Електростале-плавильна пічь № 2	Труба Вентурі	0	0,31	0	0
		0	0,91	0	0
		0	0,21	0	0
		0	0,0033	0	0
		0	0,021	0	0

2.5 Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря по сумарному показнику

Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря викидами ВАТ «Дніпровський стрілочний завод» проводиться шляхом зіставлення сумарного показника забруднення з показником гранично припустимого

забруднення.

Сумарний показник забруднення (∑ПЗ) сумішшю речовин розраховується по формулі:

$$\sum ПЗ = (\frac{C1}{ПДК_1 \cdot K_1} + \frac{C2}{ПДК_2 \cdot K_2} + ... + \frac{Cn}{ПДКn \cdot Kn}) \cdot 100\%,$$

де C_1, C_2, C_3 ...C_n – значення фактичних або прогнозованих концентрацій речовин, які входять у суміш, мг/м^3;

$ГПК_1$, $ГПК_2$, $ГПК_3$ ... ГПКn – значення гранично припустимих концентрацій відповідних забруднюючих речовин, що входять у суміш, мг/м^3;

$К_1$, $К_2$, $К_з$, ... Kn – значення коефіцієнтів, які враховують клас небезпеки речовини: для речовин 1-го класу – 0,8, 2-го класу – 0,9, 3-го класу – 1, 4-го класу – 1,1. Виходячи з наведених вище даних ВАТ «Дніпровський стрілочний завод» викидає в атмосферу забруднюючі речовини 13 найменувань. Якісна характеристика їхньої концентрації в атмосферному повітрі, прийняті в розрахунку сумарного показника забруднення наведені у табл. 2.6.

Показник гранично припустимого забруднення атмосфери визначається на підставі коефіцієнтів комбінованої дії К.к.д. складної суміші по формулі:

$$К.к.д.сс = \sqrt{\sum \left(К.к.д_1^{\ 2} + К.к.д_2^{\ 2} + К.к.д_n^{\ 2} \right) + n + Km,}$$

де К.к.д. – коефіцієнти комбінованого впливу спільно присутніх речовин, 1,2,3...n.

n – кількість речовин у суміші, значення К.к.д. яких відсутні в офіційних списках;

K_m – числове значення коефіцієнта для речовин з незалежним характером комбінованої дії.

Таблиця 2.6 –Сумарні показники забруднення атмосфери

Найменування речовини	ГДК м.р., мг/м^3	Клас небез-пеки	Максимальні приземні концентрації на границі розрахункової СЗЗ			
			без урахування фона		з урахуванням фона	
			у частках ГДК	у мг/м^3	у частках ГДК	у мг/м^3
Азоту діоксид	0,085	2	0,53	0,045	1,898	0,161
Водень ціаністий	0,2	2	0,0066	0,00132	0,4036	0,081
Кислота сірчана	0,3	2	0,0000067	0,000002	0,399	0,1197
Марганцю оксид	0,01	2	0,02	0,0002	0,412	0,00412
Водень фтористий	0,02	2	0,0011	0,000022	0,4	0,008
Пил абразивно-металевий	0,04	3	0,4	0,044	0,466	0,1864
Заліза оксид	0,4	3	0,0092	0,00368	0,405	0,162
Ангідрид сірчистий	0,5	3	0,0068	0,0034	0,0198	0,0099
Масло мінеральне	0,05	3	0,00043	0,0000215	0,399	0,019
Пил неорганічний	0,3	3	0,7	0,21	0,82	0,246
Вуглецю оксид	5,0	4	0,031	0,0062	0,871	4,355
Аміак	0,2	4	0,14	0,028	0,6	0,12
Пил деревени	0,1	4	0,17	0,017	0,502	0,05

В суміші присутні 3 групи сумацій: ангідрид сірчистий + кислота сірчана; ангідрид сірчистий + азоту діоксид; ангідрид сірчистий + водень фтористий.

К.к.д. = 1 (ангідрид сірчистий + кислота сірчана).

К.к.д. = 1 (ангідрид сірчистий + азоту діоксид).

К.к.д. = 1 (ангідрид сірчистий + водень фтористий).

$$ПДЗ = (\sqrt{1^2 + 1^2 + 1^2 + 9}) \cdot 100 = 346{,}6\%.$$

Сумарний показник забруднення викидами підприємства виконаний як без урахування фонових концентрацій, так і з урахуванням:

- без урахування фонових концентрацій:

$$\sum ПЗ_{13} = (\frac{0{,}045}{0{,}085 \cdot 0{,}9} + \frac{0{,}00132}{0{,}2 \cdot 0{,}9} + \frac{0{,}000002}{0{,}3 \cdot 0{,}9} + \frac{0{,}0002}{0{,}01 \cdot 0{,}9} + \frac{0{,}000022}{0{,}02 \cdot 0{,}9} + \frac{0{,}044}{0{,}04 \cdot 1} +$$

$$+ \frac{0{,}00368}{0{,}4 \cdot 1} + \frac{0{,}0034}{0{,}5 \cdot 1} + \frac{0{,}0000215}{0{,}05 \cdot 1} + \frac{0{,}21}{0{,}3 \cdot 1} + \frac{0{,}0062}{5{,}0 \cdot 1{,}1} + \frac{0{,}028}{0{,}2 \cdot 1{,}1} + \frac{0{,}017}{0{,}1 \cdot 1{,}1}) \cdot 100\% = 271{,}85\%,$$

- з урахуванням фонового забруднення:

$$\sum ПЗ_{13} = (\frac{0{,}161}{0{,}085 \cdot 0{,}9} + \frac{0{,}081}{0{,}2 \cdot 0{,}9} + \frac{0{,}1197}{0{,}3 \cdot 0{,}9} + \frac{0{,}00412}{0{,}01 \cdot 0{,}9} + \frac{0{,}008}{0{,}02 \cdot 0{,}9} + \frac{0{,}1864}{0{,}04 \cdot 1} +$$

$$+ \frac{0{,}162}{0{,}4 \cdot 1} + \frac{0{,}0099}{0{,}5 \cdot 1} + \frac{0{,}019}{0{,}05 \cdot 1} + \frac{0{,}246}{0{,}3 \cdot 1} + \frac{4{,}355}{5{,}0 \cdot 1{,}1} + \frac{0{,}12}{0{,}2 \cdot 1{,}1} + \frac{0{,}05}{0{,}1 \cdot 1{,}1}) \cdot 100\% = 1197{,}65\%.$$

Виходячи з вищевикладеного, сумарний рівень забруднення атмосферного повітря, що створюється викидами підприємства, складе:

- без урахування фону – 271,85% що не перевищить рівня ГПЗ. При цьому кратність перевищення сумарного показника ГПЗ складе 0,78, що оцінюється як припустимий рівень забруднення.

- з урахуванням фона – 1197,65%. Основним вкладником в атмосферне забруднення є фонові забруднення. При цьому, кратність перевищення складе 3,5. Такий ступінь забруднення є помірковано небезпечним, що обумовлює внеском фонового забруднення 77%.

Згідно з наведеними даними можна зробити висновок, що ВАТ «Дніпровський стрілочний завод» не створює такі умови, які спричинять забруднення навколишнього середовища вище встановлених санітарних

норм на границі найближчої селітебної зони, що дозволяє знизити розмір санітарно-захисної зони в зазначеному районі до сформованого розриву, рівного 80 м.

2.6 Розробка заходів щодо зменшення пилегазових викидів сталеплавильного цеху №1 ВАТ «Дніпровського стрілочного заводу»

ВАТ «Дніпровський стрілочний завод» приділяє особливу увагу по зниженню екологічного впливу підприємства на навколишнє природне середовище шляхом зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу, зменшення об'ємів шкідливих компонентів у складі стічних вод, раціональному використанню й екологічно безпечної утилізації відходів виробництва. Розроблено всі необхідні природоохоронні нормативні документи: норми водоспоживання й водовідведення, інвентаризація джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу, інвентаризація джерел утворення промислових і побутових відходів. Отримані: дозвіл на викид забруднюючих речовин в атмосферу, ліміти на утворення й розміщення відходів виробництва, дозвіл на спецьводокористування, дозвіл на експлуатацію об'єкта обігу з небезпечними відходами, висновок по санітарно-гігієнічній експертизі умов розміщення відходів виробництва.

У кваліфікаційній роботі пропонується зробити заміну існуючої системи пилегазоочистки від сталеплавильних печей типу ДС сталеливарного цеху №1 (труба типу «Вентури») на рукавні фільтри ФРІР з імпульсною регенерацією. Введення нової системи очищення дозволить знизити викид пилу в атмосферу від сталеплавильних печей СЛЦ №1 з 21,58 т/рік до 3,56 т/рік, значно поліпшити екологічну обстановку в районі розміщення підприємства.

Рукавні тканинні фільтри застосовуються для очищення великих обсягів повітря (газів) зі значною концентрацією пилу. Фільтруючими елементами в цих апаратах є рукави зі спеціальної фільтрувальної тканини.

Рукавні фільтри забезпечують тонку очистку повітря від пилових частинок, що мають розмір менше 1 мкм. Поряд з циклонами рукавні фільтри є одним з основних видів пиловловлюючого обладнання і широко застосовуються на підприємствах чорної і кольорової металургії, хімічної промисловості, промисловості будівельних матеріалів, харчової промисловості, в енергетичних установках та ін.

Відомі усмоктувальні рукавні фільтри, та ті що нагнітають.

Усмоктувальні фільтри встановлюються до вентилятора, тобто на його всмоктуючій лінії. Нагнітальні рукавні фільтри встановлюються на нагнітальної лінії. Повітря, очищене в рукавах нагнітальних фільтрів, надходить безпосередньо в приміщення, де встановлені фільтри. Недоліком нагнітальних фільтрів, через який не може бути рекомендовано їх застосування, є надходження повітря після фільтрів в приміщення. При наявності нещільності в рукавах відбувається вибивання пилу в приміщення. Запилене повітря проходить через вентилятор, що викликає швидший знос вентилятора, а при переміщенні повітря, що містить пожежо- і вибухонебезпечний пил, це неприпустимо.

Недоліком всмоктуючих фільтрів є наявність підсосів повітря.

Конструктивно гнучка фільтруюча перегородка виконується у вигляді рукаву, тому і фільтри з гнучкими фільтруючими перегородками отримали назву «рукавні».

В експлуатації перебувають багато конструкцій рукавних фільтрів, що відрізняються формою корпусу, діаметром і довжиною рукавів, видом застосовуваної фільтрувальної тканини, способом регенерації та ін.

В таблиці 2.7 представлені характеристики деяких рукавних фільтрі.

У нормально працюючих рукавних фільтрах концентрація пилу на виході з апарату зазвичай не перевищує 20 мг/м^3. При використанні високоефективних фільтрувальних матеріалів і уловлювання волокнистого пилу концентрація на виході може знижуватися до 1 мг/м^3 і менше.

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики рукавних фільтрів

Марка фільтру	Площа фільтрувальної поверхні, $м^2$	Кількість секцій, шт.	Кількість рукавів у секціях, шт.	Діаметр рукаву, мм	Висота рукаву, м
ФР-6П	18	1	6	5	2,5
ФТ-2М	20	1	12	390	1,8
ФТНС-4М	12,4	1	4	300	2,6
ФТНС-8М	24,8	2	4	386	2,0
ФТНС-12М	37,2	3	4	386	2,6
ЦА-3804	4140	3	-	386	-
ФРУ	2,5 - 50	1-4	14; 28; 42; 56;	-	0,9; 1; 2; 2,5
ФРН-20	20	2	32	125	1,63
ФРН-30	30	2	48	130	1,63
ФР-250	281	4	288	130	2,3
СМЦ-101А	50; 55; 110; 115; 205	2	36	135	2,2; 2,45; 4,9; 5,1; 9,1
РФГ	112; 168; 224; 280	2; 6; 8; 10	56; 84; 112; 140	200	3,1
УРФМ	1610; 2300	14; 20	588; 840	220	4,0
Г4-1БФМ	30; 45; 60; 90	2; 3; 4; 6	36; 54; 72; 108	220	2,09
Г4-2БМФ	60; 90	4; 6	72; 108	135	2,09
ФР-518(650)	518 (650)	6	72 (90)	135	3,0
ФР-5000	5000	7	504	127	3,09
ФРДО-6500	6500	10	212	127	7,85
ФРО-2400-1	2400	8	42	130	8
ФРО-6000-2	6000	10	54	200	10
ФРО-20300-3	20300	10	216	300	10

Марка фільтру	Площа фільтрувальної поверхні, $м^2$	Кількість секцій, шт.	Кількість рукавів у секціях, шт.	Діаметр рукаву, мм	Висота рукаву, м
РФОСП	1,9 - 136	-	2 - 24	300	1 - 6
РФСП-П	370	4	22	-	4,8
РФСП-1580	1580	20	24	300	-
ФРКІ-30	30	1	36	-	2
ФРКІ-В-30	30	1	36	135	2
ФРКІ-60	60	2	36	135	2
ФРКІ-В-60	60	2	36	135	2
ФРКІ-90	90	3	36	135	2
ФРКІ-В-90	90	3	36	135	2
ФРКІ-180	180	4	36	135	3
ФРКІ-360	380	8	36	135	3
ФРКІ-550	550	6	36	135	6
ФРКДІ	720	8	36	135	6
ФРКДІ-1100	1100	12	36	135	6

Регенерація фільтрувальної тканини рукавів проводиться шляхом механічного або аеродинамічного впливу на фільтрувальну тканину з метою руйнування і видалення шару осілого пилу.

При виборі способу регенерації мають значення вид тканини, конструкція апарату, характеристики пилу і технологічного процесу, інші фактори.

Механічне струшування може виконуватися декількома способами. Нестійкі на вигин тканини (наприклад, зі скловолокна) регенерують швидким погойдуванням з боку в бік без зміни натягу. Фільтри з більш еластичних і нетовстих тканин можна обтрушувати, додаючи матеріалу хвилеподібні коливання. Широко використовуються для обробки газових викидів рукавні

фільтри (апарати з вертикальними елементами, що фільтрують у вигляді тканинних рукавів) струшують хвилеподібною зміною натягу тканини, піднімаючи і опускаючи вгору рукава. Більшість струшуючих пристроїв забезпечується електроприводом. Іноді струшування комбінують з продувкою тканин.

У ряді рукавних фільтрів регенерація фільтрувальної тканини здійснюється шляхом зворотної струминевої та імпульсної продувки рукавів. Зворотною продувкою регенерують тканини при уловлюванні легко скидного пилу. Для цього змінюють напрямок дуття, подаючи на регенерацію свіже або очищене повітря. Останній варіант краще, так як не збільшується кількість повітря в системі. Для виконання зворотної продувки фільтр може відключатися посекційно або повністю. Витрата повітря на зворотну продувку приймають до 10% від кількості газу, що очищається.

Імпульсну регенерацію виконують без відключення секцій. Щоб не відбувалося занадто інтенсивної регенерації з видаленням залишкової рівноважної кількості пилу (що призведе до великої величини проскоку в початковий період роботи фільтра після регенерації), варіюють тиск стисненого повітря, тривалість і частоту імпульсів.

Тривалість імпульсу 0,1 ... 0,2 с, частота – 10 імпульсів в хвилину, тиск стисненого повітря 500 ... 600 кПа. Витрата стисненого повітря становить 0,1-0,2% від кількості очищеного газу (повітря).

Типовим рукавним фільтром з механічною регенерацією і зворотної продувкою є Г4-БФМ (ФВ). Виготовляються чотири типорозміру фільтра ФВ: ФВ-30, ФВ-45, ФВ-60, ФВ-90. фільтруюча поверхню відповідно 30, 45, 60, 90 $м^2$. Металева шафа фільтра розділена перегородками на секції з фільтруючою поверхнею кожної 15 $м^2$. Таким чином, фільтри ФВ-30, ФВ-45, ФВ-60, ФВ-90 мають відповідно дві, три, чотири і шість секцій. У кожній секції розташовано 18 рукавів з фільтрувальної тканини (3 × 6 рядів). Рукава підвішені до рами пристрою, що струшує. У фільтрі передбачена регенерація

рукавів через 3,5 хв тривалістю 30 с. Регенерація здійснюється струшуванням і зворотної продувкою та проводиться посекційно.

Фільтри ФР-6П, ФТ-2М, ФТНС-М призначені для очищення аспіраційного повітря від волокнистої пилу текстильних та інших підприємств легкої промисловості. Регенерація рукавів здійснюється за допомогою струшування ручним або механізованим способами. питомі газові навантаження для фільтрів ФР-6П, ФТ-2М і ФТНС-М становлять 0,056, 0,1 і 0,057 $м^3/(м^2 \cdot хв)$ відповідно.

У хімічній і нафтохімічній технології найбільшого поширення набули рукавні фільтри наступних типів: ФРКІ, ФРКДІ, ФРО, ФРУ, ФР (рис. 2.2), ГЧ-БФМ, ФРОС. Кожен з типів має, як правило, кілька типорозмірів. З вказаної серії можна підібрати фільтр з поверхнею фільтрування від декількох квадратних метрів до декількох тисяч квадратних метрів, здатних працювати при температурах від декількох десятків градусів до 500°С.

Фільтр ЦА-3804 призначений для уловлювання азбестового пилу. Регенерація рукавів здійснюється механічним струшуванням.

Фільтри ФРУ розроблені для систем аспірації вибухонебезпечних хімічних виробництв, ФРВ-20 і ФРН-30 – для різних технологічних процесів хімічних виробництв, ФР-250 - для аспіраційних систем сажових виробництв і підприємств по виробництву мінеральних добрив; СМЦ - для технологічних процесів підприємств будматеріалів; РФГ і УРФМ (рис. 2.1) – для підприємств кольорової металургії; Г4-БФМ (раніше - ФВ) – для підприємств харчової промисловості. Регенерація здійснюється механічним струшуванням і одночасної зворотної посекційно продувкою. Привід систем струшування електромеханічний, за винятком фільтрів УРФМ з пневмоприводом. Питомі газові навантаження для фільтрів ФРУ складають: 0,02 $м^3/(м^2 \cdot хв)$, УРФМ – (0,012 - 0,02) $м^3/(м^2 \cdot хв)$, Г4 -БФМ – (0,025 - 0,033) $м^3/(м^2 \cdot хв)$.

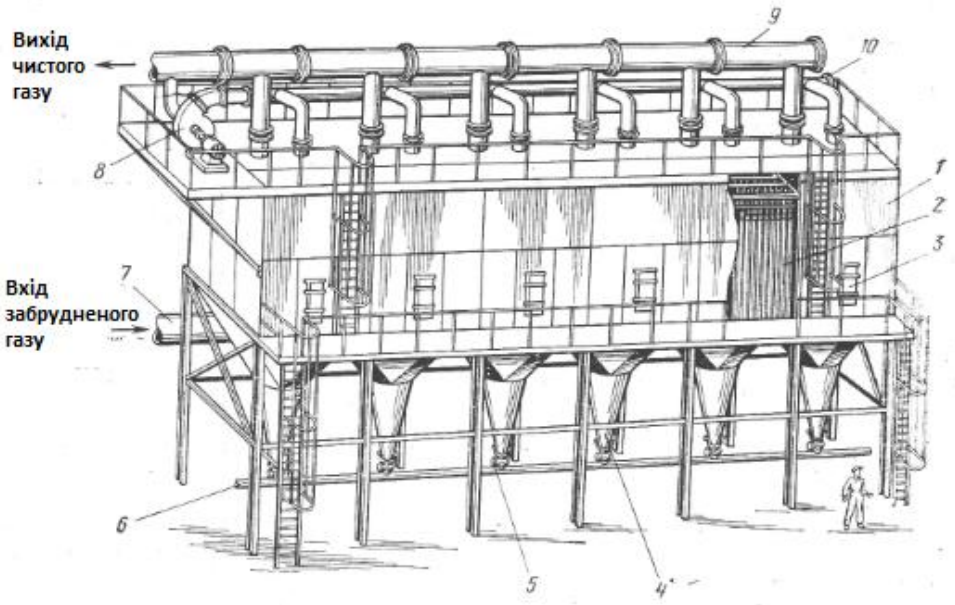


Рисунок 2.1 – Фільтр ФР: 1 – корпус, 2 – рукав, 3 – люк, 4 – бункер, 5 – шлюзовий затвір, 6 – колектор пневмотранспорту, 7 – колектор забрудненого газу, 8 – продувочний вентилятор, 9 – колектор чистого газу, 10 – продувочний колектор.

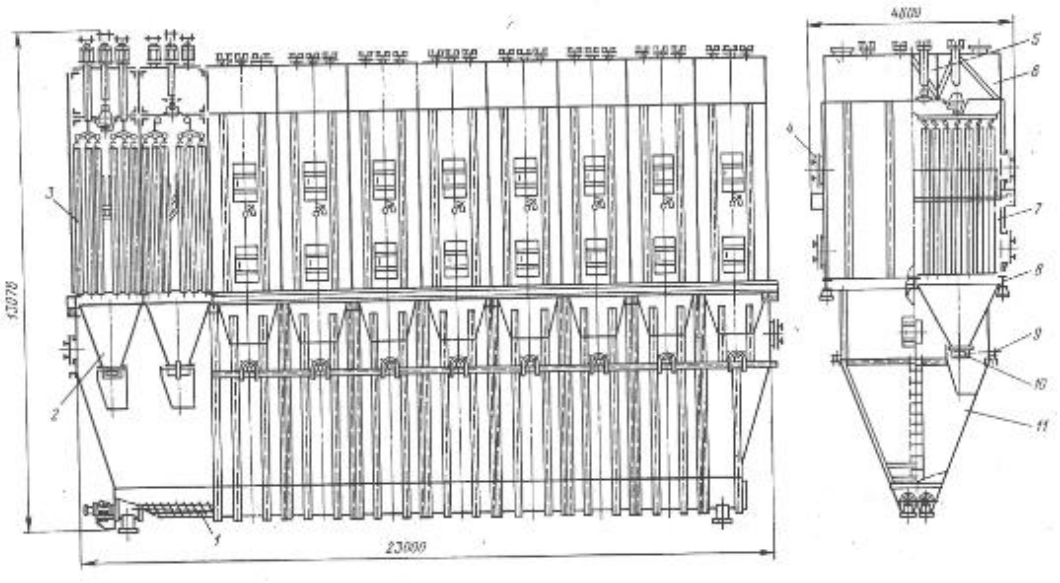


Рисунок 2.2 – Фільтр УРФМ: 1 – шнек, 2 – бункер, 3 – рукав, 4 – лаз, 5 – колектор продувачного повітря, 6 – колектор чистого газу, 7 – корпус, 8 – рама, 9 – вузол управління дроселем, 10 – прохідний чавунний дросель, 11 – бункер.

Фільтри ФР-518, ФР-650, ФР-5000, ФРДО-6500 зі склотканинами використовуються для очищення вибухонебезпечних газових сумішей з температурою до 240°С від сажі. Їх регенерацію здійснюють зворотній посекційно продувкою. Питома навантаження для фільтрів ФР-518 і ФР-650 становить (0,004-0,005) $м^3/(м^2 \cdot хв)$, для фільтра ФР-5000 - (0,005-0,006) $м^3/(м^2 \cdot хв)$.

Фільтри ФРО (рис 2.3) мають пропускну здатність понад 14 $м^3/с$ і 3 типорозміру. Фільтри споряджається лавсановими або склотканинами і призначені для уловлювання пилу і возгонов з газових викидів металургійних і машинобудівних підприємств при температурах до 230°С.

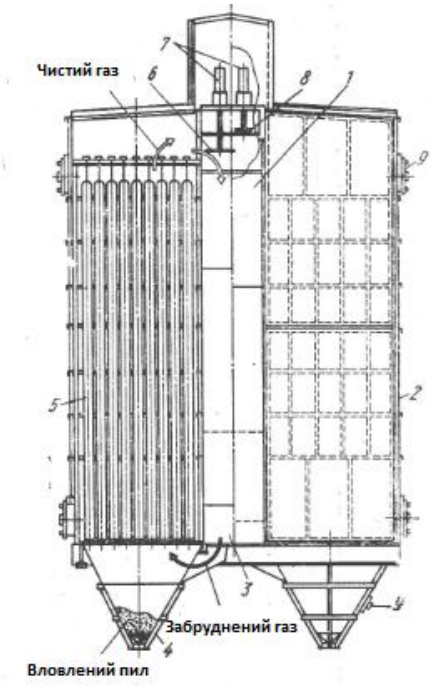


Рисунок 2.3 – Фільтр ФРО: 1 – колектор чистого повітря, 2 – корпус, 3 – колектор забрудненого газу, 4 – бункер, 5 – рукав, 6 – клапан чистого повітря, 7 – пневмоциліндр, 8 – клапан продувочного газу, 9 – люк.

Регенерація здійснюється зворотнім продуванням. Питома навантаження для лавсанової тканини (0,008-0,015) $м^3/(м^2 \cdot хв)$, для склотканини (0,005 - 0,008) $м^3/(м^2 \cdot хв)$.

Фільтри типу РФОСП, РФСП-І, РФСП-1580 розроблені для уловлювання возгонов свинцю та інших важких металів на підприємствах кольорової металургії при концентрації забруднювачів на вході порядку (500 - 1000) мг/м^3. Кінцеві концентрації знаходяться в межах декількох мг/м^3. Фільтри споряджаються двошаровим лавсаном, обладнані системою струменевої продувки і працюють з питомими навантаженнями до 0,08 м^3/(м^2·хв) для тонких і 0,15 м^3/(м^2·хв) для грубих пилу.

Фільтри загального призначення типу ФРКІ розроблені НІІОГАЗ. Регенерація фільтрувальної тканини проводиться без відключення секцій фільтра імпульсною верхньою подачею всередину рукавів стисненого повітря з тиском 0,3 або 0,6 МПа. Фільтруючий матеріал - лавсан або повсть з синтетичних волокон. Питома газова навантаження для фільтрів ФРКІ (рис. 2.4) становить 0,03 м^3/(м^2·хв). Фільтри ФРКН-В і ФРКН-Н-В, призначені для уловлювання пилу, що електризуються, мають такі ж характеристики, як і фільтри ФРКІ відповідних типорозмірів. Фільтри ФРКДІ відрізняються від фільтрів ФРКІ більшою довжиною рукавів. Тому в них передбачена двостороння імпульсна продування з установкою додаткових сопел для подачі стисненого повітря в нижній частині кожного рукава. Питома газова навантаження для фільтрів ФРДКІ становить 0,027 м^3/(м^2·хв).

Фільтри рукавні з імпульсною регенерацією (ФРІР) (рис. 2.5) призначені для очистки технологічних газів та аспірацій них викидів від дрібнодисперсного пилу. Область застосування фільтрів – будь-яка з галузей промисловості, технологія якої передбачає утворення запилених газів або повітря.

Фільтр складається з корпусу та механічного обладнання. Корпус є несучою конструкцією. Він розділений на камери чистого та брудного газу горизонтальними перегородками – рукавними дошками з отворами для кріплення фільтрувальних рукавів. Фільтрувальні рукави розміщуються у камері брудного газу. Їх кріплення односторонні, зі сторони камери чистого повітря.

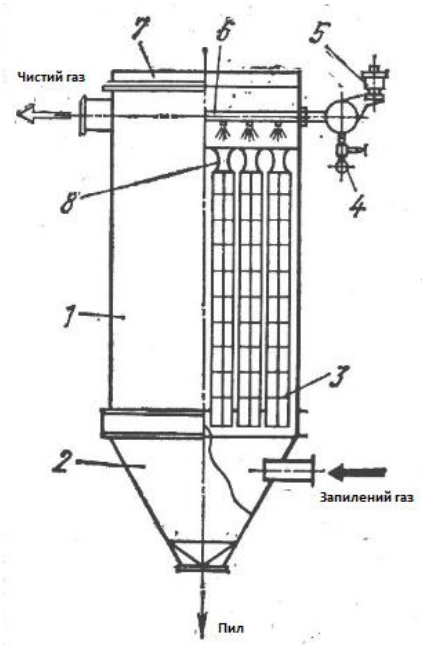


Рисунок 2.4 – Фільтр ФРКІ: 1 – корпус, 2 – бункер, 3 – секція клапанів, 4 – колектор стислого повітря, 5 – секція клапанів, 6 – труба розподільна, 7 – кришка, 8 – дифузор-сопло

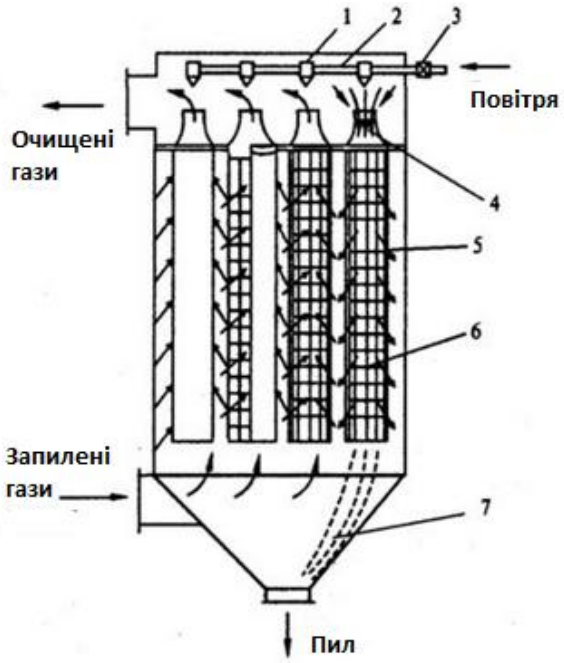


Рисунок 2.5 – Фільтр ФРІР: 1 – сопло, 2 – підведення стислого повітря, 3 – соленоїдний клапан, 4 – струмінь стисненого повітря, 5 – рукав, 6 – каркас, 7 – бункер.

Верхня частина камери чистого газу обладнані зйомники кришками, які забезпечують доступ до рукавів при проведенні технічного обслуговування. Камера брудного газу представляє собою єдину секцію без перегородок.

Камера чистого повітря розділена на секції вертикальними перегородками по числу відсічних клапанів (у випадку оснащення фільтру відсічними клапанами). Вихід чистого газу – загальний.

Нижню частину корпусу фільтру складає пірамідальний або щілинний бункери, які закінчуються фланцями для встановлення шлюзових живильників або гвинтових конвеєрів.

В склад механічного обладнання фільтру входять: система регенерації рукавів (накопичувачі стислого повітря, продув очні клапани та роздаточні колектори), рукавні дошки, фільтрувальні рукави, провулкові каркаси, відсічні клапани вузол редуціювання стислого повітря, пристрої пиловидалення та шафа управління регенерацією фільтру [7].

Фільтри ФРІР продуктивністю до 30000 $м^3$/год, оснащений системою регенерації з продувочними клапанами Ду 50мм, середньою та більшою продуктивністю (більше 30000 $м^3$/год), клапанами Ду 70 мм. Регенерація рукавів проводиться автоматичні по досягненню заданої величини гідравлічного опору фільтра. Можлива регенерація у циклічному режимі – через задані проміжки часу. При установці відсічних клапанів на чистій стороні фільтра, в системі автоматичного управління передбачуються режими регенерації рукавів з відсічкою або без відсічки потоку чистого газу.

Необхідний тиск стислого повітря для роботи системи регенерації в установці, що вловлює пил – 0,4-0,5 МПа. Стисле повітря, має бути осушений та очищений не нижче 10-го класу за ДСТ 17433-80.

Технічні характеристики обладнання для вхідної запиленості газів не більше 10 г/$м^3$, температури газу, що очищується не вище 260°С. Максимальна рекомендоване фактичне навантаження на тканину для цих пристроїв не більше 1,5 $м^3/м^2 \cdot$хв. При вказаних вхідних параметрів пилегазового потоку, залишкова запиленість буде на рівні не більше 20 мг/$м^3$.

2.7 Розрахунок рукавного фільтра

Для очистки газу сталеплавильного цеху № 1 з початковою запиленністю 4 г/м^3, температурою 150°С, витратою – 120000 нм^3/год обрано рукавний фільтр.

Перераховуємо витрату газу за робочих умов, м^3/год:

$$Q_{\text{р.у.}} = Q_{\text{н.у.}} \cdot \frac{\rho_{\text{н.у.}}}{\rho_{\text{р.у.}}}, \tag{2.1}$$

де $Q_{\text{н.у.}}$ – витрата газу за нормальних умов, м^3/с;

$\rho_{\text{н.у}}$ – щільність газу за нормальних умов, кг/м^3;

\$\rho_{\text{р.у}}$ – щільність газу за робочих умов, кг/м^3.

$$\rho_{\text{н.у.}} = \frac{\text{M}_1 \cdot a_1 + \text{M}_2 \cdot a_2 \cdot \ldots \cdot \text{M}_n \cdot a_n}{100 \cdot 22{,}4}, \tag{2.2}$$

де, $\text{M}_1, \text{M}_2 \ldots, \text{M}_n$ – молекулярні маси окремих компонентів газової суміші, кг/моль;

$a_1, a_2, \ldots, a_n$ – об’ємний вміст окремих компонентів газової суміші, %.

$$\rho_{\text{н.у.}} = \frac{74 \cdot 28{,}02 + 14 \cdot 32 + 1 \cdot 28{,}01 + 5 \cdot 44{,}01 + 6 \cdot 18{,}02}{100 \cdot 24} = 1{,}285 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{р.у.}} = \rho_{\text{н.у.}} \cdot \frac{273 \cdot (\text{B} \pm \text{P}_{\text{г}})}{(273 + t_{\text{г}}) \cdot 101325}, \tag{2.3}$$

де $\rho_{\text{н.у}}$ – щільність газу за нормальних умов, кг/м^3 (Додаток 1);

В – барометричний тиск, приймаємо 101 кПа;

$P_г$ – втрати тиску у фільтрі, приймаємо - 6 кПа [3];

$t_г$ – температура газу;

273°С, 101325кПа – температура та тиск за нормальних умов.

$$\rho_{р.у.} = \rho_{н.у.} \cdot \frac{273 \cdot (101 - 6)}{(273 + 150) \cdot 101325} = 0{,}777 кг/м^3;$$

$$Q_{р.у.} = 120000 \cdot \frac{1{,}235}{0{,}777} = 198313 м^3/год = 55{,}087 м^3/с$$

Площа фільтрувальної поверхні рукавного фільтру, м^2:

$$F = \frac{Q_{р.у.} \cdot 60}{q_ф}, \quad (2.4)$$

де $Q_{р.у.}$ – витрата газу за робочих умов, м^3/с;

$q_ф$ – питоме газове навантаження фільтру, швидкість фільтрації, приймаємо 1,7 м^3/(м^2·хв);

60 – переведення секунд у хвилини.

$$F = \frac{55{,}087 \cdot 60}{1{,}7} = 1944{,}25 м^2$$

При $Q_{р.у.}$= 198313 м^3/год, та площею фільтрації $F = 1944{,}25 м^2$, приймаємо фільтр ФРІР-2200, із такими технічними характеристиками:

1. Продуктивність по газу, м^3/год – до 200000;
2. Площа фільтрації, м^2 – 2200;
3. Кількість фільтрувальних елементів, шт. – 1008;
4. Довжина фільтрувального елементу, м – 5,2;
5. Маса фільтру, т – 52;

6. Витрата стислого повітря, нм^3/хв. – не більше 3,6;
7. Тривалість циклу регенерації, хв. – не більше 8.

Фактичне газове навантаження фільтру, м^3/(м^2·с):

$$q_{ф}^{факт} = \frac{Q_{р.у.}}{F_к}, \quad (2.5)$$

де $F_к$ – фактична площа фільтрації, м^2.

$$q_{ф}^{факт} = \frac{55,087}{2200} = 0,025\ м^3/(м^2 \cdot с) = 1,5 м^3/(м^2 \cdot хв)$$

Повний гідравлічний опір фільтру, Па:

$$\Delta P_ф = \Delta P_к + \Delta P_{ф.п.}, \quad (2.6)$$

де $\Delta P_к$ – опір корпусу фільтру, Па;

$\Delta P_{ф.п}$ – гідравлічний опір фільтрувальної перегородки, Па.

$$\Delta P_к = \zeta \cdot \frac{\rho_{р.у.} \cdot V_{вх}^2}{2}, \quad (2.7)$$

де ζ – коефіцієнт гідравлічного опору корпуса, для правильно сконструйованих рукавних фільтрів лежить в діапазоні 1,5-2, приймаємо 2;

$V_{вх}^2$ – оптимальна швидкість для рукавного фільтру імпульсної регенерації, 8 м/с.

$$\Delta P_к = 2 \cdot \frac{0,777 \cdot 8^2}{2} = 49,75\ Па$$

$$\Delta P_{ф.п.} = \Delta P_{тк} + \Delta P_{ш.п.}, \quad (2.8)$$

де $\Delta P_{тк}$ – гідравлічний опір тканини, Па;

$\Delta P_{ш.п.}$ – опір шару пилу, Па.

$$\Delta P_{тк} = A \cdot V_{ф} \cdot \mu_{г}, \quad (2.9)$$

де A – постійна фільтрування, $м^{-1}$;

$V_{ф}$ – фактична швидкість фільтрації, яка дорівнює $q_{ф}$, та має значення 0,025 $м^3/(м^2 \cdot с)$;

$\mu_{г}$ – динамічна в'язкість газової суміші, Па·с.

$$A = 0{,}475 \frac{(1-\varepsilon_n)^2}{\varepsilon_{тк}^{3,24} \cdot \varepsilon_n^3 \cdot d_m^{1,77}}, \quad (2.10)$$

де ε_n – пористість шару пилу, долі;

$\varepsilon_{тк}$ – пористість тканини, залежить від типу тканини. Приймаємо для використання фільтрувальні рукава з оксалонової тканини, термостійкість якої 250°С, тому пористість тканини дорівнює 0,85 долі.

d_m – середньо медіанний розмір вловлюваних часток пилу, мкм.

Будуємо графік (рис 2.6) за показниками табл. 2.8.

З графіку (рис 2.6) слідує, що d_m дорівнює 7 мкм.

$$\varepsilon_n = 1 - 79 \cdot d_m^{0,47} \quad (2.11)$$

$$\varepsilon_n = 1 - 79 \cdot (7 \cdot 10^{-6})^{0,47} = 0{,}7 \text{ долі;}$$

$$A = 0{,}475\frac{(1-0{,}7)^2}{0{,}85^{3{,}24}\cdot 0{,}7^3\cdot(7\cdot 10^{-6})^{1{,}77}} = 276033270\ м^{-1}$$

$$\mu_г = \frac{\mu_1\cdot a_1+\mu_2\cdot a_2\cdot\ldots\cdot\mu_n\cdot a_n}{100}, \quad (2.12)$$

де $\mu_1, \mu_2 \ldots, \mu_n$ – динамічні в'язкості окремих компонентів газової суміші при робочих умовах (табл. 2.2), Па·с;

$a_1, a_2, \ldots, a_n$ – об'ємний зміст окремих компонентів газової суміші, %.

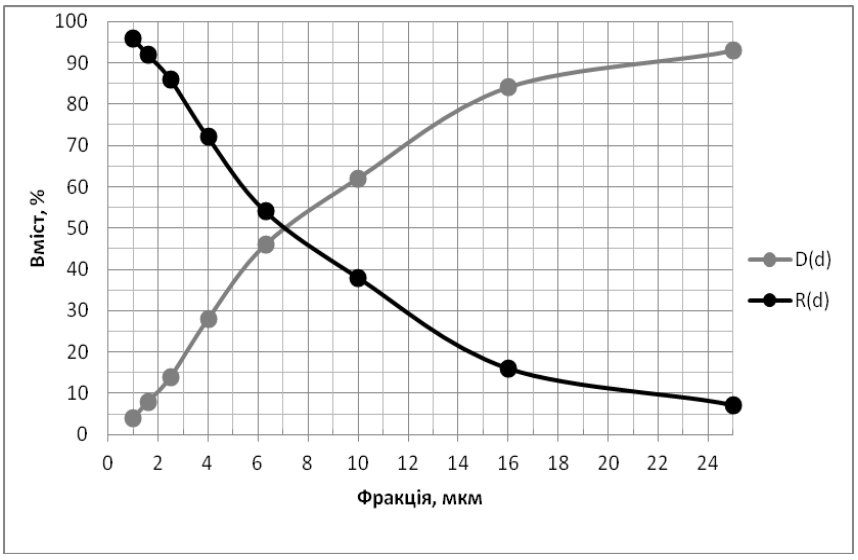


Рисунок 2.6 – Графік дисперсного складу пилу

Таблиця 2.8 – Вміст часток в газі

Фракція, мкм	Вміст, %	D(d), %	R(d), %
<1	4	4	96
1-1,6	4	8	92
1,6-2,5	6	14	86
2,5-4	14	28	72
4-6,3	18	46	54
6,3-10	16	62	38
10-16	22	84	16
16-25	9	93	7
>25	7	100	0

$$\mu_n = \mu_0 \cdot \frac{273+C_1'}{t_г+C_1'} \cdot \left(\frac{273+t_г}{273}\right)^{1,5}, \quad (2.13)$$

де, μ_0 – динамічні в'язкості окремого компонента газової суміші при нормальних умовах, Па·с (табл. 2.9);

C_1' – стала Сезерленда.

Таблиця 2.9 – Динамічна в'язкість окремих компонентів газової суміші

Газовий склад	Динамічна в'язкість μ, ПА·с
N2	$23,63 \cdot 10^{-6}$
O2	$28,55 \cdot 10^{-6}$
CO	$22,83 \cdot 10^{-6}$
CO2	$20,57 \cdot 10^{-6}$
H2O	$14,48 \cdot 10^{-6}$

$$\mu_г = \frac{(74 \cdot 23,63 + 14 \cdot 28,55 + 1 \cdot 22,83 + 5 \cdot 20,57 + 6 \cdot 14,48) \cdot 10^{-6}}{100} =$$

$$= 23,61 \cdot 10^{-6} \text{Па} \cdot \text{с};$$

$$\Delta P_{тк} = 276033270 \cdot 0,025 \cdot 23,61 \cdot 10^{-6} = 163,18 \text{Па}$$

$$\Delta P_{ш.п.} = \Delta P_ф - \Delta P_к - \Delta P_т \quad (2.14)$$

Приймаємо гідравлічний опір фільтру, дорівнює 2000 Па.

$$\Delta P_{ш.п.} = 2000 - 163,18 - 49,75 = 1787,07 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{ф.п.} = \Delta P_т + \Delta P_{ш.п.}$$

$$\Delta P_{ф.п.} = 1787,07 + 163,18 = 1950,25 \text{ Па}$$

Час періоду між регенераціями, с:

$$t_p = \frac{\Delta P_{ш.п.}}{B \cdot V_ф^2 \cdot \mu_г \cdot z_1}, \quad (2.15)$$

де В – постійна фільтрації;

z_1 – початкова запиленість газу, г/м^3.

$$B = 817 \cdot \frac{(1-\varepsilon_п)}{d_m^2 \cdot \varepsilon_п^3 \cdot \rho_г}, \quad (2.16)$$

де $\rho_г$ – щільність газів мартенівського цеху, дорівнює 4160 г/м^3.

$$B = 817 \cdot \frac{(1-0{,}7)}{7 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}7^3 \cdot 4160} = 3463523566;$$

$$t_p = \frac{1787{,}07}{3463523566 \cdot 0{,}025^2 \cdot 23{,}61 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 8714{,}47с = 2год\ 25хв\ 2с$$

Ефективність роботи ФРІР – 2200, %:

$$\eta = \frac{z_1 - z_2}{z_1} \cdot 100, \quad (2.17)$$

де z_2 – кінцева запиленість газу, дорівнює для ФРІР 0,02 г/м^3.

$$\eta = \frac{4 - 0{,}02}{4} \cdot 100 = 99{,}5\%,$$

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

3.1 Основні шкідливості і небезпеки цеху та заходи щодо їх усунення

Сталеплавильний цех № 1 пов'язаний з важкими і шкідливими умовами праці. Під виробничим мікрокліматом мається на увазі стан повітряного середовища приміщень – температура, вогкість, теплове випромінювання. Фактичні і гранично допустимі значення чинників мікроклімату наведені в таблиці 3.1 [11].

Таблиця 3.1 – Фактичні і гранично допустимі значення чинників мікроклімату об'єкту

Чинники мікроклімату	Гранично допустимі значення	Фактичні значення
Інтенсивність теплового випромінювання, МДж/м^2·ч	12,5	52,7
Температура, ^{o}C	Не більш 30	40 – 42
Вологість	Не більш 65	43
Швидкість руху повітря	Не більш 0,3	0,25

Аналізуючи свідчення таблиці 3.1, приходимо до висновку, що фактично значення вологості і швидкість руху повітря не перевищують гранично допустимість значення і є безпечними для працюючих в цеху.

В той же час фактично значення інтенсивності теплового випромінювання і температури значно перевищують гранично допустимі значення, що спричиняє за собою погіршення умов праці.

Основними шкідливими чинниками в цеху є загазованість повітря.

Фактичний рівень шуму на робочому місці – 75дБ. Шум не повинен перевищувати 80 дБ.

Вібрація характеризується частотою і амплітудою. Фактичний рівень вібрації 119 – 127 Гц. Тривала дія шуму, що перевищує норми, приводить до втрати слуху. Тривала дія вібрації приводить до білю в кінцівках, зниженню всіх видів шкірної чутливості. Весь симкомплекс одержав назву «вібраційна хвороба».

Цех відноситься до другої групи електробезпеки, оскільки в ньому присутні установки з напругою більше 1000 В. Обслуговуючий персонал може одержати поразку струмом при обслуговуванні зведення апарату, при обслуговуванні електродів на включеному апараті, а також при роботі з іншими електроустановками.

Дія електричного струму на організм викликає різні електричні травми: електричний удар і електрофтальмія, опік, металізація шкіри і електричні знаки.

Найбільшу небезпеку представляють механізми, що обертаються і рухаються. При неправильних діях з цими механізмами робітнику можуть бути завдані фізичної травми і каліцтва.

Робота по обслуговуванню печі по зоровій напруженості відноситься до IV розряду з нормованим рівнем освітленості 150 Лк. Фактична освітленість складає 200 Лк, що перевищує норму освітленості на 50 Лк. Це може спричинити за собою швидке стомлення очей робітників, що позначиться на виробництві праці і самопочутті робітників.

На підставі аналізу шкідливих і небезпечних чинників передбачені наступні організаційні заходи.

Для зниження температури і пилегазових викидів на робочих майданчиках передбачена вентиляція, поливи водою. У зв'язку з тим, що температура на робочих місцях значно вища за допустиму, потрібно проводити природну вентиляцію, яка здійснюється завдяки різниці температур у виробничому приміщенні і поза ним шляхом аерації (природного керованого повітрообміну) [12].

Розрахунок площі і висоти витяжного ліхтаря будівлі, для якого розраховується аерація:

Габаритні розміри цеху: довжина – 120 м; ширина – 36,43 м; висота – 16,5 м; об'єм – 72131,4 м^3; втрати через огорожі будівлі – 20%; середня температура зовнішнього повітря – 30^{o}С, внутрішнього – 40^{o}С.

Надмірні тепловиділення в цеху:

$$Q_{надм.} = q \cdot V \cdot 0{,}75 \qquad (3.1)$$

le q = 627 кДж – тепловиділення.

$$Q_{надм.} = 627 \cdot 72131{,}4 \cdot 0{,}75 = 33919791 \text{ кДж}.$$

Кількість повітря, яка повинна пройти через витяжну вентиляцію:

$$V_{воз} = \frac{Q_{изб}}{c \cdot \Delta\tau}, м^3 / год, \qquad (3.2)$$

де с = 8,254 кДж/м^2 – об'ємна теплоємність повітря;

$\Delta\tau$ = 10 ^{o}С – різниця температур.

$$V_{воз} = \frac{33919791}{8{,}254 \cdot 10} = 410949{,}73 м^3 / год.$$

Площа витяжних отворів ліхтаря:

$$F_в = \frac{V_{воз}}{\mu\sqrt{2\frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\gamma_2} \cdot h \cdot q \cdot 3600}}, м^3 \qquad (3.3)$$

де μ – коефіцієнт, що враховує опір, створюваний отворами, μ = 0,65;

γ1 і γ2 – питома вага зовнішнього і внутрішнього повітря, γ_1 = 1,165 кг/м^3, γ_2 = 1,127 кг/м^3;

h – відстань між осями отворів приточування і витяжного.

$$F_в = \frac{410949}{0{,}65\sqrt{2\frac{1{,}165-1{,}127}{1{,}127}\cdot 9{,}78\cdot 41\cdot 3600}} = 68 м^3.$$

Розподіливши площу з обох боків витяжного отвору ліхтаря при довжині цеху 120 м і кількості ліхтарів – 1, висота отвору дорівнює:

$$h_{отв} = Fв/\ 2\cdot l,\ м \qquad (3.4)$$

$$h_{отв} = 68/\ 2\cdot 120=0{,}28\ м.$$

Площу отворів приймаємо із запасом 50%:

$$F_{пр} = 1{,}5\cdot Fв,\ м^2 \qquad (3.5)$$

$$F_{пр} = 1{,}5\cdot 0{,}28=0{,}425\ м^2.$$

Освітлення виробничої будівлі здійснюється через вікна в стінах, світлові ліхтарі під перекриттям будівлі, а також місцевим освітленням на майданчиках лампами розжарювання.

На деяких ділянках має місце порушення норми рівня освітлення. Тому пропонується провести перерахунок потужності ламп світильників цеху.

Розмір цеху складає 120×36 м, його висота – 16 м. В цеху є кімната майстрів розміром 12×6 м и висотою 4 м. Умовно весь цех можна поділити на дві зони: 1) весь цех розміром 120×36, 2) кімната розміром 12×6 м.

Розрахуємо норми освітлення і розрахункову висоту для першої зони.

Нормована освітленість цеху складає Е = 150 лк.

Відстань від світильника до перекриття в цеху складає 1,2 м, а висота розрахункової поверхні – 0,8 м.

Розрахункова висота приміщення:

$$h = H - h_p - h_c \quad (3.6)$$

$$h = 16 - 0{,}8 - 1{,}2 = 14 \text{ м.}$$

Визначимо норми освітлення і висоту для другої зони.

Нормована освітленість для таких приміщень складає 300 лк.

Відстань від світильника до перекриття в цеху складає 1,2 м, а висота розрахункової поверхні – 0,8 м.

Розрахункова висота приміщення:

$$h = H - h_p - h_c \quad (3.7)$$

$$h = 4 - 0{,}8 - 1{,}2 = 2 \text{ м.}$$

Проведемо розрахунок освітлення для першої і другої зон.

Освітлення проводиться за допомогою світильників НСП17 з лампами розжарювання. Один ряд світильників освітлює смугу шириною 3 м. Отже для всього цеху нам треба 40 смуг по 8 світильників у кожній.

Площа всього цеху становить:

$$S = 120 \cdot 36 = 4320 \text{ м}^2.$$

Потужність лампи:

$$P_л = \frac{S \times W}{n} \quad (3.8)$$

де S – площа приміщення;

n – кількість ламп.

$$W = 35 \text{ Вт/м}^2.$$

$$P_л = \frac{4320 \times 35}{40 \times 8} = 472,5 \text{ Вт.}$$

Найближча потужність до розрахованої становить 500 Вт.

Освітлення другої зони буде проводитися за допомогою світильника ЛСО04 з люмінесцентними лампами. Один ряд світильників освітлює смугу шириною 2 м. Тобто для всієї кімнати необхідно 3 ряди по 5 світильників в кожному.

Площа кімнати:

$$S = 12 \cdot 6 = 72 \text{ м}^2.$$

$$W = 17,6 \text{ Вт/м}^2.$$

Потужність лампи світильника:

$$P_с = \frac{S \times W}{n} = \frac{72 \times 17,6}{3 \times 5} = 84,48 \text{ Вт.}$$

Світильник ЛСО04 є двохламповим. Отже потужність однієї лампи можна визначити як:

$$P_л = \frac{P_c}{2} = \frac{84,48}{2} = 42,24 \text{ Вт.}$$

Найближчим за потужністю значенням є 40 Вт.

Оскільки рівень шуму і вібрації в межах норми, заходи щодо усунення не розробляються.

Для захисту людей від поразки електричним струмом розроблений наступний комплекс заходів: навчання персоналу безпечним прийомам роботи, заземлення установок, забезпечення робочих місць застережливими табличками, дотримання правил техніки безпеки.

Крани і механізми, які переміщаються з різними вантажами оснащені світловою і звуковою сигналізацією. Розроблена система навчання робітників, поведінка інструктажів по техніці безпеки.

Для заповнення втрат мінеральних солей в цеху розміщені питні фонтанчики і автомати підсоленої газованої води. Джерело питного водопостачання віддалене від робочих місць не далі 75 метрів з розрахунку одне джерело на 20 чоловік.

Вбиральні в кількості двох віддалені від робочих місць не далі 75 метрів. Працюючі в цеху обслуговуються медпунктом першої категорії [13].

3.2 Пожежна профілактика

Виробничий процес в цеху по вибухонебезпечній категорії відноситься до категорії «Г», оскільки обробці піддаються негорючі матеріали в розплавленому стані.

Будівля цеху побудована з негорючих матеріалів (металоконструкцій, залізобетону і скла) і має перший ступінь вогнестійкості.

Пожежі у відділенні можуть виникнути в результаті спалаху електроустаткування при перевантаженнях, перегрівах, коротких замиканнях, спалах паливно-мастильних матеріалів [14].

Небезпека зменшена розробленими заходами: оснащення систем управління електроустаткування автоматами максимального струмового захисту, плавкими запобіжниками, обмеження кількості паливно-мастильних матеріалів добовою потребою; трансформатори винесені за межі будівлі.

Для гасіння можливих пожеж передбачені первинні засоби пожежегасіння, таблиця 3.2.

Таблиця 3.2 – Кількість первинних засобів пожежегасіння для лінії свинцювання

Категорія приміщення	Гранична площа, що захищається, м2	Фактична площа, що захищається, м2	Клас пожежі	Інвентар							
				ВХП-10		ВВ-5		УП-1, УП-2		Ящик з піском	
				норматив	фактичне	норматив	фактичне	норматив	фактичне	норматив	фактичне
Г	2000	4000	(Е)	2	2	2	2	1	1	2	2

Для гасіння пожеж водою використовується пожежний водопровід. Для доступу на дах будівлі використовуються драбини, укріплені на стінах.

Для захисту від прямих ударів блискавки застосовуємо громовідвід – пристрій, що приймає блискавку і відводить струм в землю. Громовідвід складається з несучої частини (опори), блискавкоприємника, струмовідводу (спуску) і заземлювачу.

Захисна дія громовідводу заснована на тому, що блискавка вражає найвищі і добре заземлені металеві споруди. Застосовуємо стрижньовий громовідвід, який є двома вертикальними стрижнями встановлених поблизу захисної споруди [15].

ВИСНОВКИ

ВАТ «Дніпровський стрілочний завод» (ВАТ «ДнСЗ») є провідним українським виробником стрілочної продукції для ЖД магістралей України.

До вторинних матеріальних ресурсів сталеплавильного виробництва відносяться шлаки й уловлений пил. Дрібнодисперсний пил утворюється в результаті випару металу в районі дії електричних дуг, пари якого конденсуються й взаємодіють із киснем і азотом, наявними в робочому просторі печі. Більші фракції пилу утворяться зі шлакоутворюючих і мелених раскислювачів. У період розплавлювання чистої й великогабаритної шихти утвориться невелика кількість пилу. У період кипіння викиди досягають максимальних значень у результаті дії кисневих струменів і активного кипіння металу, а в період доведення викиди знижуються до мінімуму.

Оскільки багато домішок промислових відходів несприятливо впливають на організм людини, тварин, рослин і біогеоцинозі в цілому, необхідне обмеження надходження цих домішок у природне середовище, зокрема в атмосферу.

У повітряному середовищі сталеплавильних цехів, крім пилу, у більших кількостях перебувають оксид вуглецю, вуглекислий і сірчистий газ, азот і його оксиди, водень, аерозолі, насичені окислами заліза й марганцю, пари вуглеводів і ін. Їхніми джерелами є плавильні агрегати, печі термічної обробки, сушилка для форм, стрежнів і ковшів і т.п.

У кваліфікаційній роботі пропонується зробити заміну існуючої системи пилегазоочистки від сталеплавильних печей типу ДС сталеливарного цеху №1 (труба типу «Вентури») на рукавні фільтри ФРІР з імпульсною регенерацією. Введення нової системи очищення дозволить знизити викид пилу в атмосферу від сталеплавильних печей СЛЦ №1 з 21,58 т/рік до 3,56 т/рік, значно поліпшити екологічну обстановку в районі розміщення підприємства.

Для очищення газів сталеплавильного цеху № 1 промислового виробництва ВАТ «Дніпровський стрілочний завод» на основі розрахунків технічних характеристик, а саме: витрата газу за робочих умов – 198313 $м^3$/год; площі необхідної фільтрувальної поверхні – 1944,25 м; обрано з існуючих сучасних фільтрів, рукавний фільтр ФРІР – 2200 з оксалонової фільтрувальної тканини. У кваліфікаційній роботі було розраховано: площу необхідної фільтрувальної поверхні на основі витрати газу за робочих умов, на підставі цих даних було обрано тканинний фільтр. Було розраховано фактичне газове навантаження, повний гідравлічний опір фільтру та обрано фільтрувальний матеріал,. Розраховано час між регенераційного періоду, та ефективність роботи обраного фільтру за розрахованих робочих умов.

За результатами розрахунків фільтр має наступні характеристики:

а) фактична площа фільтрувальної поверхні 2200 $м^2$;

б) фактичне газове навантаження – 1,5 $м^3/(м^2 \cdot с)$;

в) повний гідравлічний опір фільтрувальної поверхні – 1950,25 Па;

г) міжрегенераційний період – 2год. 25хв. 2с.;

д) ефективність роботи – 99,5%.

За розрахованих робочих умов обраний фільтр має високу ефективність очищення газів сталеплавильного цеху № 1.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

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.