

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра екології, охорони навколишнього середовища
та здорового способу життя

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою ЕОНСЗСЖ
к.б.н., доцент
_____ Ольга МЕДВЕДЄВА
“ _____ ” 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему
“Екологічна оцінка проєкту реконструкції
пилогазоочисної установки підприємства
металургії”

Виконала здобувач вищої освіти
II курсу, групи _ЕО 21 М_
ОПП «Екологія»
спеціальності 101 «Екологія»
_____ Юлія ВСЛКОВА
« _____ » _____ 2022 р.

Керівник роботи
к.б.н., доцент
_____ Ольга МЕДВЕДЄВА
« _____ » _____ 2022 р.

Рецензент
_____ Микола
КОВАЛЬОВ
« _____ » _____ 2022 р.

м. Кропивницький, 2022
Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет _____ агротехнічний _____
Кафедра _____ Екології, ОНС та ЗСЖ _____
Рівень вищої освіти _____ магістр _____
Галузь знань _____ 10 – Природничі науки _____
Спеціальність _____ 101 - екологія _____
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма _____ Екологія _____

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

«___» _____ 2022 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Велкова Юлія Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи

Екологічна оцінка проєкту реконструкції пилогазоочисної установки підприємства металургії

2. Керівник роботи

Медведєва Ольга Володимирівна, к.б.н., доцент

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

3. Строк подання роботи до захисту 15.12.2022

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи

Мета роботи:

екологічна оцінка проєкту реконструкції пило-газоочисної установки Побузького феронікелевого комбінату

Завдання:

- теоретичне дослідження процесів пиловловлення та газоочищення;
- визначення максимальних концентрацій забруднюючих речовин, що викидаються в процесі виробництва огарку в трубчасто-обертових печах, їх масовий та валовий викид за одиницю часу до та після проведення реконструкції пилоочисного устаткування;
- дослідження конструктивних та режимних параметрів апарату на ефективність пиловловлення;
- дослідження впливу газопилових викидів виробництва на атмосферу та здоров'я людей розрахунковим методом.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Технологічна частина			
Економічна частина	Асистент Мірзак Т.П.		
Охорона праці	Доцент Лузан П.Г.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Дата видачі завдання «5» вересня 2022 р.

Підпис керівника

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання «____» _____ 2022 р.

Підпис здобувача

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 87 ст., 7 рис., 10 табл., 68 джерел, 25 додатків.

Об'єкт дослідження: проєкт реконструкції пило-газоочисної установки підприємства металургії.

Предмет дослідження: шкідливий вплив виробництва феронікелю на атмосферу та здоров'я людей.

Мета кваліфікаційної роботи: екологічна оцінка проєкту реконструкції пило-газоочисної установки Побузького феронікелевого комбінату.

Перший розділ містить аналіз літературних джерел з визначенням промислового пилу, його вплив на організм людини.

У другому розділі охарактеризовано фізико-географічну характеристика району дослідження та виробнича структура підприємства.

У третьому розділі наведено матеріали та методики проведення інструментально-лабораторних досліджень показників газового потоку та якості викидів забруднюючих речовин із стаціонарного джерела.

У четвертому розділі наведено результати проведення інструментально-лабораторних вимірювань до початку реконструкції пилоочисних установок та оцінка впливу викидів забруднюючих речовин на атмосферу та здоров'я людей після реконструкції.

У п'ятому розділі проведено розрахунок економічної ефективності після впровадження реконструкції пилоочисної системи.

В шостому розділі розроблено заходи з охорони праці в галузі.

У висновках наведені результати магістерської роботи та доведена доцільність і необхідність впровадження третього ступеня очистки газопилового потоку у виробництві феронікелю.

ДОВКІЛЛЯ, ПОВІТРЯ, ЗАБРУДНЕННЯ, ПРОМИСЛОВЕ
ВИРОБНИЦТВО, ПИЛООЧИСНА СИСТЕМА, РЕКОНСТРУКЦІЯ,
ЕФЕКТИВНІСТЬ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

ГОУ – установка очистки газу;

ДВ – джерело викиду;

ДУ – джерело утворення забруднюючої речовини;

ЗВТ – засіб вимірювальної техніки;

ЗІЗ – засоби індивідуального захисту;

ЗР – забруднююча речовина;

КР – керівник робіт;

НД – нормативний документ;

НДІОГАЗ – Державний науково-дослідний інститут з промислового очищення газів;

НС – надзвичайна ситуація;

ОП – охорона праці;

ПВП –пиловугільне паливо;

ПУЕ – правила влаштування електроустановок;

СВГ – скраплений вуглеводневий газ;

РТП – руднотермічна піч;

ТЕБ – техногенно-екологічна безпека;

ТОП – трубчаста обертова піч;

УМС–установка магнітної сепарації;

ЦЗ – цивільний захист;

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:

v_r – швидкість газу, м/с

A , B – довжина довшої та коротшої сторони прямокутного перерізу газоходу відповідно;

d – внутрішній діаметр круглого газоходу;

d_h – гідравлічний діаметр газоходу;

I – кількість точкових проб;

J – кількість точок відбирання проб у перерізі газоходу;

P_p – розрідження газу перед ротаметром;

P_c – статичний тиск газу;

P_a – атмосферний тиск;

q_{vp} – об'ємна витрата газу;

T – тривалість відбирання проби;

t_r – температура газового потоку в газоході;

t_{nc} – температура навколишнього середовища (повітря);

t_p – температура газового потоку перед ротаметром;

v – швидкість газового потоку;

l – загальна довжина вимірювальної секції;

l_y – довжина вхідної ділянки до вимірювального перерізу;

l_z – довжина вихідної ділянки після вимірювального перерізу;

L – коефіцієнт кратності довжини вимірювальної секції;

d_n – діаметр наконечника зонда.

ЗМІСТ

№ п/п	Найменування	Стр.
	ВСТУП	
1	АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	
1.1.	Загальна характеристика техногенно-екологічної ситуації в Україні	
1.2.	Класифікація та характеристика промислового пилу як забруднення	
1.3.	Негативна дія пилу на організм людини	
1.4.	Вплив пилу на технологічні процеси та обладнання	
1.5.	Нормативно-правова база	
1.6.	Нормування якості атмосферного повітря та негативного впливу на нього	
1.7.	Класифікація і характеристика установок очистки газу	
1.8.	Установки очистки газу в металургії	
1.9.	Порівняння в Україні та за кордоном	
2	ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА	
2.1.	Фізико-географічна характеристика району дослідження	
2.2.	Виробнича структура підприємства	
2.3.	Характеристика технології основного виробництва	
3	МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	
4	РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	
4.1.	Результати проведення інструментально-лабораторних вимірювань до початку реконструкції пилоочисних установок	
4.2.	Проведення реконструкції пилоочисних установок	
4.3.	Технологічний процес виробництва огарку після завершення реконструкції	
4.4.	Оцінка впливу забруднюючих речовин на атмосферне повітря після завершення реконструкції	
4.5.	Оцінка ризику впливу об'єкту дослідження для здоров'я людей	
5	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	
5.1.	Розрахунок екологічного податку	
5.2.	Розмір відшкодування збитків від викидів забруднюючих речовин	
5.3.	Визначення еколого-економічного ефекту	

6	ОХОРОНА ПРАЦІ	
6.1.	Аналіз розташування території підприємства, споруд і приміщень у відповідності з вимогами охорони праці	
6.2.	Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть утворитись під час експлуатації	
6.3.	Розробка заходів по запобіганню дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів і покращенню умов праці	
6.3.1.	Заходи запропоновані для усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів	
6.3.2.	Вибір і обґрунтування засобів індивідуального захисту	
6.3.3.	Розробка інструкції з охорони праці під час виконання захисту	
6.4.	Розробка заходів з пожежної профілактики	
6.5.	Застосування регламенту щодо дій у надзвичайних ситуаціях об'єктом дослідження на металургійному підприємстві	
6.6.	Висновки по розділу	
	ВИСНОВКИ	
	ДОДАТКИ	
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	

ВСТУП

Актуальність теми дослідження обумовлена тим, що удосконалення технології виробництва високоякісного агломерату, який залишається найбільш масовим компонентом шихти, є пріоритетною задачею, яка спрямована на підвищення ефективності пічної плавки. Особливого значення ця задача набуває в умовах реконструкції пило-газоочисного устаткування.

Основні напрямки державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки (Постанова Верховної ради України № 188/98 від 05.03.1998 року). Програма охорони навколишнього середовища в Кіровоградській області до 2025 року передбачає розроблення та створення високоефективних систем комплексного очищення пилогазових викидів металургійної промисловості з одночасною утилізацією уловлених продуктів і подальшого їх використання у виробництві агломерату. Це обумовлює необхідність розроблення високоефективного пилогазоочисного устаткування.

Метою дослідження є екологічна оцінка проєкту реконструкції пило-газоочисної установки Побузького феронікелевого комбінату.

Для досягнення поставленої мети вирішувались такі **задачі**:

- теоретичне дослідження процесів пиловловлення та газоочищення;
- визначення максимальних концентрації забруднюючих речовин, що викидаються в процесі виробництва огарку в трубчасто-обертових печах, їх масовий та валовий викид за одиницю часу до та після проведення реконструкції пилоочисного устаткування;
- дослідження конструктивних та режимних параметрів апарату на ефективність пиловловлення;
- дослідження впливу газопилових викидів виробництва на атмосферу та здоров'я людей після реконструкції розрахунковим методом .

Об'єктом дослідження є проєкт реконструкції пило-газоочисної установки підприємства металургії.

Предметом дослідження є шкідливий вплив виробництва феронікелю на атмосферу та здоров'я людей.

Методи дослідження базуються на обстеженні існуючої системи пилогазоочисних установок; проведенні інструментально-лабораторного вимірювання параметрів газопилового потоку із визначенням максимальних концентрацій забруднюючих речовин, їх масовий і валовий викид за одиницю часу; використання математичного моделювання впливу газопилових викидів виробництва на атмосферу та здоров'я людей до та після реконструкції пилоочисної системи.

У роботі використаний гравіметричний метод визначення масової концентрації речовин у вигляді суспендованих твердих частинок в організованих викидах стаціонарних джерел.

Інформаційна база дослідження проведенного дослідження стали Конституція України, Закон України «Про охорону атмосферного повітря», Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України «Про затвердження Правил технічної експлуатації установок очистки газу», наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України «Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел», а також державні стандарти України.

Наукова новизна одержаних результатів вперше для даного підприємства було визначено техногенний вплив на атмосферу та здоров'я людей розрахунковим методом, що буде здійснюватись після реконструкції пило-газоочисної установки.

Наукова і практична значимість одержаних результатів полягає в тому, що наведені у роботі положення, висновки та пропозиції можуть бути використані у:

- науково-дослідній сфері – вдосконалення систем пилогазоочистки та підвищенні ефективності вловлення пилового вмісту газового потоку;

- при розробці природоохоронних заходів щодо покращення якості атмосферного повітря.

Особистий внесок магістранта. Магістр опрацював проектні дані об'єкту дослідження, виконав поставлені завдання, брав участь в обстеженні існуючих пилоочисних систем та проведенні інструментально-лабораторних досліджень; а також проводив розрахункову оцінку впливу шкідливих викидів на атмосферу та здоров'я людей, проводив пошуково-дослідницькі роботи під час виконання магістерської роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами: дослідження проводились узгоджено з напрямком наукової діяльності кафедри Екології, охорони навколишнього середовища та здорового способу життя ЦНТУ.

Апробація результатів дослідження. Велкова Ю. виступила з доповіддю на круглому столі "Екологічні проблеми сучасності", м. Кропивницький, ЦНТУ, кафедра екології, ОНС та ЗСЖ, 30.11.2022 р. на тему: «Впровадження природоохоронних заходів на підприємствах металургії», а також опублікувала статтю: Велкова, Ю. «Екологічна оцінка проекту реконструкції пилогазоочисної установки підприємства металургії». / Ю. Велкова // Збірник праць молодих науковців ЦНТУ. - Кропивницький, 2022. - Вип. 13. - с. 4-7.

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. Загальна характеристика техногенно-екологічної ситуації в Україні

Стратегічною метою національної екологічної політики є стабілізація та покращення стану навколишнього природного середовища України, поступового досягнення цілей національної екологічної політики як інтегрованого чинника сталого розвитку.

Серед основних принципів національної політики можна виділити ті, що спрямовані на створення безпечної техногенно-екологічної ситуації в державі. Одним із найважливіших є запобігання екологічним ризикам, що передбачає аналіз і прогнозування за результатами державної екологічної експертизи, а також проведення всіх видів екологічного моніторингу навколишнього природного середовища.

Як правило, більшість надзвичайних ситуацій техногенного характеру виникає в промислових розвинутих регіонах країни, завдаючи значних соціальних та екологічних збитків [7].

У системі потенційно шкідливих виробництв зосереджено 21% робочої сили країни, вони охоплюють 42,8% промислових фондів і третину обсягу виробництва. Така висока концентрація шкідливих виробництв зумовлює порушення природного стану територій загальною площею 61 тис.км², де забруднення повітря перевищує нормативи у 20 – 250 разів.

У виробничих регіонах зосереджені поселення з великою кількістю жителів, зайнятих на виробництвах, у тому числі екологічно небезпечних.

Забруднення атмосфери – це негативний вплив на стан атмосфери, спричинений повністю або частково виробничою діяльністю людини, яка прямо чи опосередковано змінює фізико-хімічні властивості повітря та умови життя живих організмів.

Масштаби цих перетворень і масштаби наслідків залежать від інтенсивності й типу самого забруднення, а також від стійкості атмосфери до антропогенного тиску.

Оксиди вуглецю, діоксид сірки, оксиди азоту, пил тощо є основними техногенними забруднювачами, які спричиняють регіональні чи глобальні зміни стану атмосфери та здоров'я населення. Вони потрапляють в атмосферу від стаціонарних і пересувних джерел викидів забруднюючих речовин. [61]

Так, у 2020 році в повітряний басейн Кіровоградської області від стаціонарних джерел викидів підприємств та організацій потрапило 10,7 тис. тонн забруднюючих речовин, що на 2,1 тис. тонн менше, ніж у 2019 році. [19]

Масштаб просторового впливу змінюється в дуже широких межах залежно від характеру джерел забруднювачів і об'єктів впливу. Концентрація забруднюючих речовин з окремих локальних джерел у результаті процесів розсіювання та осадження забруднюючих речовин швидко зменшується зі збільшенням відстані від джерела. небезпечні для здоров'я людини концентрації забруднюючих речовин від таких джерел спостерігаються, як правило, на площі 10 – 100 км².

Отже, існує невідповідність між поступовим збільшенням викидів забруднюючих речовин в атмосферу та зміною технологій виробництва, застарілими системами та механізмами очищення та зменшення викидів як від стаціонарних, так і від пересувних джерел забруднюючих речовин. Необхідне впровадження новітніх інноваційних технологій та переведення виробничих установок і обладнання на менш енергоємне та екологічно чисте.

Металургія – одна з основних галузей промисловості, функціональними особливостями якої є вилучення металів із переробки сировини у вільному металевому стані або у вигляді хімічної сполуки. У металургійному комплексі виділяють чорну (виплавка чавуну і сталі) і кольорову металургію (виробництво кольорових металів), агломераційне виробництво.

Одним із джерел пилу, що надходить у повітряний простір, є вентиляційні гази станцій підготовки пиловугільного палива, спалювальних

станцій, плавильних заводів тощо, де для ефективного видалення пилу газової суміші використовуються електрофільтри, скрубери до 99%.

Одним із основних напрямів розвитку екологічно чистої металургійної промисловості є впровадження високоефективних методів газоочистки, пневмотранспорту сировини і пилу, циклонів-пиловідділювачів, рукавних і листових фільтрів, електрофільтрів тощо.

1.2. Класифікація та характеристика промислового пилу як забруднення

Пил можна класифікувати за кількома ознаками, включаючи його *походження*, матеріали, з яких він утворений, *спосіб утворення та фізико-хімічні властивості*.

За *походженням* пил поділяють на *природний* і *промисловий*.

Пил природного походження утворюється в результаті процесів, не пов'язаних з виробництвом (ерозія підземних порід, вивітрювання конструкцій будівель, вулиць та інших штучних споруд).

Промисловий пил або *пил штучного походження*, що виникає під час виробництва через штучні, тимчасові або контрольовані механічні, хімічні, біологічні та фізичні процеси (механічна обробка матеріалів, транспортування, завантаження, перевантаження сипучих матеріалів тощо). При цьому існує ряд технологічних процесів, спрямованих на створення скупчення дрібнодисперсних частинок – пилоподібних матеріалів (борошно, цукор, цемент, пилоподібне паливо та ін.).

До *способу утворення* відносяться пил *дезінтеграції*, які є наслідком виробничих процесів, які пов'язані з руйнуванням і подрібненням твердих матеріалів і їх транспортуванням, а також *конденсація* пилу, коли внаслідок охолодження твердих частинок, що містяться у повітрі, являють собою конденсацію парів металів і неметалів, які при високотемпературних процесах (зварювання, електроплавлення та ін.).

Характер і виразність шкідливої дії пилу залежить, насамперед, від його хімічного складу, який визначається походженням пилу. Залежно від матеріалу, з якого утворюється пил, він буває *органічним* (пил рослинного і тваринного походження), *неорганічним* (мінеральний пил – кварц, цементний і металевий – сталевий, чавунний, мідний, алюмінієвий та ін.) і *змішаним* (пил, що складається з органічних та неорганічних частинок або ж є органічним пилом, що включає в себе також частинки мінерального та металевого пилу).

До основних **фізико-хімічних властивостей** пилу відносять його *концентрацію* в газовому середовищі, здатність до осадження, *дисперсність* (ступінь подрібнення), *структурну частку*, *щільність*, *питому поверхню*, *нижню і верхню межі вибуховості*, *електричні властивості* та ін.

Головна проблема вловлення пилу – вибір пилоочисного обладнання – також значною мірою визначається дисперсним складом пилу.

Загальний *діапазон розмірів* частинок, присутніх у пилу, розділений на *фракції*. **Фракція** поєднує частинки пилу, які знаходяться в межах одного інтервалу значень розмірів рекомендованої шкали. Наприклад, застосовують таку шкалу розмірів пилових частинок: 1–1,3–1,6–2,0–2,5–3,2–4,0–5,0–6,3–8,0–13–16–20–25–32–40–50–63 мкм.

1.3. Негативна дія пилу на організм людини

Якість повітря в приміщеннях, його вплив на організм людини, а в багатьох випадках і на обладнання, технологічні процеси багато в чому залежить від вмісту в ньому зважених речовин, головним чином пилу.

Пил може завдати шкоди організму людини такими діями:

- *механічне* – пошкодження органів дихання з гострими краями від частинок пилу;
- *хімічні* – отруєння токсичним пилом;
- *бактеріологічні* – потрапляння в організм разом з пилом хвороботворних бактерій.

Пилові частинки з *гострим зазубленими краями* чинять безпосередню механічну дію на слизову оболонку – травмують і подразнюють її. Особливо сильно вражаючу дію мають пилинки з твердого матеріалу, приміром, пил металевий, скляний, кварцовий тощо.

Пилові розміром 5 мкм і менше здатні проникати глибоко в легені, аж до альвеол (легеневих пухирців). Пилінки розміром 5 – 10 мкм в основному затримуються у верхніх дихальних шляхах і легенях потрапляють у невеликій кількості. Частинки розміром понад 10 мкм майже не проникають у легені, затримуються у верхніх дихальних шляхах і, крім того, швидко осідають з повітря. Деякі види пилу рослинного походження, наприклад, бавовняний, затримуються в дихальних шляхах, прилипаючи до їх поверхні, важко видаляються та спричиняють респіраторні захворювання.

Токсичний пил, який добре розчиняється, отруює організм.

Органічний пил, особливо пил рослинного походження, може бути живильним середовищем для розвитку патогенних мікроорганізмів (стафілококів, стрептококів та ін.).

Промисловий пил дуже різноманітний за своїми фізико-хімічними та механічними властивостями, тому негативно впливає на різні органи людини та поширюється, вражаючи одночасно деякі органи. Найбільш вразливі до дії впливу пилу, органи дихання, менш вразливі – шкіра, очі, кров і шлунково-кишковий тракт. [61]

Смертельні випадки та травми під час аварій та надзвичайні ситуації техногенного характеру в Україні трапляються у 5 – 8 разів частіше, ніж в інших індустріально-розвинутих країнах Європи, що свідчить про серйозні недоліки та порушення розвитку державної системи у розвитку екологічної та техногенної безпеки. І в цю низку питань вагомий внесок вносять підприємства, які викидають у навколишнє середовище величезну кількість шкідливих речовин, у тому числі пилу. Саме тому проблема очищення повітря від пилу є однією з головних цілей екологів усього світу. Основна роль у

вирішенні цієї проблеми відводиться розробці високоефективних пиловловлювачів. [60]

1.4. Вплив пилу на технологічні процеси та обладнання

Пил, що виділяється у виробничих приміщеннях, може мати прямий негативний вплив на обладнання та технологічний процес, що призводить до погіршення якості продукції.

Так, частинки мінерального пилу, потрапляючи у передаточні механізми та тертьові частини машин, спричиняють їх інтенсивний знос, що може призвести до аварій.

Накопичення пилу на нагрівальних і охолоджуючих поверхнях погіршує умови теплообміну і може вплинути на роботу обладнання.

Накопичення пилу на електродвигунах та інших електричних приладах, а також на ізоляторах може призвести до їх несправності внаслідок погіршення теплообміну і навіть до аварій внаслідок короткого замикання або перегріву приладу.

Частинки пилу часто є ядрами конденсації для пари різних рідин. Тому разом із пилом у приміщення можуть бути занесені речовини, які викликають сильну корозію металів та інших матеріалів.

1.5. Нормативно-правова база

Вимоги до експлуатації ГОУ закріплені в:

- Законі України «Про охорону атмосферного повітря»;
- Податковому кодексі України;
- Законі України «Про охорону навколишнього природного середовища»;
- Наказі Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 6 лютого 2009 року № 52 «Про затвердження Правил технічної експлуатації установок очистки газу»;

- Наказі Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 27.06.2006 р. № 309 «Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел»

Знання працівниками вимог до технічної експлуатації пилоочисного обладнання є важливим елементом системи попередження забруднення навколишнього середовища, попередження пожеж і аварій на виробництві, тому що неправильна експлуатація може завдати шкоди не тільки навколишньому середовищу і здоров'ю працівників, а й до майна підприємства.

1.6. Класифікація і характеристика установок очистки газу

У практиці математичного моделювання процесів аеродинамічної класифікації найбільшого поширення набули так звані детерміновані та стохастичні моделі. В основу детермінованих моделей покладено уявлення про процес як про рух невзаємодіючих частинок у стаціонарному потоці газу. Детерміновані моделі дозволяють оцінити вплив базових факторів на декілька характеристик поділу (рівноважний розмір частинки, в окремих випадках – граничний розмір), але не дозволяють отримати розрахункові вирази для кривих розподілу, побудова яких можлива лише на основу стохастичних моделей процесів класифікації з урахуванням кумулятивного ефекту випадкових впливів середовища на кожен частинку. [60]

Так, установка очистки газу – комплекс будівель, призначений для відведення, транспортування та вловлювання з газопилового потоку, що відводиться від технологічного обладнання, наявних у ньому забруднюючих речовин. ГОУ складається з газоочисних апаратів, допоміжного устаткування, контролюючих приладів і комунікацій. [46]

Правильна технічна експлуатація ГОУ має вирішальне значення уникнення непередбачуваних витрат підприємства за забруднення повітря навколишнього середовища.

Газоочисна установка є невід'ємною частиною технологічного обладнання, що зменшує викиди забруднюючих речовин (далі – ЗР) в атмосферне повітря.

Загалом очищення викидів в атмосферу від шкідливих домішок передбачає два принципово різні процеси:

- **очищення від аерозолів** – видалення твердих і рідких домішок, що містяться у викидах (пилу, диму, крапель туману або бризок);
- **фізико-хімічне очищення** – видалення або нейтралізація окремих газоподібних і пароподібних домішок.

Запилювання здійснюється з метою захисту атмосфери від забруднення пилом, спричиненого викидами підприємств, або для запобігання забрудненню повітря в приміщенні пилом, що міститься в атмосфері. Тому знепилення повітря тісно пов'язане зі станом повітряного басейну в населених пунктах, який, у свою чергу, зазвичай визначається рівнем очищає викидів.

Загалом пиловловлююче обладнання використовуються:

- в системах загальнообмінної вентиляції та кондиціонування повітря для очищення пилу припливного та рециркуляційного повітря;
- в системах місцевої витяжної вентиляції для очищення від пилу вентиляційних викидів;
- в технологічних процесах для очищення від пилу технологічних викидів;
- для відділення пилоподібних матеріалів, що переміщуються пневматичними транспортними системами.

Пиловловлювачі устаткування широко використовуються у всіх галузях промисловості. Характеризується великою різноманітністю як за будовою, так і за принципами дії. Його робота заснована на різних фізичних законах. У деяких випадках для посилення ефекту дії в одному пристрої поєднуються кілька принципів уловлення пилу.

При цьому різноманітність пилоуловлюючих пристроїв можна класифікувати за рядом ознак:

- *за призначенням* – на пиловловлювачі та повітряні фільтри;
- *за основним принципом дії* – на групи;
- *за конструктивними особливостями* – на види;
- *за способом уловлювання пилу* – на апарати сухої та мокрої дії;
- *за ступенем очищення* – на апарати грубого очищення та тонкого знепилювання;
- *за розмірами вловлюваних частинок та ефективністю їхнього вловлювання* – на класи.

За призначенням пристрої для очищення газу (повітря) від пилу поділяються на *пиловловлювачі* та *повітряні фільтри*.

Пиловловлювачі служать для санітарного очищення газів і повітря перед їх викидом в атмосферу та для технологічного очищення з метою вловлювання і повернення у виробництво цінних пилоподібних продуктів або напівфабрикатів.

Повітряні фільтри призначені для очищення припливного повітря, що подається вентиляційними установками у виробництві та громадські будівлі.

Класифікація, що наводиться нижче, стосується тільки пиловловлювачів.

За основним принципом дії пиловловлювачі можуть бути віднесені до таких груп:

- *гравітаційні пиловловлювачі* – у пристроях даного типу пил, який міститься в повітрі, що очищається, осаджується під дією сили тяжіння. В цю групу входять пило осадкові камери різних конструкцій;
- *інерційні пиловловлювачі* – у пристроях даної групи для осадження пилу в основному використовуються сили інерції, в тому числі відцентровані сили, які виникають при поступальному чи обертовому русі потоку запиленого повітря або при обертанні частин апарата. До інерційних пиловловлювачів відносяться *жалюзійні пиловловлювачі, циклони, батарейні циклони, а також скрубери, ротоклони*;

- *пористі пиловловлювачі* – для цієї групи обладнання характерною ознакою є наявність шару фільтруючого матеріалу (насадки). Очищення полягає в затриманні завислих частинок у численних порах та розгалуження при проходженні запиленого повітря через насадку (ефект зачеплення). В деяких конструкціях для підвищення ефекту пило затримання фільтруючий шар змочують рідинами (водою, маслом). До цієї групи відноситься фільтри, які за конструкцією можуть бути рукавними, волокнистими, кишеньковими та зернистими, а за способом регенерації насадки – зі зворотною продувкою, з механічним струшуванням та з регенерацією ультразвуком;

- *поглинаючі пиловловлювачі* – в цих пристроях пил змочується і поглинається водою, водяною піною або піною інших рідин. До цієї групи відноситься барботери, пінні пиловловлювачі;

- *електричні пиловловлювачі* – принцип очищення в них полягає в тому, що пилові частинки, проходячи через електростатичне поле, отримують електричний заряд і потім осаджується на протилежно заряджених електродах електрофільтрів;

- *конденсаційні пиловловлювачі* – в них завислі частинки відділяються від газу при збільшенні їхньої маси внаслідок конденсації на їх поверхні водяної пари під дією дифузіїфореу;

- *акустичні пиловловлювачі* – у пристроях, працюють за даним принципом, створюється потужне ультразвукове поле, при проходженні через яке пилові частинки коагулюють (укрупнюються). В результаті цього значно підвищується ефективність їх уловлювання на наступному ступені очищення.

В практиці вловлювання аерозольних частинок знаходять застосування й інші методи очищення: *термофорез, фотофорез, дія магнітного поля, біологічне очищення* тощо.

Слід зазначити, що наведена класифікація далеко не є вичерпною. Як відзначалось, пиловловлюючі пристрої працюють з використанням багатьох принципів осадження пилу.

В цілому система очищення повітря і газів може містити обладнання кількох типів, що з'єднується в послідовний ланцюжок з поступовим підвищенням ефективності пиловловлювання. Пиловловлююче обладнання, в якому відділення пилу від повітряного потоку здійснюється послідовно в декілька ступенів, які відрізняються за принципом своєї дії, відносять до комбінованого пиловловлюючого обладнання.

Виходячи з принципів та особливостей процесу відділення твердих частинок від газової фази (за **способом уловлювання пилу**), пиловловлювачі поділяють на *сухі (пило осадові камери, циклони, вихрові циклони, жалюзійні та ротаційні пиловловлювачі, фільтри, електрофільтри)* та *мокрі*. В обладнанні для вловлювання пилу *сухим способом* відділення завислих частинок відбувається під дією зовнішніх сил та при фільтрації без контакту з рідиною, натомість за *мокрого способу (скрубери і барбатори або газопромивачі)* очищення – шляхом тісної взаємодії між рідиною і запиленним газом на поверхні газових бульбашок, крапель або рідинної плівки.

Мокрий спосіб пиловловлювання більш ефективний, але він може бути застосований лише для очищення від пилу, що не змінюється під дією вологи, тобто не гідратується.

Залежно від розмірів вловлюваних частинок та ефективності вловлювання апарати очищення поділені на п'ять класів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – *Класифікація пиловловлювачів за розмірами вловлюваних частинок та ефективністю їхнього вловлення*

Клас апарата	Розмір ефективно вловлюваних частинок, мкм	Ефективність за масою вловлювання пилу при групі дисперсності пилу				
		I	II	III	IV	V
I	більше 0,3–0,5	-	-	-	99,9–80	<80
II	більше 2	-	-	99,9–92	92–45	-
III	більше 4	-	99,9–99	99–80	-	-
IV	більше 8	>99,9	99–95	-	-	-
V	більше 20	>99	-	-	-	-

1.8. Установки очистки газу в металургії

Металургійна промисловість є одним із найскладніших видів виробництва, під час якого викидається велика кількість забруднюючих речовин. Велика кількість підготовчих робіт, наявність численних транспортних шляхів доставки палива, зберігання матеріалів, багатостадійність технологій і використання високої температури в процесах плавлення металу сприяють утворенню численних викидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище. [45]

Очищення газу в металургії є обов'язковою умовою захисту здоров'я людини та навколишнього середовища, встановленою на законодавчому рівні, а це дотримання норм гранично-допустимої концентрації різноманітних шкідливих речовин, необхідність вжиття заходів щодо скорочення або зменшення викидів в атмосферу тощо.

Для очищення викидів забруднюючих речовин, що утворюються при виробництві різних металів, використовуються два типи установок: сухий і мокрий.

Газоочистка печей має свої нюанси, пов'язані з високими температурами і наявністю в повітряному потоці твердих домішок і шкідливих газів. Тому для очищення атмосферних викидів безпосередньо з плавильних установок використовуються мокрі установки очищення.

Апарати мокрого очищення газів використовуються для одночасного вирішення цілого комплексу задач, а саме:

- пиловловлювання;
- абсорбції;
- охолодження газів.

Конденсація пари рідин, що містяться в газах, при їх охолодженні сприяє підвищенню ефективності мокрих пиловловлювачів. Як зрошувальна рідина в них найчастіше використовується звичайна вода або вода з домішками для абсорбції. Звичай задля економії рідини застосовують замкнену систему зрошення.

Мокрі пиловловлювачі, мають ряд переваг і недоліків в порівнянні з іншими типами пристроїв.

До основних *переваг* можна віднести:

- низька вартість і більш висока ефективність вловлення частинок;
- можливість використання для очищення газу від частинок розміром до 0,1 мкм;
- можливість газоочистки при високій температурі і високій вологості, а також різної небезпеки займання і вибуху газів, що очищаються, і пилу, що відділяється;
- можливість разом з пилом вловлювати пароподібні та газоподібні компоненти.

До *недоліків* можна віднести:

- виділення уловленого пилу у вигляді осаду, пов'язаного з необхідністю очищення стічних вод;
- можливість потрапляння крапель рідини та осідання їх із пилом в газоходах і димососах;
- при очищенні агресивних газів – необхідність захищати апаратуру та комунікації антикорозійними засобами.

За способом дії мокрі апарати поділяються на:

- *порожнисті газопромивачі*;
- *насадкові газопромивачі*;
- *барботажні і пінні апарати*;
- *мокрі апарати ударно-інерційної дії*;
- *мокрі апарати відцентрованої дії*;
- *механічні скрубери (динамічні газопромивачі)*;
- *швидкісні газопромивачі*.

Порожнисті газопромивачі. В апаратах цього типу газу пропускають через завісу розпиленої рідини. При цьому частинки пилу захоплюються краплями рідини й осаджуються, а очищені газу видаляються з апарату.

Найпростішим порожнистим газопромивачем є зрошувальний газохід (рис. 1.1.), в якому ряд форсунок створює на шляху газу водяну завісу.

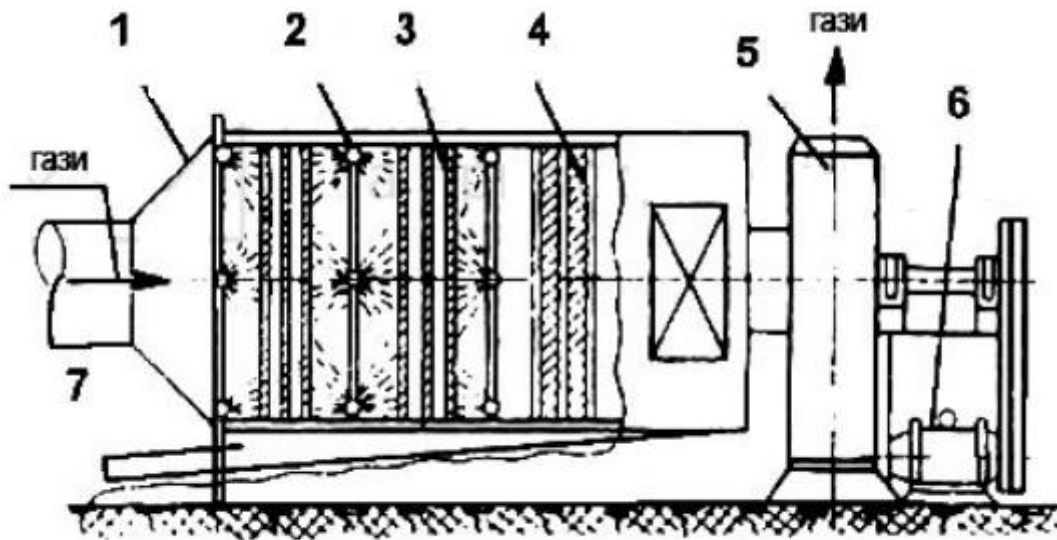


Рис. 1.1. Зрошувальний пристрій (1 – камера, 2 – форсунки, 3 – перфоровані перегородки, 4 – бризковловлювач, 5 – вентилятор, 6 – електродвигун, 7 – шламова труба)

Для зменшення віднесення води (бризок) швидкість у газоході не повинна перевищувати 3 м/с. Витрату води приймають зазвичай рівною 0,1 – 0,3 г/м³.

Для вищих швидкостей газу використовуються промивні камери (металеві, бетонні або цегляні). Усередині камери у декілька рядів розташовуються розпилувальні форсунки, створюючи водяні завіси на шляху газу. Для підвищення ефективності газоочистки в камеру встановлюють відбиваючі пластини, перфоровані листи і сітки. Камери використовуються для видалення пилу та зволоження повітря у вентиляційних установках кондиціонування.

Насадкові скрубери (рис. 1.2.) – це колони, що заповнені насадками (у вигляді кілець Рашига на інших форм), які насипають на опорну решітку. На практиці застосовують два типи апаратів: газопромивачі у вигляді проти поточкових колон та насадкові скрубери з поперечним зрошенням.

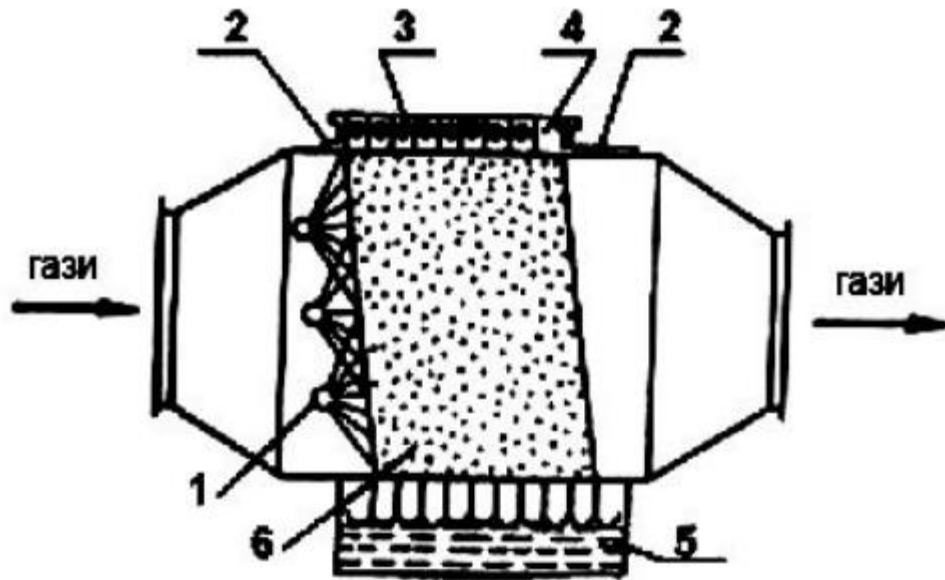


Рис. 1.2. Насадковий скрубер із поперечним зрошенням (1 – форсунки, 2 – опорні решітки, 3 – зрошувальний пристрій, 4 – незрошуваний шар насадки (бризковловлювач), 5 – шламозбірник, 6 – насадок)

Їх доцільно застосовувати тоді, коли пил є добре змочуваним, розчинним у воді, або процес уловлювання пилу супроводжується охолодженням чи абсорбцією. Витрата рідини, приміром, у скрубєрі з поперечним зрошенням становить $0,15 - 0,5 \text{ л/м}^3$, а дефективність уловлювання частинок розміром більше 2 мкм перевищує 90% .

В барботажних апаратах (барботерах) (рис. 1.3.) газ проходить крізь шар рідини у вигляді пухирців, на поверхні яких відбувається осадження частинок. При цьому швидкість підйому пухирців повітря має бути не на багато більшою, ніж швидкість вільного спливання (близько $0,35 \text{ м/с}$). ефективність очищення від частинок крупністю більше 5 мкм є достатньо високою. Недоліком цих апаратів є їх невисока продуктивність.

Пінний спосіб очищення реалізується за допомогою **пінних апаратів** з вільним зливом води (переливна тарілка) або з підпором (провальна тарілка). На сьогодні апарати з провальними тарілками витіснили переливні апарати.

Розмір отворів у тарілках становить $3 - 8 \text{ мм}$.

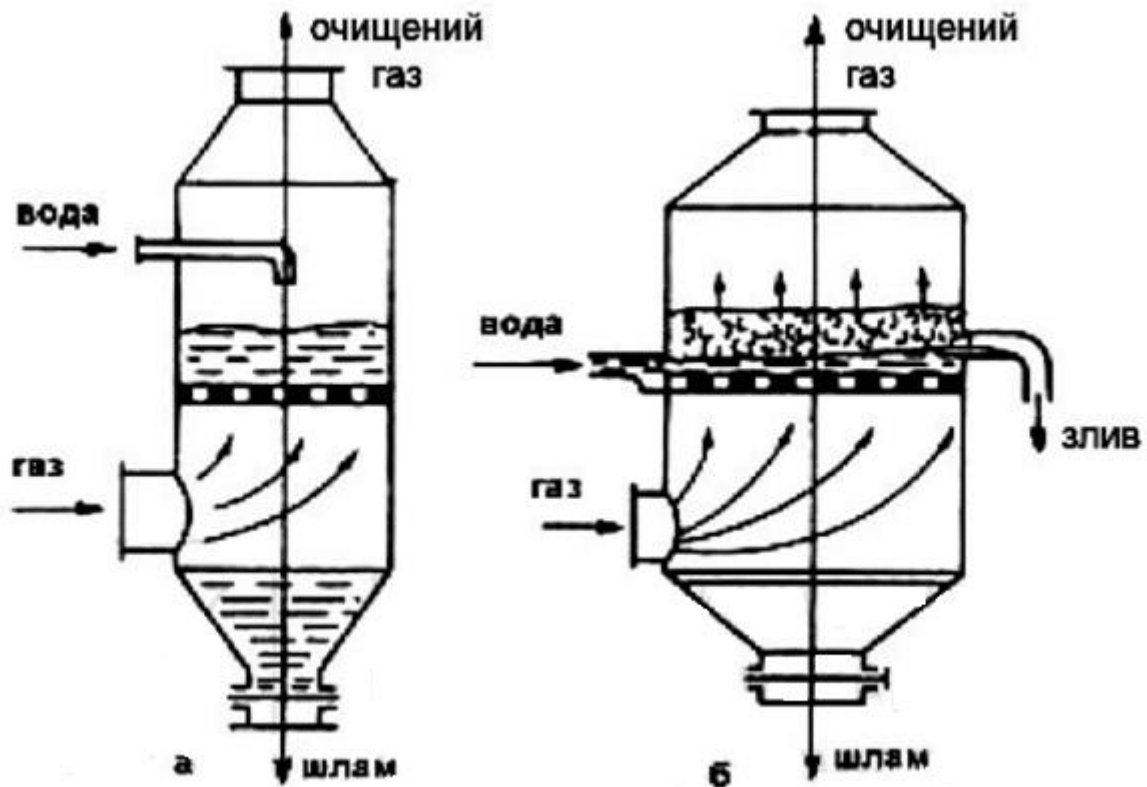


Рис. 1.3. Барботажно-пінний пиловловлювач з провальною (а) та з переливною (б) решітками

Апарати з провальними пластинами можуть працювати в трьох режимах в залежності від швидкості газу:

- барботажному, при якому бульбашки газу з невеликою швидкістю відскакують через шар рідини на пластині;
- пінному, при якому внаслідок збільшення швидкості газу рідина на тарілці переходить у стан турбулентної піни;
- хвильовому, що характеризується утворенням газових струменів, коливанням шару рідини на пластині (тарілці), значним підвищенням гідравлічного опору та інтенсивним внесенням бризок.

Найбільший інтерес для процесу знепилення представляє пінний режим, який забезпечує найкращі умови для потрапляння частинок пилу на постійно оновлювані високотурбулентні поверхні (плівки) рідини.

Робота у хвильовому режимі можлива при значній щільності зрошення та за наявності ефективного крапле вловлювача, вбудованого безпосередньо в апарат або встановленого на вході газів з апарата. Подібне рішення особливо

доцільне тоді, коли в тарілчастому апараті здійснюється підготовка газів (попереднє очищення й охолодження), і одразу за ним встановлюється мокрий апарат тонкого очищення газів (наприклад, скруббер Вентурі, мокрий електрофільтр або самоочишуваний волокнистий фільтр).

Виділяють такі стадії процесу вловлювання пилу в пінних апаратах:

- інерційне осадження частинок пилу у просторі під решіткою;
- перша стадія вловлювання частинок пилу в пінному шарі (механізм удару);
- друга стадія вловлювання частинок пилу в пінному шарі (інерційно-турбулентне осадження частинок на поверхні піни).

Ефективність вловлювання пилу у просторі під решіткою значна (більше 50%) при вловлюванні пилу з розміром частинок більше 10 мкм. Переважаючим у роботі пінних апаратів набагато більша, ніж ефективність інших процесів.

Газопромивачі ударно-інерційної дії (рис. 1.4.). В цих апаратах контакт газів з рідиною здійснюється за рахунок удару газового потоку об поверхню рідини з наступним пропусканням газо-рідинної суміші через отвори різної конфігурації або безпосереднім відведенням газорідинної суміші в сепаратор рідкої фази. В результаті такої взаємодії утворюються краплі діаметром 300 – 400 мкм.

Найбільш простим за конструкцією є пиловловлювач ударно-інерційної дії. Газ із великою швидкістю входить у колону. При повороті на 180° відбувається інерційне осадження частинок пилу на краплях рідини. Основа процесу осадження – механізм удару. Є й інші конструкції апаратів даного типу (приміром, скруббер Дойля).

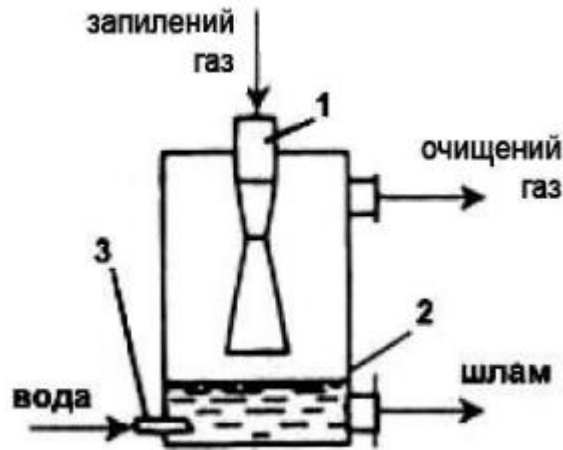


Рис. 1.4. Пиловловлювач ударно-інерційної дії

Газопромивачі відцентрованої дії. Найбільш поширені відцентрові скрубери, які за конструкцією можна розділити на два види:

- пристрої, в яких закручування газового потоку здійснюється за допомогою пристрою закручування центральної лопаті;
- апарати з бічним тангенціальним або спіральним підведенням газу; їх зрошують через форсунки, встановлені в центральній частині пристрою, причому рідина, що стікає по внутрішній поверхні стінки пристрою, утворює плівку.

Більшість вітчизняних відцентрових скруберів мають тангенціальне підведення газів та плівкове зрошення.

При вмісті пилу понад 2 г/м^3 перед очищенням у циклоні з водяною плівкою рекомендується попереднє очищення газів в апараті іншого типу. Для вловлювання пилу, що змочується (за винятком волокнистого і цементуючого), при початковій концентрації до 5 г/м^3 застосовують швидкісні промивачі.

Швидкісні газопромивачі (скрубери Вентурі (рис. 1.5.)) – найбільш ефективні з апаратів мокрого очищення газів. У зв'язку з безперервно зростаючими вимогами до глибини очищення газоповітряних викидів промислових підприємств скрубери Вентурі поступово стають домінуючим видом мокрих пиловловлювачів.

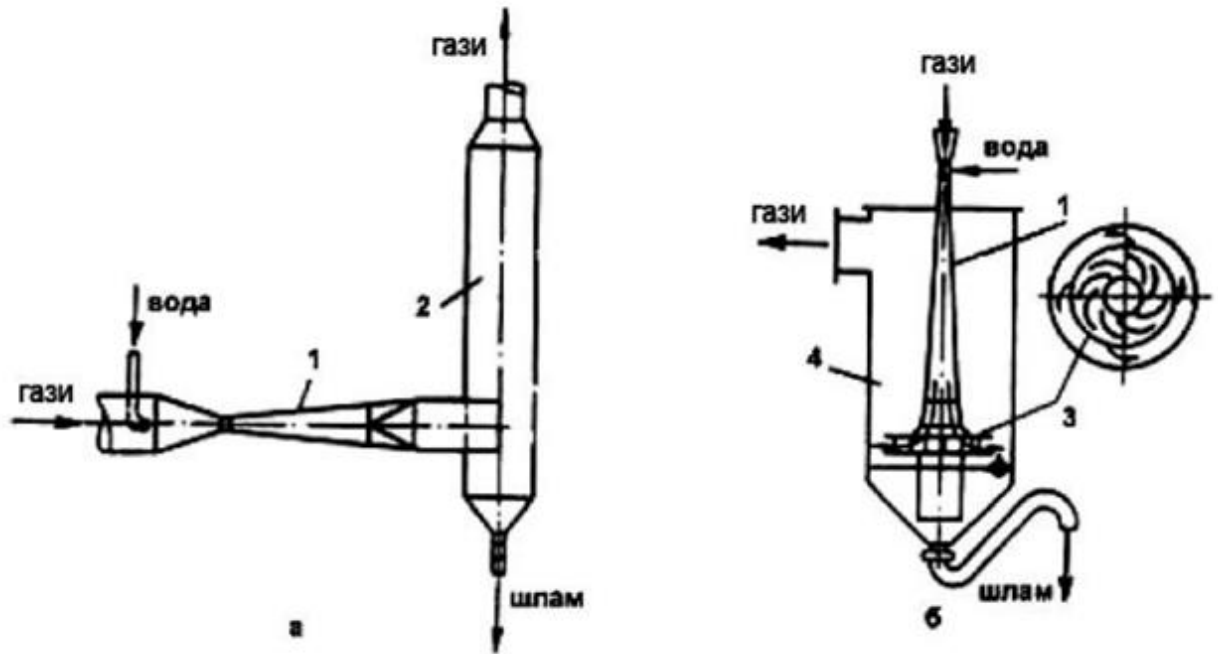


Рис. 1.5. Скрубери Вентурі: а – з виносним крапле вловлювачем, б – із вбудованим краплевловлювачем (1 – труба Вентурі, 2 – циклон-краплевловлювач, 3 – розетковий пристрій, 4 – краплеосаджувальна камера)

Скрубер Вентурі являє собою трубу Вентурі, в яку підводиться зрошуюча рідина, та встановлений за нею крапле вловлювач. Обидва основні елементи скрубера можуть монтуватись як роздільно, так і в одному корпусі.

Принцип дії скрубера Вентурі ґрунтується на інтенсивному дробленні газовим потоком, що рухається зі швидкістю 40 – 150 м/с, рідини, яка його зрошує, та на осадженні пилових частинок на утворюваних краплинах рідини.

За конфігурацією поперечного перерізу горловини скрубери Вентурі поділяються на круглі та щілинні. Для малих витрат газів застосовують головним чином круглі скрубери, для великих – щілинні, оскільки при діаметрі горловини більше 0,25 – 0,35 м круглі скрубери не забезпечують рівномірного розподілу щільності зрошення в поперечному перерізі горловини.

При великих витратах газів на очищення застосовують групові компоновки кількох труб Вентурі з невеликим круглим перерізом, або так звані батарейні скрубери Вентурі, іноді скрубери Вентурі з попереднім

дробленням зрошувальної рідини та ежектроні скрубери Вентурі зі швидкістю витоку рідини у форсунці 15 – 30 м/с.

Туманоуловлювачі (рис. 1.6.). Для очищення повітря від туману кислот, лугів та інших рідин застосовують волокнисті фільтри, принцип дії яких ґрунтується на осадженні крапель на поверхні волокон і пор з наступним стіканням рідини під дією сил тяжіння.

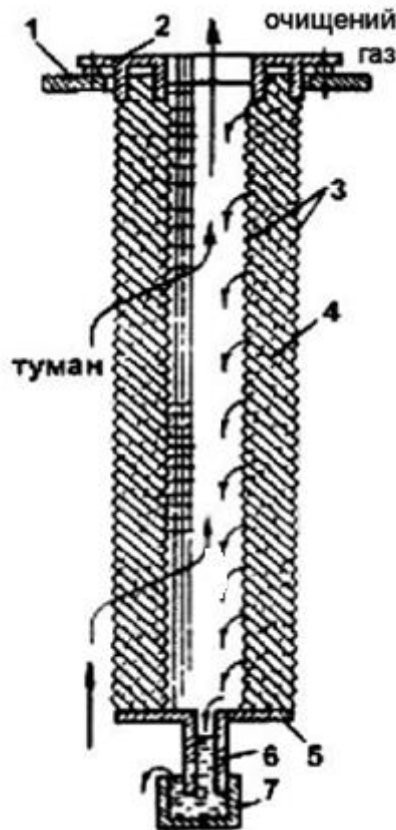


Рис. 1.6. Фільтруючий елемент низько швидкісного тумановловлювача (1 – корпус, 2 – фланець, 3 – між циліндричний простір, 4 – волокнистий фільтроелемент, 5 – нижній фланець, 6 – гідро затвор, 7 – стакан)

Туманоуловлювачі поділяють на *низькошвидкісні* ($v_f \leq 0,15$ м/с), в яких переважає механізм дифузійного осадження крапель, та *високошвидкісні* ($v_f = 2 - 2,5$ м/с), де осадження відбувається головним чином під дією інерційних сил.

Волокнисті низько швидкісні тумановловлювачі забезпечують дуже високу ефективність очищення газу від частинок розміром менше 3 мкм (до 99,9%) і повністю вловлюють частинки більшого розміру. Волокнисті шари формують набивкою скловолокна діаметром від 7 до 30 мкм або полімерних

волокон (лавсану, полівінілхлориду, поліпропілену) діаметром від 12 до 40 мкм. Гідравлічний опір сухих фільтроелементів дорівнює 200 – 1000 Па, а в режимі очищення без утворення твердого осаду – 1200 – 2500 Па.

Самим розповсюдженим промисловими установками **сухого типу** (осадження частинок під дією або сил тяжіння, або сил інерції, або і тих, і інших) являються циклони різної конструкції, рукавні фільтри і електрофільтри. Циклони відрізняються середньою ступеню очистки, універсальністю, відсутністю руху частин і агрегатів, довгим терміном використання. Простота конструкції, невисокі початкові і експлуатаційні витрати зробили циклонні очистки дуже популярними для застосування в металургійній промисловості.

Так, **гравітаційні пиловловлювачі** (пило осадові камери, полицеві камери Говарда) відносяться до апаратів сухого механічного вловлювання пилу, в яких застосований гравітаційний метод осаження. Ці апарати відрізняються простотою виготовлення та експлуатації, їх також достатньо широко використовують у промисловості. Водночас ефективність вловлювання пилу в них не завжди є достатньою, через що вони зазвичай виконують роль апаратів попереднього очищення газів.

В **інерційних пиловловлювачах** при різкій зміні напрямку руху газового потоку частинку пилу під дією інерційної сили продовжують рухатися в попередньому напрямку і після повороту потоку газів випадають у бункер.

Відцентровані інерційні пиловловлювачі – циклонні апарати або циклони найбільш поширені у промисловості. Основними перевагами цих апаратів є:

- відсутність в апараті рухомих частин;
- надійність роботи при температурах газів аж до 500°C (для роботи за більш високих температур циклони виготовляють зі спеціальних матеріалів);
- можливість вловлювання абразивних частинок у разі захисту внутрішніх поверхонь циклонів спеціальним покриттям;

- вловлювання пилу в сухому вигляді;
- майже постійний гідравлічний опір апарата;
- успішна робота при високих тисків газів;
- простота виготовлення;
- збереження високої фракційної ефективності очищення при збільшенні запиленості газів.

Серед основних недоліків циклонів слід назвати такі:

- високий гідравлічний опір – 1250 – 1500 Па;
- погане вловлювання частинок з розмірами менше 5 мкм;
- неможливість їхнього використання для очищення газів від забруднень, що злипаються.

У промисловості прийнято поділяти циклони на *високоєфективні* та *високопродуктивні*. Перші ефективніші, але потребують значних затрат на здійснення процесу очищення, циклони другого типу мають невеликий гідравлічний опір, але гірше вловлюють дрібні частинки пилу.

Для очищення великої кількості газу використовується групове компонування апаратів – так звані групові циклони. Це дозволяє не збільшувати діаметр циклону, що позитивно позначається на ефективності очищення.

Іноді значну кількість малих циклонів (*мультициклонів*) поєднують у групу – *батарейні циклони*. Вони використовуються для очищення великих витрат газів. Проте, через перетікання газів між елементами циклонів, ефективність очищення в батарейних циклонах нижча, ніж у поодиноких.

Ротаційні пиловловлювачі відносяться до апаратів відцентрованої дії, які разом із переміщенням повітря очищають його від фракцій пилу розміром більше 5 мкм. Вони характеризуються значною компактністю, оскільки вентилятор та пиловловлювач зазвичай суміщені в одному апараті. [2]

РОЗДІЛ 2

ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

2.1. Фізико-географічна характеристика району дослідження

Територія об'єкту ТОВ «Побузький феронікелевий комбінат» розташована в Кіровоградській області Голованівському районі селищі міського типу Побузьке.

Селище Побузьке розташоване на південь за 28 км від районного центру (Голованівський) і за 3 км від залізничної станції Нікель-Побузький. Назване від близькості з річкою Південний Буг (4 км).

Особливості рельєфу

Район лежить у межах південних відрогів Придніпровської височини. Поверхня – підвищена пологохвиляста лесова рівнина, дуже розчленована долина річок, ярами та балками. Перевищення висот – до 180 м. Загальний похил території – на південний схід. Максимальні висоти в північних і центральних частинах району. Абсолютні відмітки досягають у межах плато 200 м. Найвища точка (209 м) лежить між Одаєю і Свірневим. У долинах річок і балок висота над рівнем моря становить 90 м. Тут виходять на поверхню кристалічні породи, які місцями утворюють скельні береги.

Характеристика клімату

Клімат району помірно континентальний, з довготривалим жарким літом і короткою м'якою малосніжною зимою.

Середня температура січня $-5,5^{\circ}\text{C}$, липня $+20^{\circ}\text{C}$. період з температурою понад $+4^{\circ}\text{C}$ становить близько 170 днів. Середня річна температура, що простежувалась за останній період дорівнює $+8^{\circ}\text{C}$.

Середньорічна кількість опадів 478 мм на рік, найбільше їх випадає в теплий період року. Розподіл опадів за сезонами є несприятливим: навесні у період вегетації рослин опадів випадає мало, максимальна кількість випадає з травня до серпня, але через їх зливовий характер, а також через підвищення температури повітря і посилене випаровування їх недостатньо для підтримки вологи в ґрунті.

Відносна вологість повітря для найтеплішого місяця 55%, для найхолоднішого 85%. Середньорічна вологість повітря досягає 67%.

Параметри характеристики клімату:

- коефіцієнт, який залежить від стратифікації атмосфери, $A = 200$;
- коефіцієнт рельєфу місцевості – 1;
- середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця року, $T = +28,0^{\circ}\text{C}$;
- середня температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяця року (для котельних, які працюють за опалювальним графіком), $T = -5,7^{\circ}\text{C}$;
- середньорічна роза вітрів, % ($P_n = 10,9$; $P_{nC} = 10,5$; $C = 12,7$; $P_{dC} = 14,6$; $P_d = 10,6$; $P_{d3} = 6,7$; $3 = 13,5$; $P_{n3} = 20,5$);
- швидкість вітру (за середніми багаторічними даними), повторення перевищення якої складає 5%, $U^* = -8,0$ м/с. Характеристика основних елементів клімату за даними спостережень метеостанції Гайворон наведено в додатку А.

Екологічний стан території

Екологічна ситуація на території району за останні роки в основному залишається стабільною, аварійних ситуацій чи катастроф, які б зумовили значні обсяги чи неконтрольоване забруднення навколишнього середовища на території району не було.

Основними забруднювачами атмосферного повітря в районі є ТОВ «Побужський феронікелевий комбінат», ДП «Межирічківський вітамінний завод» та ТОВ «Відродження».

Використання водних ресурсів здійснюється в районі системою річок, ставків та водосховищ. Всього на території району протікає 15 малих річок, сумарна протяжність яких складає 486 км.

Джерелами забруднення стоків, що скидаються в водні об'єкти являються перевантажені з низькою ефективністю очистки, очисні споруди Голованівського комбінату комунальних підприємств, Голованівської центральної районної лікарні. Відомості щодо стану забруднення атмосферного повітря наведено в таблиці додатку Б.

Величини фонових концентрацій забруднювальних речовин наведено в додатку В.

2.2. Виробнича структура підприємства

ТОВ «Побужський феронікелевий комбінат» спеціалізується на виробництві інших кольорових металів.

Виробництво інших кольорових металів здійснюється на власному обладнанні та має основне і допоміжне виробництво.

Структура основного виробництва:

- обпалювальний цех (підготовка шихти, що складається з наступних етапів: усереднення руди на відкритому складі сировини; сушка привозної руди; крупне дроблення руди, подача вапняку та відновника матеріалів; середнє дроблення шихтових матеріалів; підготовка шихти для виробництва огарку);

- дільниця підготовки пиловугільного палива (виготовлення пиловугільного палива, що полягає у помолу і сушки вугілля);

- металургійний цех (технологічний процес виробництва феронікелю, що включає: виробництво чорного феронікелю; рафінування чорного феронікелю; магнітна сепарація конвертерних шлаків, розфасовування в м'які контейнери «біг-бег»).

Структура допоміжного виробництва:

- обпалювальний цех (механічна обробка металевих деталей, приготування вогнетривких бетонів при виконанні робіт з ремонту футерування основного обладнання);

- металургійний цех (зварювання металу, газова різка металу, зарядка кислотних акумуляторних батарей, зберігання мастильних матеріалів, механічна обробка деревини, ремонт взуття, приготування їжі);

- гірничо-транспортний цех (механічна обробка металевих деталей, зарядка кислотних акумуляторних батарей, зварювання металу, газова різка металу, відновлення гумотехнічних виробів, робота ДВЗ (прогрів, заїзд, виїзд));

- залізничний цех (механічна обробка металевих деталей, зварювання металу, зарядка кислотних акумуляторних батарей, газова різка металу, зберігання мастильних матеріалів, сушка піску, прання спецодягу, робота ДВЗ (заїзд, виїзд, налив, зберігання палива в паливні баки));
- киснево-компресорна станція (зварювання металу, механічна обробка металевих деталей, проведення хіманалізів, зберігання та налив мастила);
- ремонтний цех (механічна обробка металевих деталей, зварювання металу, нагрів металу, газова та плазмова різка металу, нанесення та сушка лакофарбового покриття);
- РОМтаЕУ (тестування газорізального устаткування, механічна обробка металевих деталей);
- ремонтно-будівельна діляниця (механічна обробка деревини, виготовлення дерев'яних виробів, механічна обробка металевих деталей, виготовлення бетонних виробів, робота ДВЗ (прогрів, заїзд, виїзд));
- центральна заводська лабораторія (проведення лабораторних досліджень);
- котельня (вироблення теплової енергії для обігріву приміщень, хімводопідготовка, механічна обробка металевих деталей);
- склад паливо-мастильних матеріалів (злив-налив, зберігання, заправка автотранспорту);
- склад пропан-бутану (злив-налив, перевірка запобіжних клапанів, природні втрати, наповнення балонів);
- діляниця електропостачання (зарядка кислотних акумуляторних батарей);
- насосні станції оборотної води (водопідготовка);
- фільтрувальна станція (підготовка питної води);
- гараж-розморожувач вагонів (вироблення теплової енергії для розморожування замерзлої руди, в холодний період);
- блок складів (склад інертного матеріалу, зарядка кислотних акумуляторних батарей);

- лінія переробки відвального шлаку (переробка шлаку відвального феронікелевого шляхом механічного подрібнення та сортування);
- контрольно-вимірювальні прилади і автоматизація (промивка контактів);
- їдальні (приготування їжі);
- пожежний пост (робота ДВЗ (прогрів, заїзд, виїзд));
- стоянки автомобілів (прогрів, заїзд, виїзд)

Основною сировиною, що використовується є руда – 1800000 т/рік, вугілля – 185000 т/рік, вапняк – 20000 т/рік, доломіт – 500 т/рік.

Готовими продуктами відповідно до переліку готової продукції ТОВ «Побужський феронікелевий комбінат» є:

1. Феронікель марки ФН-20Р, згідно ТУ У 27.3-31076956-010:2011 – 75997,9 т/рік.

Таблиця 2.1. – Основні параметри та розміри феронікелю

Марка	габаритні розміри, не більше, мм			Маса кг, не більше
	ширина	довжина	висота	
ФН-20Р	250	600	100	50

Розміри феронікелю в гранулах повинні бути від 2 мм до 50 мм. Дозволяється кількість гранул феронікелю розміром менше 2 мм і більше 50 мм – до 10% від маси партії.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад феронікелю марки ФН-20Р повинен відповідати показникам

Найменування елементів	Масова доля, %
Нікель	15 – 25
Кобальт	співвідношення Со до Ні не більше 1:30
Кремній	не більше 0,3
Вуглець	не більше 0,3
Хром	не більше 0,3
Сірка	не більше 0,08
Фосфор	не більше 0,025
Мідь	не більше 0,3
Залізо	останнє
Алюміній	не більше 0,1%
Сума алюмінію, марганцю, титану	не більше 1%
Шлакові вclusions	не більше 1% від маси плавки (партії) феронікеля

Допоміжним продуктом на виробництві є:

- пиловугільне паливо – 169800 т/рік;
- шлак електропічний феронікелевого виробництва відвальний і гранульований, згідно ТУ У 27.1-31076956-004:2006: фракція > 70 мм (10240 т/рік) та 40 – 70 мм (36864 т/рік), фракція 20 – 40 мм (40960 т/рік), фракція 0 – 20 мм (14336 т/рік).

Таблиця 2.3. – *Технічні вимоги шлаку електропічного відвального і гранульованого*

Найменування показника	Норма
Масова доля, SiO ₂ , %	50 – 58
Масова доля, FeO, %	7 – 12
Масова доля, MgO, %	22 – 32
Масова доля, CaO, %	1,2 – 2,0
Масова доля, Ni, %	0,05 – 0,2
Масова доля, Cr ₂ O ₃ , %	1,0 – 2,0
Марка шлаку по подрібнюваністю, др.	не менше 15
Розмір кусків шлаку відвального, мм	10 – 150
Розмір кусків шлаку гранульованого, мм	0,4 – 5,0
Масова доля вологи шлаку електропічного гранульованого, %	не більше 10
Щільність, г/см ³	3,011
Насипна щільність, г/см ³	не менше 1,585
Температура розм'якшення, °C	1100 – 1150
Пористість, %	10,5 – 11,7
Наявність сторонніх домішок	не допускається

В процесі вироблення продукції утворюються:

- теплова енергія – 1264872,571 Гкал/рік
- руднотермічний газ – 44240,816 т/рік (30240000 м.куб.);
- відходи деревини – 21 т/рік;
- пролиті нафтопродукти – 0,54 т/рік (0,6 м.куб./рік);
- шлак – 255185 т/рік;
- аспіраційний пил та сміття – 222004,551 т/рік;
- шлак паливний – 6000 т/рік;
- продукт вторинної переробки нікелевих руд – 1140 т/рік;
- хвости магнітної сепарації шлаку – 1105 т/рік;
- стара цегла – 198 т/рік;

- шамот вогнетрива, боксит та футеровка кислого КВК– 40,0 т/рік;
- залізовмісні брикети – 3500 т/рік.

2.3. Характеристика технології основного виробництва

Процес виробництва феронікелю за технологією RKEF (RotaryKiln → ElectricFurnace - ТОП → РТП) відноситься до пірометалургійних процесів, що протікають при високих температурах.

Технологічна сировина поставляється на ТОВ «ПФК» тільки в універсальних напіввагонах з люками і торцевими дверима, вантажністю близько 69т.

Підготовка шихти для виробництва огарку. У відділенні шихтарника обпалювального цеху виконується підготовка шихти для одержання огарку в трубчастих обертових печах (далі – ТОП).Зважування, дозування та транспортування матеріалів, що подаються в шихту, здійснюється у відділенні шихтарника за допомогою конвеєрів, стрічкових ваговимірювачів, дискових живильників, шихтових транспортерів і пневмотранспорту.

Технологічний процес виробництва огарку. Підготовлена шихта піддається випалу в ТОП. Довжина кожної печі становить 70 м, внутрішній діаметр – 4,5 м, з кутом нахилу в 3°, потужність двигуна головного приводу – 250 кВт, допоміжного приводу – 17 кВт та продуктивністю шихти 55 вміт/годину.

Обпал в трубчастій обертовій печі, за характером процесів, що відбуваються, умовно ділиться на три зони: зона сушіння (завантажування кінця печі, нагрів шихти до 100°C з видаленням вільної вологи – гігроскопічної), зона підігріву (нагрів шихти від 100 до 600°C з частковим видаленням кристалізаційної вологи, що входить до складу мінеральних сполук – при відносно низьких температурах видаляється вода, потім при більш високих температурах видаляється зв'язана вода з силікатів оксиду магнію. Видалення води з кристалічних структур закінчується, як тільки температура руди досягає 700 – 800°C, зона обпалу і частково відновлення

(нагрів шихти до 800 – 950°C), при цьому відбувається розкладання і часткове відновлення окислів нікелю та заліза, а також видалення більшої частини кристалізаційної вологи – втрати при прожарюванні).

Металургійний цех (технологічний процес виробництва феронікелю)

Технологічний процес виробництва феронікелю включає:

- виробництво чорного феронікелю;
- рафінування чорного феронікелю;
- магнітна сепарація конвертерних шлаків.

Виробництво чорного феронікелю. Виробництво чорного феронікелю здійснюється в металургійному цеху в двох електричних руднотермічних печах «РПЗ-40ОЦ-И1» (далі – РТП), що призначені для плавлення огарка з окисленої нікелевої руди, та отримання продуктів плавлення шлаку та металу.

Безперервні самоспікаючі електроди марки «С» руднотермічних печей слугують для підведення електричної енергії в робочий (плавильний) простір печі в необхідній кількості, обумовленому графіком роботи, паспортом печі і трансформатора. Електроди до промплощадки надходять в залізничних піввагонах, до цеху надходять за допомогою навантажувача або думпкарами у вигляді брикетів без пакування, навалом та вивантажується на спеціальних відведених майданчиках з бетонною підлогою.

Сировиною, що переробляється в РТП для отримання феронікелю, є гарячий огарок з температурою 780 – 950 °С, отримується у ТОП шляхом обпалу шихти, що складається з суміші руди, відновника, оборотних продуктів виробництва (пилу, шлаків, магнітного концентрату) і при необхідності флюсу (вапняку).

Управління завантаженням огарку в плавильний простір печі здійснюється за допомогою дискових затворів. Огарок з приймальних бункерів електропечей по трубопроводах з «розриванням» порціями, які не перевищують за масою 700 – 1000 т, подають в плавильний простір печі. Завантажений огарок піддають в печі нагріванню за рахунок тепла від електроенергії, яка вводиться, і дії відновлюючих газів, які містять до 75% CO.

Все це сприяє інтенсивному розвитку відновних реакцій, в першу чергу – відновленню оксидів металів (*Ni, Co, Fe, Cr, Cu, Si*).

При електроплавці в печі утворюється сплав металу – феронікель. Окисли порожньої породи і невідновлені окисли металів утворюють електропічний шлак.

Транспортування ковшу з рідким чорновим феронікелем і злив в конвертер здійснюють мостовим електричним краном. Шлак із печі видається через шлакові шпури, випускається з жолоба та охолоджується водою (процес грануляції розплаву шлаку) в приймальному басейні, далі гранульований шлак грейферним краном вивантажується в автомобільний транспорт та вивозиться на шлаковий відвал.

Рафінування чорного феронікелю. Рафінування чорного феронікелю проводиться у чотирьох вертикальних кисневих конвертерах з верхнім кисневим дуттям типу («кисла» і «основна» стадія рафінування).

Для транспортування чорного феронікелю від електропечі до «кислого» конвертера, від «кислого» конвертера до «основного» і далі на розливання застосовуються ковші для металу, що вміщують до 36 тон феронікелю.

Транспортування металовозних ковшів і шлакових чаш, а також інших вантажів в головному прольоті металургійного цеху здійснюється двома мостовими кранами вантажопідйомністю 75/15 т.

Лінія з переробки шлаку відвального феронікелевого (технологічний процес переробки відвального шлаку)

В основу діяльності лінії по переробці шлаку відвального феронікелевого покладено технологічні процеси (ТУ У 27.1-31076956-004:2006), шляхом механічного подрібнення та сортування, з отриманням: фракції 40 – 70 мм, фракції 20 – 40 мм, фракції 0 – 20 мм – для використання в будівництві, та, як вихідного компонента при виробництві абразивних матеріалів.

Походження відвального шлаку – продукт плавлення руди в руднотермічних печах феронікелевого комбінату.

Потужність лінії по переробці шлаку феронікелевого виробництва – 102 400 тон за рік, 50 т на годину.

Відвальний шлак, фракцією <300 мм, на лінію подрібнення доставляється самоскидним автотранспортом, що є на підприємстві.

Для накопичення сировини для подрібнення виділено місце під майданчик тимчасового зберігання відвального шлаку. Відвальний шлак з автосамоскидів зсипається в приймальний бункер, а потім пересипається на пластинчатий живильник. Пластинчатий живильник поступово подає шлак в шокову дробарку, після якої конвеєром стрічковим шлак подається у дробарку шокову. Після дробарки шлак конвеєром стрічковим подається на грохот інерційний, де розділяється на три фракції: > 70 мм, 40 – 70 мм, 20 – 40 мм, 0 – 20 мм. Готова продукція відвантажується замовникам залізницею.

Технологічна схема основного та допоміжного виробництва наведено в додатках Г та Г'.

РОЗДІЛ 3

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Роботу було виконано протягом 2022 року на території підприємства ТОВ «Побузький феронікелевий комбінат», смт Побузьке Кіровоградської області, де було обстежено існуючу систему пилогазоочисних установок та визначено ефективність очищення газопилового потоку від суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом, а також досягнення нормативів гранично-допустимих викидів забруднюючих речовин відповідно чинного законодавства [40].

Дана робота була виконана згідно з вимогами ДСТУ 8812:2018 «Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Настанови з відбирання проб», що установлює правила періодичного відбирання проб у газоходах стаціонарних джерел викидів в атмосферне повітря з метою подальшого визначення концентрацій забруднюючих речовин. [13]

Лабораторно-інструментальні дослідження проводились нами за допомогою відповідних засобів вимірювальної техніки, що наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. – *Перелік приладів і обладнання з визначення концентрацій забруднюючих речовин*

№ п/п	Назва ЗВТ	Параметри визначення
1	мановакуумметр цифровий МЦ-1-10	тиск газового потоку
2	пневмометрична трубка ТН-1,0	
3	пневмометрична трубка ТН-1,5	
4	рулетка вимірювальна металева Р50 УЗК	величини перерізу газоходу
5	штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05	товщина стінок газоходу
6	секундомір СОСпр-2б-2-000	час відбору проб
7	вимірювач температури ИТ-1	температура газів
8	барометр-анероїд МД-49-2	атмосферний тиск
9	термометр цифровий WT-1	температура навколишнього середовища
10	електроаспіратор АСА-2М	концентрація забруднюючих речовин
11	ваги лабораторні рівноплечі ВЛР-200	
12	набір гир Г2-210	

Розташування місць відбирання проб

Для отримання достовірних результатів вимірювань параметрів газопилового потоку нами було вибране належне розташування на газоході вимірювальної секції, вимірювального перерізу, вимірювальних точок, а також приготування засобів вимірювальної техніки (далі – ЗВТ) та допоміжних пристроїв вимірювання.

Вимірювальна секція з вимірювальним перерізом розташована на прямій ділянці газоходу достатньої довжини, де забезпечено стабільний профіль однорідного потоку газу.

У місці розташування вимірювального перерізу підсоси та витoki газів відсутні.

Загальна довжина вимірювальної секції l визначена більш ніж сім гідравлічних діаметрів газоходу, довжина вхідної ділянки до вимірювального перерізу l_v – більш ніж п'ять гідравлічних діаметрів газоходу, а довжина вихідної ділянки після вимірювального перерізу l_z – більш ніж два гідравлічних діаметрів газоходу.

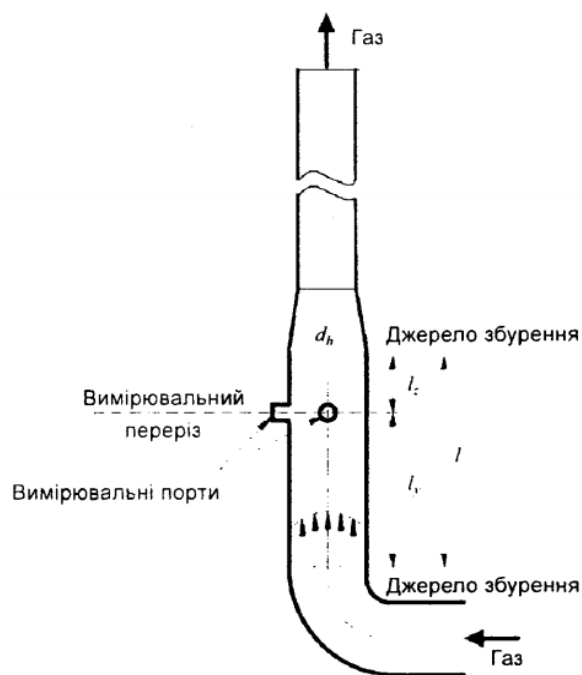


Рис. 3.1 Схема розташування вимірювальної секції та вимірювального перерізу на газоході

Вимірювальні точки в круглому вимірювальному перерізі були

розташовані на двох вимірювальних лініях – взаємно перпендикулярних діаметрів, що перетинаються в центрі вимірювального перерізу (рис. 3.2).

Кількість вимірюваних точок n_d на одній вимірювальній лінії (діаметрі) визначали залежно від діаметра газохода й довжини вимірювальної секції.

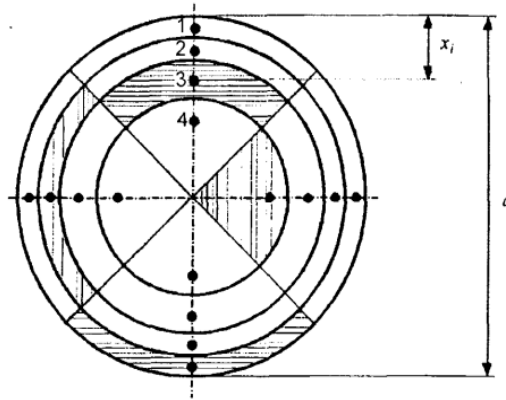


Рис. 3.2 Схеми розташування вимірювальних точок на вимірювальних лініях (діаметрах) круглого газоходу

Відстань x_i (координату i -ої) вимірювальної точки обчислювали за формулою:

$$x_i = K_i \times d$$

Розташування вимірювальних точок у вимірювальному перерізі прямокутного газоходу визначали за такими правилами. Площину перерізу умовно ділили на однакові за площею вимірювальні ділянки, обмежені лініями, паралельними сторонами газоходу. Вимірювальні точки розташовували у центрі кожної такої вимірювальної ділянки в точках перетину ліній, паралельних сторонам газоходу (рис. 3.3).

Координати вимірювальних точок обчислювали за формулами:

$$a_i = K_{nA_i} \times A$$

$$b = K_{nB_i} \times B$$

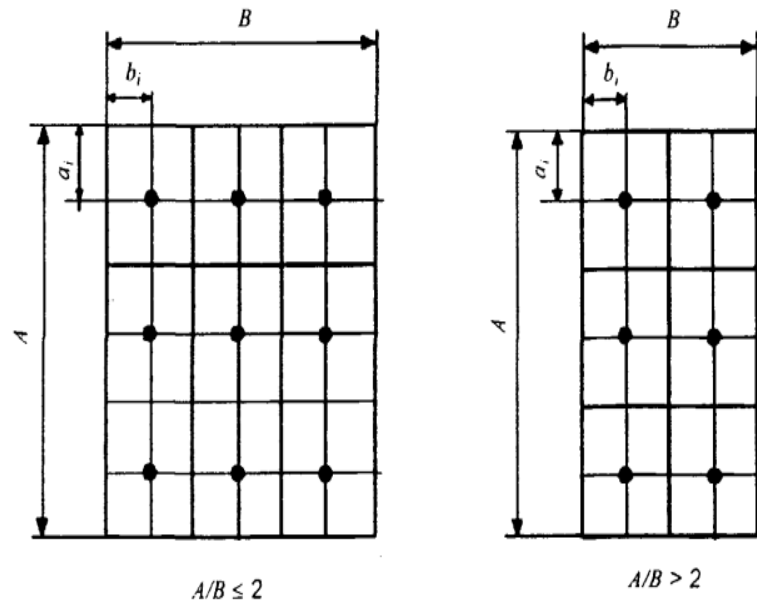


Рис. 3.3. Схеми розташування вимірювальних точок на перерізі прямокутного газоходу

Виконання вимірювань

Основними параметрами, що визначались нами в ході інструментально-лабораторного дослідження були: визначення швидкості, об'ємна витрата та температура газового потоку в газоході.

Основним методом визначення швидкості газу в газоході був пневмометричний, що поляє у перетворенні кінетичної енергії газового потоку на динамічний тиск й перерахунку виміряного значення в швидкість газу, а масова концентрація речовини у вигляді суспендованих твердих частинок в організованих викидах стаціонарних джерел визначалася гравіметричним методом.

Перед відбором проб твердих частинок виконували підготування фільтрувальних матеріалів, фільтрів типу АФА, вимірювали масу фільтрувальних патронів чи фільтрів типу АФА за відповідною методикою вимірювання.

Попередньо розраховане значення об'ємної витрати уточнювали експериментально. Для цього перед ротаметром у систему відбирання проб встановлювали відповідно фільтр або патрон, вводили зонд в газохід, на ротаметрі встановлювали заокруглене до цілих значення об'ємної витрати, та

вимірювали температуру і розрідження газу перед ротаметром. Також барометром-анероїдом вимірювали атмосферний тиск.

Транспортування та оформлення проб

Після відбирання поглинальні або фільтрувальні прилади від'єднували від системи відбирання проби.

Фільтр із захисними кільцями обережно загортали у кальку та вкладали у паперову касету.

Результат вимірювань заносили до «Протоколу вимірювань вмісту забруднюючих речовин в організованих викидах стаціонарних джерел».

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

4.1 Результати проведення інструментально-лабораторних вимірювань до початку реконструкції пилоочисних установок

З метою визначення кількісних та якісних характеристик викидів забруднюючих речовин та ефективності роботи існуючих газопилових установок нами у травні 2022 року були проведені інструментально-лабораторні вимірювання до впровадження реконструкції даних установок.

Для виробництва огарку (сішання, підігрів та обпал з частковим відновленням) використовують чотири трубчастій обертовій печі, а саме: ТОП-1, ТОП-2, ТОП-3 та ТОП-4.

Для очищення газів трубчастих печей від пилу на кожній печі передбачена двохступенева система очищення відхідних газів (перша – «БУРАН» типу МПУ-100.04 в кількості по 2 шт. для кожної ТОП з ефективністю 85,4% та друга – електрофільтр типу ДП 55-3У з ефективністю 99,6%).

Отже, лабораторні вимірювання проводились від кожної печі, від окремого виду палива після кожного ступеня очистки. Результати проведених вимірювань наведені в таблицях (Додатки Д, Е, Є, Ж).

Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом в своєму складі мають вміст інших шкідливих речовин, а саме: алюмінію оксид – 1,6%, залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо) – 36,28%, кальцію оксид (негашене вапно) – 3,7%, магнію оксид – 17,5%, нікель та його сполуки (у перерахунку на нікель) – 1,7%, хром та його сполуки (у перерахунку на триоксид хрому) – 0,25%, сірка елементарна – 0,6% та кобальт та його сполуки (у перерахунку на кобальт) – 0,07%.

Розрахунок валових викидів (т/рік) забруднюючих речовин визначаються з урахування фактичного часу роботи обладнання та масової витрати викиду за формулою:

$$M_p = q \times 3600 \times n \times 10^{-6}, \text{ т/рік}$$

де: q – масова витрата, г/с;

n – фактичний час роботи устаткування, годин/рік.

Отже, сумарні викиди забруднюючих речовин з урахуванням часу роботи устаткування та відсоткового вмісту інших елементів пилу наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.– Сумарні викиди забруднюючих речовин

Забруднююча речовина	Валовий викид, т/рік
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом	1625,276
Алюмінію оксид	25,85324
Залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо)	586,1965
Кальцію оксид (негашене вапно)	59,78254
Магнію оксид	282,7566
Нікель та його сполуки (у перерахунку на нікель)	27,4763
Хром та його сполуки (у перерахунку на триоксид хрому)	4,041212
Сірка елементарна	9,69405
Кобальт та його сполуки (у перерахунку на кобальт)	1,13084
Всього	2622,207282

Так, під час експлуатації існуючого пилоочисного устаткування величина масової концентрації речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом перевищують нормативи гранично-допустимих викидів із стаціонарного джерела, і становить понад 500 г/годину (50 мг/м^3) при менше або дорівнює 500 г/годину (150 мг/м^3). В даному випадку масові концентрації забруднюючих речовин становлять більше 150 мг/м^3 . Дані про величини масової концентрації наведені в додатках Д, Е, Є, Ж.

З метою зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, необхідно провести реконструкції газоочисного

обладнання трубчасто обертових печей із впровадженням газоочисного устаткування третього ступеню.

4.2. Характеристика проведення реконструкції пилоочисних установок

Дана реконструкція здійснюватиметься шляхом доукомплектації існуючого газоочисного обладнання.

Основним завданням реконструкції установок очистки газу підприємства є відповідність сучасним вимогам до газоочисних систем:

- ефективна робота при попаданні крапельної вологи та дрібнодисперсного пилу;
- високоефективна система імпульсної регенерації рукавних фільтрів;
- відсутність мертвих зон в конструкції фільтра.

Циклофільтр – унікальний фільтр, що поєднує в собі переваги циклону та рукавного фільтра. Робота фільтра ґрунтується на двоетапному очищенні: перший етап – циклон; другий – рукавний фільтр із імпульсною регенерацією. Таке поєднання дозволяє застосовувати циклофільтри для очищення газів з високою вхідною запиленістю.

Після динамічного попереднього очищення основного потоку відбувається очищення залишкового пилу, забезпечуючи ефективне відділення дрібних частинок, високу продуктивність фільтра та мінімальні втрати тиску.

У складі реалізації реконструкції буде застосовуватись таке основне технологічне обладнання:

- циклофільтри CF-4270-10R та CF-4270-10L;
- димососи лівого і правого виконання HP23.4/7-9R та HP23.4/7-9L;
- компресори продуктивністю 28 м.куб./хв, за нормальних умов кожен;
- осушувачі;
- масловологовідокремлювачі;
- конвеєри скребкові горизонтальні закритого типу.

Зображення циклофільтра та оглядовий вигляд змонтованої системи пилоочистки наведено на рис. 4.1 та 4.2 відповідно.

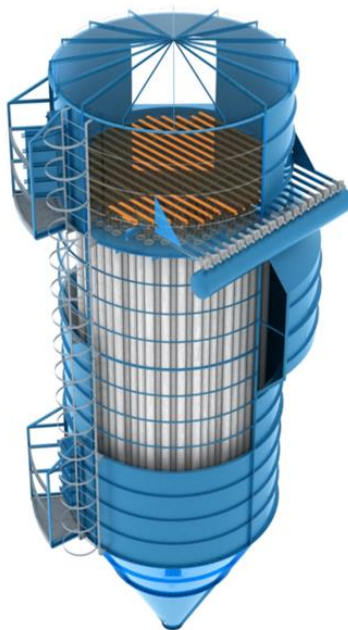


Рис. 4.1.Зображення циклофільтру



Рис. 4.2.Оглядовий вигляд змонтованої системи пилоочистки

Циклофільтри встановлюватимуться на металевій рамі, позначка опорного пояса +12,200 м від рівня землі.

Димосос встановлений на фундамент.

Під установкою циклофільтрів, буде розташована будівля компресорної, в якій розміщуватимуться компресори, осушувачі і маслотовловлювачі та електроприміщення.

Вивантаження пилу здійснюється за допомогою новопроєктованої системи скребкових конвеєрів на існуючі конвеєри.

Циклофільтр є пиловловлюючим апаратом циліндричної форми з фільтруючими рукавами і системою регенерації всередині, корпус складається з декількох частин і збирається за допомогою болтових з'єднань.

Характеристика циклофільтрів наведена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. – Характеристика циклофільтрів CF-4270-10R та CF-4270-10L

Найменування	Одиниця виміру	Кількість
Продуктивність	м.куб./год	60000
Питоме газове навантаження	м.куб./м.кв.·хв	1,18
Площа фільтрації	м.кв.	844,5
Кількість фільтрувальних рукавів	шт.	256
Довжина рукава	м	7,0
Концентрація пилу на виході	мг/м.куб.	не більше 20
Гідравлічний опір	Па	2500
Концентрація пилу на вході (при нормальних умовах)	г/м.куб.	не більше 24
Об'єм бункеру	м.куб.	15,9

Після циклофільтрів встановлюються два відцентрові димососи лівого та правого виконання HP23.4/7-9R та HP23.4/7-9L, продуктивністю 240000 м³/годину кожен. При збільшенні робочої температури газів у системі понад допустиму проводиться розведення холодним повітрям за допомогою клапанів підсмоктування повітря [30, 55].

Після впровадження третього ступеня очистки масова концентрація пилу досягне не більше 20 мг/м³, що відповідає чинному законодавству.

Загальний ситуаційний план реконструкції наведено в додатку 3.

4.3. Оцінка впливу забруднюючих речовин на атмосферне повітря після завершення реконструкції

Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин на стан забруднення атмосферного повітря здійснена за даними результатів розрахунків розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.

Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі проводився нами за допомогою **програми ЕОЛ ПЛЮС версія 5.3.7**, з метою визначення зони впливу об'єкта.

Розрахунок проводився за одним розрахунковим майданчиком з урахуванням фону 4000 м на 4000 м з кроком 250 м.

В результаті проведених розрахунків розсіювання встановлено, що з урахуванням фонових концентрацій значення концентрацій забруднюючих речовин не перевищують ГДК та становлять в:

- точці № 1 (з координатами: X2251; Y1207): хром та його сполуки (у перерахунку на триоксид хрому) – $4,06E-019$ мг/м³ (при ГДК – 0,002 мг/м³); алюмінію оксид – 0,000112 мг/м³ (при ГДК 0,01 мг/м³); кобальт та його сполуки (у перерахунку на кобальт) – 0,000009 мг/м³ (при ГДК 0,001 мг/м³); сірка елементарна – 0,001608 мг/м³ (при ГДК 0,07 мг/м³); магнію оксид – 0,030273 мг/м³ (при ГДК 0,4 мг/м³); залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо) – $4,92E-018$ мг/м³ (при ГДК 0,04 мг/м³); нікель та його сполуки (у перерахунку на нікель) – 0,000166 мг/м³ (при ГДК 0,001 мг/м³); кальцію оксид (негашене вапно) – 0,027493 мг/м³ (при ГДК 0,05 мг/м³); речовини у вигляді суспендованих твердих частинок – $1,23E-012$ мг/м³ (при ГДК 0,5 мг/м³);

- точці № 2 (з координатами: X1257; Y76): хром та його сполуки (у перерахунку на триоксид хрому) – $4,33E-016$ мг/м³ (при ГДК – 0,002 мг/м³); алюмінію оксид – 0,000104 мг/м³ (при ГДК 0,01 мг/м³); кобальт та його сполуки (у перерахунку на кобальт) – 0,000008 мг/м³ (при ГДК 0,001 мг/м³); сірка елементарна – 0,001582 мг/м³ (при ГДК 0,07 мг/м³); магнію оксид – 0,027246 мг/м³ (при ГДК 0,4 мг/м³); залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо) – $3,75E-011$ мг/м³ (при ГДК 0,04 мг/м³); нікель та його сполуки (у перерахунку на нікель) – 0,000157 мг/м³ (при ГДК 0,001 мг/м³); кальцію оксид (негашене вапно) – 0,028264 мг/м³ (при ГДК 0,05 мг/м³); речовини у вигляді суспендованих твердих частинок – $2,29E-019$ мг/м³ (при ГДК 0,5 мг/м³);

- точці № 3 (з координатами: X44; Y1338): хром та його сполуки (у перерахунку на триоксид хрому) – $1,01E-015$ мг/м³ (при ГДК – 0,002 мг/м³);

алюмінію оксид – 0,000094 мг/м³ (при ГДК 0,01 мг/м³); кобальт та його сполуки (у перерахунку на кобальт) – 0,000008 мг/м³ (при ГДК 0,001 мг/м³); сірка елементарна – 0,001372 мг/м³ (при ГДК 0,07 мг/м³); магнію оксид – 0,025989 мг/м³ (при ГДК 0,4 мг/м³); залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо) – 1,02E-013 мг/м³ (при ГДК 0,04 мг/м³); нікель та його сполуки (у перерахунку на нікель) – 0,000162 мг/м³ (при ГДК 0,001 мг/м³); кальцію оксид (негашене вапно) – 0,024755 мг/м³ (при ГДК 0,05 мг/м³); речовини у вигляді суспендованих твердих частинок – 1,03E-041 мг/м³ (при ГДК 0,5 мг/м³);

- точці № 4 (з координатами: X1035; Y2465): хром та його сполуки (у перерахунку на триоксид хрому) – 1,11E-015 мг/м³ (при ГДК – 0,002 мг/м³); алюмінію оксид – 0,000080 мг/м³ (при ГДК 0,01 мг/м³); кобальт та його сполуки (у перерахунку на кобальт) – 0,000007 мг/м³ (при ГДК 0,001 мг/м³); сірка елементарна – 0,001354 мг/м³ (при ГДК 0,07 мг/м³); магнію оксид – 0,022685 мг/м³ (при ГДК 0,4 мг/м³); залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо) – 8,23E-009 мг/м³ (при ГДК 0,04 мг/м³); нікель та його сполуки (у перерахунку на нікель) – 0,000130 мг/м³ (при ГДК 0,001 мг/м³); кальцію оксид (негашене вапно) – 0,022263 мг/м³ (при ГДК 0,05 мг/м³); речовини у вигляді суспендованих твердих частинок – 1,12E-013 мг/м³ (при ГДК 0,5 мг/м³);

- точці № 5 (з координатами: X1512; Y2163): хром та його сполуки (у перерахунку на триоксид хрому) – 5,10E-012 мг/м³ (при ГДК – 0,002 мг/м³); алюмінію оксид – 0,000112 мг/м³ (при ГДК 0,01 мг/м³); кобальт та його сполуки (у перерахунку на кобальт) – 0,000009 мг/м³ (при ГДК 0,001 мг/м³); сірка елементарна – 0,001579 мг/м³ (при ГДК 0,07 мг/м³); магнію оксид – 0,031679 мг/м³ (при ГДК 0,4 мг/м³); залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо) – 9,99E-008 мг/м³ (при ГДК 0,04 мг/м³); нікель та його сполуки (у перерахунку на нікель) – 0,000181 мг/м³ (при ГДК 0,001 мг/м³); кальцію оксид (негашене вапно) – 0,027198 мг/м³ (при ГДК 0,05 мг/м³); речовини у вигляді суспендованих твердих частинок – 7,37E-012 мг/м³ (при ГДК 0,5 мг/м³).

Як видно із розрахунків, розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, жодна речовина не буде перевищувати гранично-

допустимі концентрації. Карта-схема з концентраціями розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі наведено в додатку И.

4.4. Оцінка ризику впливу об'єкту дослідження на здоров'я людей

Оцінка ризику впливу діяльності об'єкту на здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря проводилася нами за розрахунками ризику розвитку неканцерогенних і канцерогенних ефектів (додаток до пункту 4.3.1, 4.3.2 методичних рекомендацій «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря». Затверджено наказом МОЗ України від 13.04.07 № 184).

Ризик розвитку неканцерогенних ефектів визначається шляхом розрахунків індексу небезпеки (HI) за формулою, оцінка якого може виконуватися відповідно до таблиці вищенаведених методичних рекомендацій:

$$HI = \sum HQ_i$$

де: HQ_i – коефіцієнти небезпеки i -тої речовини, визначаються за формулою:

$$HQ_i = \frac{C_i}{R_f \times C}$$

де: C_i – рівень впливу i -тої речовини, мг/м³;

$R_f \times C$ – референтна (безпечна) концентрація i -ї речовини, мг/м³;

$HQ_i = 1$ – гранична величина допустимого ризику.

Одиничний ризик – верхня довірча межа додаткового прижиттєвого ризику, що обумовлений впливом хімічної речовини в концентрації 1 мкг/м³ – це ризик на 1 одиницю концентрації.

У разі відсутності референтних доз/концентрацій, як еквівалент, можна використовувати гранично допустимі концентрації (ГДК).

Оцінка неканцерогенного ризику здійснюється відповідно таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Критерії неканцерогенного ризику

Характеристика ризику	Коефіцієнт небезпечності (HQ)
Ризик шкідливих ефектів укр. малий	<1

Гранична величина прийнятого ризику	1
Вірогідність розвитку шкідливих ефектів росте пропорційно збільшенню HQ	>1

Отже, здійснений нами розрахунок сумарного не канцерогенного ризику (HI) з урахуванням критичних органів та систем, які в першу чергу зазнають негативного впливу хімічних речовин та в окремих точках на межі санітарно-захисної зони та найближчої житлової забудови наведено в таблицях додатків І, ІІ, ІІІ, К, Л.

Як видно із таблиць найбільший внесок як у сумарну величину (HI), так і в ризик впливу на органи дихання мають речовини такі як алюміній та сполуки, кльцію оксид, сірка елементарна, завислі частинки, кобальт та сполуки, хром (VI). Ризик шкідливих ефектів у край малий. Карта-схема з нанесеними коефіцієнтами небезпеки для забруднюючих речовин неканцерогенного ризику наведено в додатку М.

Відповідно до проведених розрахунків неканцерогенний ризик для здоров'я населення при сумарному впливі викидів забруднюючих речовин з урахування фону вірогідність розвитку шкідливих ефектів незначна.

Ризик розвитку індивідуальних канцерогенних ефектів (CR_i) від речовин, яким властива канцерогенна дія, розраховується за формулою:

$$CR_i = C_i \times UR_i$$

де: C_i – розрахункова середньорічна концентрація i -ої речовини на межі житлової забудови, мг/м³;

UR_i – одиничний канцерогенний ризик i -ої речовини, мЗ/мг, який розраховується за формулою з використанням величини SF_i (фактор нахилу), стандартної величини маси тіла людини (70 кг) та добового споживання повітря (20 м³):

$$UR_i = \frac{SF_i}{70 \times 20}$$

У викидах присутні:

- нікель:

$UR_6 \text{ (м3/мг)} = 0,91 \text{ (кг} \times \text{доба/мг)}/70 \text{ кг} \times 20 \text{ (м3/доба)} = 0,00065 \text{ м3/мг}$
 - хром (VI):

$UR_6 \text{ (м3/мг)} = 42 \text{ (кг} \times \text{доба/мг)}/70 \text{ кг} \times 20 \text{ (м3/доба)} = 0,03 \text{ м3/мг}$

Згідно з п. 4.3.2 МР 2.2.12-142-2007 «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря, затверджених наказом МОЗ України від 13.04.2007 р № 184 у складі забруднюючих речовин, які потрапляють в повітря від джерел підприємства є речовини, що мають канцерогенний ефект. Дані розрахунків наведені в таблицях 4.4, 4.5 та порівняні із класифікацією рівнів канцерогенного ризику в таблиці 4.6.

Таблиця 4.4 – Канцерогенний ризик у даному розділі розраховується для нікелю з урахуванням фону. $SF_6 - 0,91 \text{ мг/(кг доба)}^{-1}$

№ точки	Найменування забруднюючого речовини	Розрахункова максимальна концентрація <i>i</i> -ї речовини на границі ж.з. (Ci), мг/м3	Одиничний ризик речовини URi (м3/мг)	Ризик розвитку індивідуальних канцерогенних ефектів (ICRi)
т.1 (X2251; Y1207)	нікель	0,000166	0,00065	1,079E-07
т.2 (X1257; Y76)	нікель	0,000157	0,00065	1,0205E-07
т.3 (X44; Y1338)	нікель	0,000162	0,00065	1,053E-07
т.4 (X1035; Y2465)	нікель	0,00013	0,00065	8,45E-08
т.5 (X1512; Y2163)	нікель	0,000181	0,00065	1,1765E-07

Таблиця 4.5 – Канцерогенний ризик у даному розділі розраховується для нікелю з урахуванням фону. $SF_6 - 0,91 \text{ мг/(кг доба)}^{-1}$

№ точки	Найменування забруднюючого речовини	Розрахункова максимальна концентрація <i>i</i> -ї речовини на границі ж.з. (Ci), мг/м3	Одиничний ризик речовини URi (м3/мг)	Ризик розвитку індивідуальних канцерогенних ефектів (ICRi)
т.1 (X2251; Y1207)	хром (VI)	4,06E-19	0,03	1,218E-20

т.2 (X1257; Y76)	хром (VI)	4,33E-16	0,03	1,299E-17
т.3 (X44; Y1338)	хром (VI)	1,01E-15	0,03	3,03E-17
т.4 (X1035; Y2465)	хром (VI)	1,11E-15	0,03	3,33E-17
т.5 (X1512; Y2163)	хром (VI)	5,10E-12	0,03	1,53E-13

Таблиця 4.6 – Класифікація рівнів канцерогенного ризику

Рівень ризику ¹	Ризик протягом життя ¹
Високий – неприйнятний для виробничих умов і населення. Необхідне здійснення заходів з усунення або зниження ризику.	Більший за 10^{-3}
Середній – припустимий для виробничих умов; за впливу на все населення необхідний динамічний контроль і поглиблене вивчення джерел і можливих наслідків шкідливих впливів для вирішення питання про заходи з управління ризиком.	10^{-3} – 10^{-4}
Низький – припустимий ризик (рівень, на якому, як правило встановлюються гігієнічні нормативи для населення).	10^{-4} – 10^{-6}
Мінімальний – бажана (цільова) величина ризику при проведенні оздоровчих і природоохоронних заходів	Менший за 10^{-6}

Отже, розрахований нами індивідуальний ризик за ніклем та хромом (VI) після реконструкції, яку планується провести на підприємстві, визначається як мінімальний. Карта-схема з нанесеними ризиками розвитку індивідуальних канцерогенних ефектів наведено в додатку Н.

Висновок до розділу:

Протягом проведення інструментальних досліджень якості повітря під час експлуатації існуючого пилоочисного устаткування на підприємстві, нами

було встановлено перевищення рівня ГДК по багатьом показникам. На основі проведених досліджень було зроблено припущення, що реконструкція існуючого обладнання дозволить суттєво зменшити викиди. Нами, за допомогою програми ЕОЛ ПЛЮС версія 5.3.7 було проведено розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та розрахунки індивідуального ризику для здоров'я населення, які показали, що жодна речовина не буде перевищувати ГДК.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Відповідно до Податкового кодексу України роздіру VIII «Екологічний податок» статті 240 пункту 240.1 платниками податку є суб'єкти господарювання, юридичні особи, що не провадять господарську (підприємницьку) діяльність, бюджетні установи, громадські та інші підприємства, установи та організації, постійні представництва нерезидентів, включаючи тих, які виконують агентські (представницькі) функції стосовно тих нерезидентів або їх засновників, під час провадження діяльності яких на території України і в межах її континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони, що здійснюють викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення, тощо. [29]

Економічне значення викидів забруднюючих речовин (пилу, газових домішок тощо) полягає у запобіганню збитків заподіяваних ними, що викидаються як в повітря робочої зони, так і в навколишнє середовище та збереженню здоров'я населенню.

Об'єктом та базою опадткування є обсяги та види забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря стаціонарними джерелами.

Сума податку, яка справляється за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення (Π_{BC}) обчислюється за формулою:

$$\Pi_{\text{BC}} = \sum_{i=1}^n (M_i \times H_{ni})$$

де: M_i – обсяги викиду i -тої забруднюючої речовини в тонах;

H_{ni} – ставка податку в поточному році та тонну i -тої забруднюючої речовини у гривнях з копійками.

Обсяги викидів забруднюючих речовин від джерела викидів «Труба від ТОП-1, ТОП-2, ТОП-3, ТОП-4» до реконструкції наведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – *Обсяги викидів забруднюючих речовин до реконструкції теплоочисних установок*

Найменування забруднюючої речовини	Обсяг викиду, т	Ставка податку, грн./т
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом	1625,276	96,99
Алюмінію оксид	25,85324	4216,92
Залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо)	586,1965	628,32
Кальцію оксид (негашене вапно)	59,78254	628,32
Магнію оксид	282,7566	628,32
Нікель та його сполуки (у перерахунку на нікель)	27,4763	103816,62
Хром та його сполуки (у перерахунку на триоксид хрому)	4,041212	69113,38
Сірка елементарна	9,69405	96,99
Кобальт та його сполуки (у перерахунку на кобальт)	1,13084	4216,92

Сума податку, яка справляється за викиди в атмосферне повітря до реконструкції складає:

$$\Pi_{\text{рвстч}} = 1625,276 \times 96,99 = 157635,52 \text{ грн}$$

$$\Pi_{\text{алюмінію оксид}} = 25,85324 \times 4216,92 = 109021,04 \text{ грн}$$

$$\Pi_{\text{залізо та його сполуки}} = 586,1965 \times 628,32 = 368318,98 \text{ грн}$$

$$\Pi_{\text{кальцію оксид}} = 59,78254 \times 628,32 = 37562,57 \text{ грн}$$

$$P_{\text{магнію оксид}} = 282,7566 \times 628,32 = 177661,63 \text{ грн}$$

$$P_{\text{нікель та його сполуки}} = 27,4763 \times 103816,62 = 2852496,60 \text{ грн}$$

$$P_{\text{хром та його сполуки}} = 4,041212 \times 69113,38 = 279301,82 \text{ грн}$$

$$P_{\text{сірка елементарна}} = 9,69405 \times 96,99 = 940,23 \text{ грн}$$

$$P_{\text{кобальт та його сполуки}} = 1,13084 \times 4216,92 = 4768,66 \text{ грн}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{сумарне}} &= 157635,52 + 109021,04 + 368318,98 + 37562,57 + 177661,63 \\ &+ 2852496,60 + 279301,82 + 940,23 + 4768,66 \\ &= 3987707,05 \text{ грн} \end{aligned}$$

Таблиця 5.2 – *Обсяги викидів забруднюючих речовин після реконструкції теплоочисних установок*

Найменування забруднюючої речовини	Обсяг викиду, т	Ставка податку, грн./т
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом	134,42536	96,99
Алюмінію оксид	2,14736	4216,92
Залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо)	48,757136	628,32
Кальцію оксид (негашене вапно)	4,9696	628,32
Магнію оксид	23,517088	628,32
Нікель та його сполуки (у перерахунку на нікель)	2,28856	103816,62
Хром та його сполуки (у перерахунку на триоксид хрому)	0,33311	69113,38
Сірка елементарна	0,80658	96,99
Кобальт та його сполуки (у перерахунку на кобальт)	0,09076	4216,92

Сума податку, яка справляється за викиди в атмосферне повітря після реконструкції складатиме:

$$P_{\text{рвстч}} = 134,42536 \times 96,99 = 13037,92 \text{ грн}$$

$$P_{\text{алюмінію оксид}} = 2,14736 \times 4216,92 = 9055,25 \text{ грн}$$

$$P_{\text{залізо та його сполуки}} = 48,757136 \times 628,32 = 30635,08 \text{ грн}$$

$$P_{\text{кальцію оксид}} = 4,9696 \times 628,32 = 3122,50 \text{ грн}$$

$$П_{\text{магнію оксид}} = 23,517088 \times 628,32 = 14776,26 \text{ грн}$$

$$П_{\text{нікель та його сполуки}} = 2,28856 \times 103816,62 = 237590,56 \text{ грн}$$

$$П_{\text{хром та його сполуки}} = 0,33311 \times 69113,38 = 23022,36 \text{ грн}$$

$$П_{\text{сірка елементарна}} = 0,80658 \times 96,99 = 78,23 \text{ грн}$$

$$П_{\text{кобальт та його сполуки}} = 0,09076 \times 4216,92 = 382,73 \text{ грн}$$

$$\begin{aligned} П_{\text{сумарне}} &= 13037,92 + 9055,25 + 30635,08 + 3122,50 + 14776,26 \\ &+ 237590,56 + 23022,36 + 78,23 + 382,73 = 331700,89 \text{ грн} \end{aligned}$$

Річний економічний ефект розраховується за формулою:

$$\Delta П = П_{\text{BC1}} - П_{\text{BC2}}$$

де: $П_{\text{BC1}}$ – сума податку, яка справляється за викиди в атмосферне повітря до реконструкції;

$П_{\text{BC2}}$ – сума податку, яка справляється за викиди в атмосферне повітря після реконструкції

$$\Delta П = 3987707,05 - 331700,89 = 3656006,16 \text{ грн.}$$

Тобто, річний економічний ефект за рахунок зменшення суми викидів забруднюючих речовин після реконструкції, що сплачується за викиди в атмосферне повітря стаціонарним джерелом становитиме 3656006,16 грн/рік.

Наднормативні викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря відсутні.

Річні витрати на здійснення природоохоронних заходів визначається за формулою:

$$В = Q + E_n \times K$$

де: Q – експлуатаційні витрати, грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень (коефіцієнт дисконтування), $E_n = 0,15$;

K – одноразові капітальні вкладення, грн. (вартість циклофільтрів та їх монтаж)

Під експлуатаційними витратами в даному випадку враховується витрата на електроенергію:

$$Q = W \times t \times C$$

де: W – потужність установки, кВт;

t – час роботи установки, годин на рік;

C – ціна за кВт/годину для юридичних осіб, грн.

$$Q = 120 \times 7000 \times 2,85 = 2394000 \text{ грн}$$

Одноразові капітальні вкладення складають 100796,44 грн (ціна установки разом із монтажем).

Розрахуємо річну витрату на здійснення природоохоронних заходів:

$$B = 2394000 + 0,15 \times 100796,44 = 2409119,47 \text{ грн}$$

Розмір чистого економічного річного ефекту визначається за формулою:

$$E_n = P - B$$

$$E_n = 3656006,16 - 2409119,47 = 1246886,69 \text{ грн.}$$

Термін окупності впровадження екологічних заходів розраховується за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{B}{E_n}$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{2409119,47}{1246886,69} = 2,8 \text{ років}$$

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Аналіз розташування території підприємства, споруд і приміщень у відповідності з вимогами охорони праці

Територія металургійного підприємства відповідає вимогам чинних нормативно-правових актів та позначена відповідними знаками безпеки згідно ДСТУ EN ISO 7010:2019. Територія не захарашена матеріалами, обладнанням, відходами тощо. Для їх зберігання передбачаються спеціальні майданчики, відкриті та закриті склади, обладнані транспортно-підйомними механізмами та пристроями для переміщення всіх видів вантажів. Відкриті склади розташовуються з підвітряного боку від переважаючих напрямків вітру. Будівлі та споруди, в яких відбуваються технологічні процеси, пов'язані з виділенням шкідливих речовин у навколишнє середовище, мають санітарно-захисні зони. Відкритих та неогороджених котлованів, колодязів, на території підприємства немає. За наявності їх обгороджують парканом заввишки не менше 1 м і освітлюють у нічний час. [8]

Для безпечного та зручного пересування працівників на території влаштовані тротуари та перехідні галереї. Схеми руху пішоходів на території

підприємства і цехів, а також схеми руху пішоходів при аваріях і аварійних ситуаціях вивішуються біля входів підприємства і в усіх відділах. Переїзди обладнані шляхопроводами, дороги і тротуари мають тверде покриття, влітку поливаються, а взимку очищаються від льоду і снігу. При ожеледиці доріжки засипають піском або дрібним шлаком. Місця короткочасного відпочинку працівників організовані та обладнані зовнішнім освітленням.

6.2. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть утворитись під час експлуатації

Умови праці на металургійному підприємстві визначаються як технологічним процесом, так і особливостями обладнання самих цехів, а саме: надмірне тепловиділення, характерна висока температура повітря, що перевищує гранично-допустимі значення, і низька відносна вологість повітря в теплий період року. Найбільше теплове випромінювання реєструється біля відкритих рудотермічних печей, поблизу конвертерів і підбункерних приміщень під час виплавки металу його виробництва та шлаку, що призводить до перегріву навколишніх металевих конструкцій, підлоги, стін тощо, роблячи їх також джерелами кількості тепла в залежності від ступеня нагріву випромінюючої поверхні, її розмірів і відстані до об'єкта, що опромінюється.

6.3. Розробка заходів по запобіганню дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів і покращенню умов праці

6.3.1. Заходи запропоновані для усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

На підприємстві складені плани локалізації та ліквідації надзвичайних ситуацій та аварій відповідно до Положення про розроблення планів локалізації та ліквідації надзвичайних ситуацій та аварій. Виробництво, господарські будівлі та приміщення відповідають вимогам чинного

законодавства. Категорії вибухо- та пожежонебезпечних приміщень і споруд визначаються відповідно до вимог технологічних будівельних норм. [53]

6.3.2. Вибір і обґрунтування засобів індивідуального захисту.

Робота в умовах із завищеними гігієнічними нормами (3 клас) допускається лише за умови використання засобів індивідуального захисту працівників підприємства (ЗІЗ).

Таблиця 6.1 – Взаємозв'язок небезпечних і шкідливих виробничих факторів із ЗІЗ та їх захисними властивостями

№ п/п	Види робіт, які виконуються	ЗІЗ, які необхідно застосовувати
1	машини і обладнання та їх рухомі частини (наїзд, зіткнення, захоплення тощо)	одяг, засоби захисту рук (сигнальні)
2	пересувні вироби, заготовки, матеріали	спецвзуття, засоби захисту голови, очей, обличчя (від ударів, проколювання, роздавлювання)
3	руйнівні конструкції, обвалені горні породи, обрушення, обвалення предметів, матеріалів	спецвзуття, засоби захисту голови, очей, обличчя (від ударів, порізів, проколювання, перекидання, зсуву, роздавлювання)
4	пил та загазованість повітря робочої зони: пил нетоксичний пил дрібнодисперсний пил великодисперсний пил вибухонебезпечний	засоби захисту (протипилі, газопилозахисні, ізолюючі та фільтрувальні пристрої)
		засоби захисту органів дихання, очей, спецодяг, спецвзуття
		спецодяг, засоби захисту рук
		засоби захисту рук
		спецвзуття
5	температура поверхонь обладнання, матеріалів: підвищена температура, обумовлена кліматом	спецодяг, спецвзуття
	теплове випромінювання, відкритий вогонь, іскри, бризки розплавленого металу, окалини	спецодяг, спецвзуття, засоби захисту рук, голови, очей, обличчя (захисні властивості залежно від наявного фактора)
	контакт з нагрітими поверхнями понад 45°C	спецвзуття
	контакт з нагрітими поверхнями понад 40°C	спецодяг, засоби захисту рук (захисні властивості залежно від температури поверхні)
	конвективна теплота	спецодяг

6	шум на робочому місці	засоби захисту органів слуху (протишумові бути шоломи, вкладиші, навушники)
7	вібрація (локальна, загальна, імпульсна)	спецвзуття, засоби захисту рук
8	електричний струм	спецвзуття, засоби захисту рук
9	електричні та електромагнітні, поля	спецодяг, спецвзуття, засоби захисту рук
10	робоче місце на висоті	засоби захисту від падіння з висоти (запобіжні пояси, троси, ручні захвати, маніпулятори)

6.3.3. Розробка інструкції з охорони праці під час виконання захисту

На кожному підприємстві, незалежно від форми власності та виду економічної діяльності, при залученні тимчасових працівників, розробляються інструкції з охорони праці для професій і видів робіт.

Відповідно до статті 13 Закону України «Про охорону праці»: «Роботодавець зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі умови праці на робочому місці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити дотримання вимог законодавства щодо права працівників у сфері охорони праці».

З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, де розробляє та затверджує положення, інструкції, інші нормативно-правові акти з охорони праці, що діють на підприємстві, встановлює правила з питань праці, поведінки працівників на території підприємства, у виробничих цехах, на будмайданчиках, робочих місцях відповідно до нормативних актів з охорони праці, безкоштовно ознайомлює працівників з нормативними актами підприємства з охорони праці. [45]

Згідно зі статтею 14 Закону України «Про охорону праці» «Працівник зобов'язаний знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів про охорону праці, правила поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, застосовувати засоби колективного та індивідуального захисту».

Також повинні проходити курси навчання з питань охорони праці, з надання першої медичної допомоги потерпілим і правил поведінки при нещасних випадках.

Інструкція – це нормативно-правовий акт про охорону праці підприємства, установи, організації незалежно від форм власності та характеру діяльності, який містить обов'язкові для працівників вимоги охорони праці під час виконання робіт певного виду або за певною професією для всіх працівників у місцях, у виробничих приміщеннях, на території підприємства, на будівництві чи в інших місцях, де ці роботи, проводяться.

Інструкції розроблені на основі нормативно-правових актів з охорони праці та технологічної документації підприємства з урахуванням умов виробництва та вимог безпеки, зазначених в експлуатаційній та ремонтній документації підприємств, що використовується на цьому підприємстві.

Інструкції затверджуються роботодавцем і є обов'язковими для працівників відповідних професій або відповідної роботи на даному підприємстві.

Інструкція складається з наступних розділів: Розділ «Загальні положення», Розділ «Вимоги безпеки перед початком роботи», Розділ «Вимоги безпеки під час роботи», Розділ «Вимоги безпеки після закінчення роботи», Розділ «Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях». При необхідності інструкція може містити додаткові розділи.

6.4. Розробка заходів з пожежної профілактики

Для виготовлення готової продукції в технологічному процесі на підприємстві використовуються такі виробництва і процеси: робота обертових печей і сушильних барабанів, склад суміші СВГ, склад паливно-мастильних матеріалів, газозварювальні роботи, виробництво пиловугільне паливо, механічна обробка металевих деталей тощо.

Так, зріджені вуглеводневі гази знайшли широке застосування в промисловості. Зріджені гази в резервуарах бувають двох фаз – рідини і газу.

Їх співвідношення за нормальних умов визначається коефіцієнтом заповнення, який не повинен перевищувати 0,85. Балони з пропаном, ацетиленом і киснем для зберігання горючих газів також широко застосовуються на промислових підприємствах для зварювальних і газових робіт. Для уникнення вибуху при наповненні газами під тиском резервуари необхідно продувати інертними газами (азотом або вуглекислим газом), якщо сховища знаходяться в безпосередній близькості від цехів. Газові свічки, встановлені на резервуарах, повинні мати висоту не менше 3 м від поверхні землі для підземних резервуарів і від зони обслуговування для надземних резервуарів. Якщо резервуар знаходиться ближче 30 м від будівлі, то свічки слід розміщувати на 2 м вище коника даху цієї будівлі. До основних заходів у сховищах зріджених вуглеводнів належать попередження та своєчасне усунення витоків газу, а в приміщеннях, де ці витoki усунути неможливо (компресор, насоси), необхідно організувати природну та примусову вентиляцію.

6.5. Застосування регламенту щодо дій у надзвичайних ситуаціях об'єктом дослідження на металургійному підприємстві

Так, об'єктом дослідження розроблена та погоджена інструкція щодо дій у надзвичайних ситуаціях з метою встановити основні керівні принципи для управління діями по підготовці та реагуванню на потенційні надзвичайні ситуації, з метою запобігання та/або пом'якшення можливих наслідків.

Регламент передбачає:

- визначення можливих сценаріїв виникнення надзвичайних ситуацій та аварій;
- визначення готовності підприємства до локалізації та ліквідації НС та аварій;
- планування дій виробничого персоналу та аварійно-рятувальних служб по локалізації і ліквідації НС та аварій на відповідних стадіях їх розвитку.

Першим етапом дій при виникненні та ліквідації надзвичайних ситуацій і аварій в разі НС є виявлення НС будь-яким працівником або підрядником і сповіщення про неї.

Особа, яка виявила надзвичайну ситуацію, негайно повідомляє про неї майстру зміни цехів. Майстер зміни, в свою чергу, сповіщає про неї оператора диспетчерської служби. Подальше сповіщення проводиться згідно зі схемами сповіщення (рис. 6.1.).

Другим етапом дій в разі НС є класифікація НС або аварії, що класифікуються на три рівні:

Аварія рівня А – аварія, що відбувається в межах одного виробництва (цеху, відділення, виробничої дільниці), яке є структурним підрозділом підприємства.

Аварія рівня Б – аварія, що відбувається з переходом за межі структурного підрозділу з подальшим розвитком її в межах підприємства.

Аварія рівня В – аварія, що характеризується розвитком і переходом за межі території підприємства, можливістю впливу вражаючих чинників аварії на.

Класифікація проводиться відповідальним по дільниці – майстер зміни, старший майстер, де трапилась аварія, і негайно повідомляється про неї оператору диспетчерської служби.

Після отримання звіту про аварію та в залежності від її рівня, оператор диспетчерської служби повідомляє про аварію у відповідності з наступними схемами і списками посадових осіб та установ, які повинні бути оповіщені (рис. 6.1.).

СХЕМА ОПОВІЩЕННЯ ПРИ АВАРІЇ РІВНЯ "А"

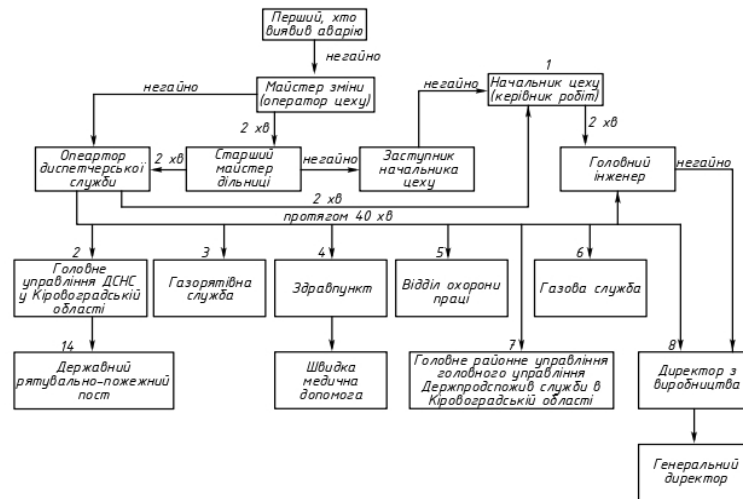


СХЕМА ОПОВІЩЕННЯ ПРИ АВАРІЇ РІВНЯ "Б"

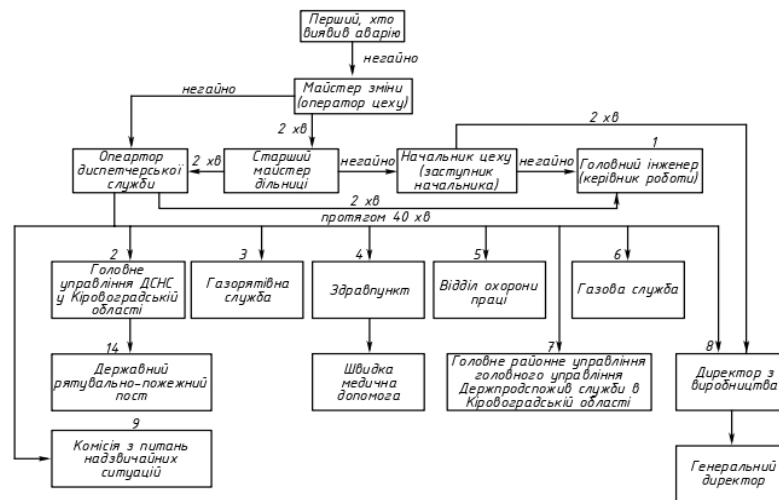


СХЕМА ОПОВІЩЕННЯ ПРИ АВАРІЇ РІВНЯ "В"

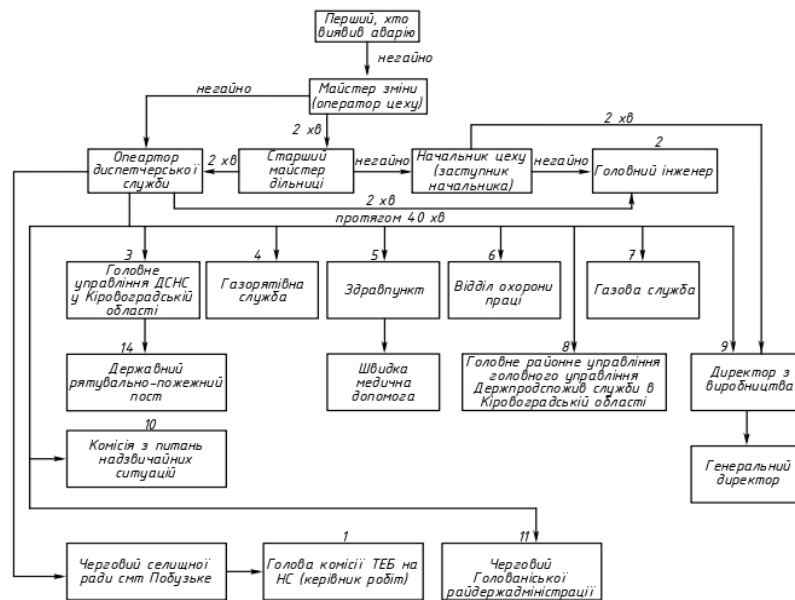


Рис. 6.1. Схема оповіщень при аварії рівня «А», «Б», «В»

6.6. Висновки по розділу

На суб'єкти дослідження, які працюють на різних (за ступенем, характером, тощо) робочих місцях в металургійній промисловості впливають шкідливі фактори. Під час аналізу даних факторів та умов праці на робочому місці, безпеку технологічних процесів, роботи машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, а також санітарно-побутові умови праці встановлено, що дані роботи виконуються згідно до інструкцій з охорони праці із застосуванням відповідних засобів індивідуального захисту тощо, а також відповідають вимогам чинних нормативно-правових актів.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень нами було зроблено такі висновки:

- сучасні пилоочисні установки на базі циклонів, які найбільше використовуються в різних галузях промисловості, характеризуються недосатаньою ефективністю та значними енергетичними затратами на процес очищення. Розроблення нових конструкцій циклонів, особливо неминуче для вловлювання дрібнодисперсної фракції пилу та збільшення високого ККД очищення газів;

- під час досліджень нами визначено максимальні концентрації забруднюючих речовин, що викидаються в процесі виробництва огарку в трубчасто-обертових печах, їх масовий та валовий викид за одиницю часу до та після проведення реконструкції пилоочисного устаткування. Дослідження показали перевищення рівня ГДК по багатьом речовинам;

- на основі дослідження параметрів апарату на ефективність пиловловлення було проведено відповідні розрахунки впливу підприємства на довкілля після реконструкції;

- нами, за допомогою програми ЕОЛ ПЛЮС версія 5.3.7 було проведено розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та розрахунки індивідуального ризику для здоров'я населення, які показали, що жодна речовина не буде перевищувати ГДК.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анісімова Г. В. Права людини в контексті забезпечення екологічної безпеки: сучасні проблеми / Г. В. Анісімова // Екологічна безпека: сучасні проблеми та пропозиції : зб. наук. пр. Всеукраїн. наук.-практ. конф. (м. Харків, 21 квіт. 2017 р.). – Київ, 2017. – Т. 2. – С. 39–46.
2. Батлук В. А. Наукові основи створення високоефективного пиловловлюючого обладнання : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.05.02 "Машини для виробництва будівельних матеріалів і конструкцій" / Батлук Вікторія Арсеніївна; НУ "Львівська політехніка". – Львів : НУ "Львівська політехніка", 2001. – 40 с.
3. Баштаннік, М.П., Дворецька, І.В., Онос, Л.М., Савенець, М.В. (2016). Основні засади виділення зон якості атмосферного повітря на території України та їх класифікація згідно з вимогами директив 2004/107/ЄС та 2008/50/ЄС. Наукові праці УкрНДГМІ. Вип. 269 С. 123–137.
4. Баштаннік, М.П., Жемера, Н.С., Кіптенко, Є.М., Козленко, Т.В. Стан забруднення атмосферного повітря над територією України. Наукові праці УкрНДГМІ. 2014. – Вип. № 266. С. 70–93.
5. Барабашова Н.В. Правове забезпечення екологічної безпеки в процесі господарської діяльності./ Барабашова Н.В.// - К., 2008.-58 с.
6. Гігієна атмосферного повітря/ Гігієна населених місць / Міністерство охорони здоров'я України, Академія медичних наук України, Державна установа "Інститут гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва АМН України" ; гол. ред. А. М. Сердюк. - К.: Полімед, Вип. 50. - 2007. – 402 с. - С. 30-43.
7. Гурець Л.Л. Вибір високоефективного газоочисного обладнання з метою запобігання забруднення атмосфери. Екологічна безпека : наук. журн. 2009. № 2. С. 69–72

8. Данова К. В. Конспект лекцій з дисципліни «Методи оцінки небезпечних та шкідливих виробничих факторів» (для студентів 4 курсу денної форми навчання напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» спеціальності «Охорона праці на електричному транспорті») / К. В. Данова ; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. - Х.: ХНУМГ, 2014. – 31 с.
9. ДБН А.2.2-1-2003 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. – К.: Держбуд України, 2004р. [Електронний ресурс]. –URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-242>.
- 10.ДСТУ 7239:2011. «ССБП. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. Технічний комітет «Безпека промислових продукції та засоби індивідуального захисту» (ТК 135). Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2 лютого 2011 № 37 .
- 11.ДСТУ 8725:2017 «Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Методи визначення швидкості об'ємної витрати газопилових потоків». «Охорона навколишнього природного середовища» (ТК 82). Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ» чинний від 01 січня 2019 р.
- 12.ДСТУ 8726:2017 «Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Методи визначення тиску та температури газопилових потоків». «Охорона навколишнього природного середовища» (ТК 82). Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ» чинний від 11 вересня 2017 р. № 275.
- 13.ДСТУ 8812:2018 «Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Настанова з відбирання проб». «Охорона навколишнього природного середовища України» (ТК 82). Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ» чинний від 18 жовтня 2018 р.
- 14.ДСТУ EN ISO 7010:2019. «Графічні символи. Кольори та знаки безпеки». Розроблено: Технічний комітет «Пожежна безпека та протипожежна техніка» (ТК 25). Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 24 червня 2019 № 174.

- 15.ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій». «Оцінка відповідності» (ТК 89). Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ» чинний від 1 грудня 2020 р. № 494.
- 16.Защепкіна Н.М., Терентьева Н.Р. Розробка та контроль якості матеріалів для захисту людини від дії пилу // Вісник ХНТУ. – Вип. №3 (58). 2016. – С. 99 – 103.
- 17.Климаш Р. Р. Дослідження поля швидкостей запиленого потоку повітря в трубопроводі децентралізованої аспіраційної системи / Р. Р. Климаш, В. В. Шостак, Л. О. Тисовський, Л. М. Дорундяк, А. В. Ляшеник // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.2. – С. 336-341.
- 18.КНД 211.2.3.063-98 Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Метрологічне забезпечення. Відбір проб промислових викидів. Інструкція. Зі зміною № 1: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. від 01.01.1999.
- 19.Комплексна програма охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області на 2021 – 2025 роки: Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Кіровоградської області у 2020 році. – 2021 р.
20. Костюк С. Адаптація законодавства України до законодавства Європейського Союзу: стан, проблеми та перспективи./ Костюк С., Істягіна Н.// Науковий вісник Дипломатичної академії України при МЗС України, № 4 (с. 196-202)
- 21.Ляшеник А. В. Автоматична система керування фільтрувальною повітроочищувальною станцією / А. В. Ляшеник, Л. О. Тисовський, Л. М. Дорундяк, Ю. Р. Дадак // Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.6. – С. 96-103.
- 22.Ляшеник А. В. Автоматична система керування фільтрувальною повітроочищувальною станцією / А. В. Ляшеник, Л. О. Тисовський, Л. М.

- Дорундяк, Ю. Р. Дадак // Науковий вісник НЛТУ України. – Вип. 22.6. – 2012. – С. 96-103.
23. Ляшеник А. В. Моделювання руху двохфазного потоку в циклоні / А. В. Ляшеник, Л. О. Тисовський, Ю. Р. Дадак, Л. М. Дорундяк // Праці XX Міжнар. симпозіуму українських інженерів-механіків у Львові. – Львів : НУ "Львівська політехніка", 2011. – С. 246-247.
24. МВВ № 081/12-0161-05 «Викиди газопилові промислові. Методика виконання вимірювань масової концентрації речовини у вигляді суспендованих твердих частинок в організованих викидах стаціонарних джерел гравіметричним методом». Український науково-дослідний інститут екологічних проблем «УкрНДІЕП» чинний від 21 червня 2005.
25. Наказ Міністерства охорони навколишнього середовища України за № 108 від 09.03.2006 р., зареєстрованого в Міністерстві юстиції України за № 341/12215 від 29.03.2006 р.
26. Наказ Про затвердження форм облікової статистичної документації, що використовується в стаціонарах лікувально-профілактичних закладів зареєстрованого в Міністерстві юстиції України № 184 від 26.07.1999 р.
27. Обстеження систем аспірації та вентиляції ЦВО-1, ЦВО-2 та розробка рекомендацій по підвищенню ефективності їх роботи для зниження викидів забруднюючих речовин в атмосферу та запиленості на робочих місцях: Отчет о НИР / Криворожский технический университет: №ГР 0106U008416. – Кривой Рог, 2006. – 131 с.
28. Пилипчук М. І. Основи наукових досліджень / Пилипчук М. І., Григор'єв А. С., Шостак В. В. – К. : Знання, 2007. – 272 с. : іл., табл. – Бібліогр.: с. 271.
29. Податковий кодекс України від 2 грудня 2010 р. № 2755-VI: станом на 28 жовтня 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17> (дата звернення: 18.11.2022)

30. Пояснювальна записка Том 1.1 «Реконструкція 3-й ступені газоочистного обладнання на ТВП №1, 2.»: ТОВ «Побужський феронікелевий комбінат». – 2015 р.
31. Пояснювальна записка Том 2.1 «Реконструкція 3-й ступені газоочистного обладнання на ТВП №1, 2.»: ТОВ «Побужський феронікелевий комбінат». – 2015 р.
32. Пояснювальна записка Том 3.1 «Реконструкція 3-й ступені газоочистного обладнання на ТВП №1, 2.»: ТОВ «Побужський феронікелевий комбінат». – 2015 р.
33. Пояснювальна записка Том 5 «Реконструкція 3-й ступені газоочистного обладнання на ТВП №1, 2.»: ТОВ «Побужський феронікелевий комбінат». – 2015 р.
34. Про внесення змін до деяких законів України щодо удосконалення механізму регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря: Закон України від 9 липня 2022 року № 2393-ІХ: поточної редакції URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2393-20> (дата звернення: 08.11.2022)
35. Про затвердження гігієнічного нормативу "Перелік речовин, продуктів, виробничих процесів, побутових та природних факторів, канцерогенних для людини": Міністерство охорони здоров'я України: Наказ № 7 від 13.01.2006.
36. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу: Наказ МОЗ України від 8 квітня 2014 року № 248: поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14> (дата звернення: 11.11.2022)
37. Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів: Наказ МОЗ України від 19 червня 1996 р. № 173: поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96> (дата звернення: 03.11.2022)

38. Про затвердження Інструкції про порядок та критерії взяття на державний облік об'єктів, які справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров'я людей і стан атмосферного повітря, видів та обсягів забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря: Наказ Мінприроди України від 10 травня 2002 р. № 177: станом на 07 березня 2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0445-02> (дата звернення: 08.11.2022)
39. Про затвердження Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні в державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря: Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 10 грудня 2008 № 6396: станом на 11 травня 2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0048-09> (дата звернення: 09.11.2022)
40. Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел: Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 27 червня 2006 р. № 309: поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0912-06> (дата звернення: 17.11.2022)
41. Про затвердження Переліку типів устаткування, для яких розробляються нормативи гранично-допустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел: Наказ Мінприроди України від 16 серпня 2004 р. № 317: поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1102-04> (дата звернення: 19.11.2022)
42. Про затвердження Положення про Державну екологічну інспекцію України: Постанова КМУ від 19 квітня 2017 р. № 275: станом на 05 жовтня 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/275-2017> (дата звернення: 16.11.2022)
43. Про затвердження Положення про Державну екологічну інспекцію: Постанова КМУ від 16.04.2017 р. № 275

44. Про затвердження Порядку проведення та оплати робіт, пов'язаних з видачею дозволів на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами, обліку підприємств, установ, організацій та 87 громадян – суб'єктів підприємницької діяльності, які отримали такі дозволи : Постанова КМУ від 13.03.2002 р. № 302: станом на 17.09 2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/302-2002>.
45. Про затвердження правил охорони праці в металургійній промисловості: Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 2 грудня 2008 № 289 : станом на 15 квітня 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0087-09> (дата звернення: 12.11.2022)
46. Про затвердження Правил технічної експлуатації установок очистки газу: Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 6 лютого 2009 року № 52: станом на 5 січня 2016 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0327-09> (дата звернення: 14.11.2022)
47. Про координатора заходів щодо виконання зобов'язань України за Рамковою конвенцією Організацій Об'єднаних Націй про зміну клімату та Кіотським протоколом до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату: Указ Президента України від 12 вересня 2005 р. № 1239/2005: поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1239/2005> (дата звернення: 16.11.2022)
48. Про Основні засади (стратегію) Державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28 лютого 2019 року № 2697-VIII: поточної редакції URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> (дата звернення: 10.11.2022)
49. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року: Закон України від 21 грудня 2010 р. № 2818-6. Відомості Верховної Ради України. – 2011. – № 26 – Ст. 218.
50. Про основні напрямки державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної

- безпеки: Постанова Верховної ради України № 188/98 від 05 березня 1998 року : поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/188/98> (дата звернення: 02.11.2022)
51. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16 жовтня 1992 р. № 2707-XII: станом на 19 серпня 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12> (дата звернення: 01.11.2022)
52. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25 червня 1991 року № 1264-XII: станом на 10 липня 2022р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення: 01.11.2022)
53. Про охорону праці: Закон України від 14 жовтня 1992 року № 2694-XII: станом на 19 серпня 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 03.11.2022)
54. Про регулювання містобудівної діяльності: Закон України від 17 листопада 2011 р. № 3038-VI: станом на 20 жовтня 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17> (дата звернення: 02.11.2022)
55. Проект «Реконструкція 3-ої ступені газоочисного обладнання ТОВ №3,4: ТОВ «Побужський феронікелевий комбінат». – 2022 р.
56. Трофімович В. В., Волошкіна О. С., Фандікова М. М., Клімова І. В., Журавська Н. Є. Моніторинг атмосферного повітря. Проблеми моделювання і прогнозування. Екологічна безпека та природокористування: Збірник наукових праць — Випуск 10. — С. 102-120. — 2012.
57. Турос, О.І., Петросян, А.А., Ананьєва, О.В., Картацев, О.М., Загородній, В.В. Порівняльний аналіз ризику для здоров'я населення від викидів промислових підприємств різних галузей народно-господарської діяльності. ENVIRONMENT, HEALTH. № 4. С. 34–38. –2012.
58. Якість атмосферного повітря: короткий опис Директив ЄС та графіку їх впровадження [Електронний ресурс]. – 2016.
59. Akimoto, H. Atmospheric Reaction Chemistry. Asakura Publishing, Springer. – 2016 р.

60. Batluk V. Matematic model of the process of dust catching in an apparatus with a movable separator / V. Batluk, V. Batluk, M. Basov, L. Dorundyak // *Econtchmod an international quarterly journal on economics of technology and modelling processes*. – Lublin-Lviv-Cracow, 2012. – Vol. 1. – N 1.09-12. – P. 13-16.
61. Kamani H, Mirzai N, Ghaderpuri M, Bazrafshan E, Rezai S, Mahvi AH. Concentration and environmental risk of heavy metals in street dust of Eslamshahr, Iran. *Hum Ecol Risk Assess Int J.*24(4):961–70.– 2018.
62. Korchenko, O., Pohrebennyk, V., Kreta, D., Klymenko, V., Anpilova, Y. GIS and remote sensing as important tools for assessment of environmental pollution. 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM Extended Abstracts, 19, (2.1), 297-304. – 2019.
63. Lang J. L., Zhou Y., Chen D. S., Xing X. F., Wei L., Wang X. T., Zhao N., Zhang Y. Y., Guo X. R., Han L. H. (2017). Investigating the contribution of shipping emissions to atmospheric PM_{2.5} using a combined source apportionment approach. *Environmental Pollution*, 229, 557–566.
64. Lee K., Park J., Kang M., Kim D., Batmunkh T., Bae M. S., Park K. (2017). Chemical characteristics of aerosols in coastal and urban ambient atmospheres. *Aerosol and Air Quality Research*, 17, 908–919.
65. Mirzaei, S., Hashemi, H., & Hoseini, M. Concentration and potential source identification of trace elements in wet atmospheric precipitation of Shiras, Iran. *Engineering*, 16, 229-237. – 2018.
66. Mulla, E.F., Totoni, R., Prifti, L. Seasonal variation of NO₂ and SO₂ concentrations in Tirana's Air. In *J. Int. Environmental Application & Science*, Vol. 8. P. 2013. – 272-279.
67. Seinfeld, J.H., Pandis, S.N. *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change*. 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York. –2006.
68. Shaharuddin, M., Zaharim, A., Jailani, M. et al. Application of wavelet transform on airborne suspended particulate matter and meteorological temporal variations/

Wseas Transactions on Environment and Development. Issue № 2, Volume 4,
February 2008. – 89-98.

ДОДАТКИ

