

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

---

---

Навчально-науковий інститут природокористування  
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студента Щербиніна Миколи Сергійовича

(ПІБ)

академічної групи 101-18-1

(шифр)

спеціальності 101 «Екологія»

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Екологія»

(офіційна назва)

на тему «Удосконалення технології очистки газопилових викидів в умовах

шахти «Павлоградська» ПрАТ «ДПЕК Павлоградвугілля»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
кваліфікаційної роботи	Ковров О.С.		
<b>розділів:</b>			
Теоретичного	Ковров О.С.		
Технологічного	Ковров О.С.		
Охорона праці	Чеберячко Ю.І.		
Рецензент	Петльований М.В.		
Нормоконтролер	Ґрунтова В.Ю.		

Дніпро  
2022

**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний технічний університет**  
**«Дніпровська політехніка»**

ЗАТВЕРДЖЕНО:  
 Завідувачка кафедри екології та  
 технологій захисту навколишнього  
 середовища

\_\_\_\_\_  
 (підпис) Борисовська О.В.  
 (прізвище, ініціали)

«02» травня 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня бакалавра**

студента Щербиніна М.С. академічної групи 101-18-1  
 (прізвище та ініціали) (шифр групи)

спеціальності 101 «Екологія»  
 (код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Екологія»  
 (офіційна назва)

на тему Удосконалення технології очистки газопилових викидів в  
умовах шахти "Павлоградська" ПрАТ "ДТЕК Павлоградвугілля"

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 03.05.2022 р.№234-с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Надати характеристику шахти та проаналізувати газопилові викиди в атмосферу. Розрахувати характер розсіювання викидів з шахти та оцінити рівень екологічної небезпеки. Проаналізувати існуючі технічні засоби для зниження газопилових викидів.	02.05.2022 15.05.2022
Технологічний	Удосконалити технології очистки газопилових викидів, що виносяться в атмосферу з шахти та розрахувати його основні технологічні параметри. Оцінити ефективність запровадженого технічного засобу газоочистки.	16.05.2022 05.06.2022
Охорона праці	Розробити заходи з охорони праці на запропонованому обладнанні.	06.06.2022 19.06.2022

Завдання видано \_\_\_\_\_ Ковров О.С.  
 (підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі 02.05.2022 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії: 21 червня 2022 р.

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_ Щербинін М.С.  
 (підпис студента) (прізвище, ініціали)

## ЗМІСТ

### РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МЕТОДІВ ОЧИСТКИ ГАЗОПИЛОВИХ ВИКИДІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ НА ПІДПРИЄМСТВІ ПРАТ «ДПЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ»

1.1. Промислова характеристика діяльності ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля»

1.2. Загальна екологічна оцінка впливу підприємства ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» на довкілля

1.3. Встановлення розмірів санітарно-захисної зони

1.4 Висновки з теоретичного розділу

### РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ ГАЗОПИЛОВИХ ВИКИДІВ В УМОВАХ ШАХТИ «ПАВЛОГРАДСЬКА» ПРАТ «ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ»

2.1. Технології та методи очистки газопилових викидів

2.2. Практичні рекомендації вдосконалення технологічного процесу очистки газопилових викидів ПРАТ «ДПЕК Павлоградвугілля»

2.3. Результати розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери

### РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ ГАЗОПИЛОВИХ ВИКИДІВ В УМОВАХ ШАХТИ «ПАВЛОГРАДСЬКА» ПРАТ «ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ»

3.1. Охорона праці на шахтових підприємствах. Аналіз основних нормативних вимог та рекомендацій

3.2. Загальні вимоги охорони праці та техніки безпеки

3.3. Монтаж скрубєрів

3.4. Процес охорони праці під час вдосконалення технологічного процесу очистки газопилових викидів

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Викид забруднюючих речовин часто є результатом технологічних процесів, що здійснюються на виробничих та переробних підприємствах різних галузей промисловості, таких як газо- та нафтохімія, металургія та енергетика. Зусилля щодо модернізації підприємств до останніх років були спрямовані, як правило, на вдосконалення технологій та заміну обладнання основного виробничого циклу. Обладнання для очищення викидів, як газових, і у вигляді рідин, залишалося поза увагою. Якщо гази і рідини, що утворюються в процесі виробництва, і очищалися, наприклад, від аміаку і вуглекислого газу, то в межах, обґрунтованих економічними, а не санітарними нормами.

З розвитком екологічних принципів, методів оцінки наслідків забруднення довкілля та визнанням негативного впливу органічних та хімічних забруднюючих речовин, що містяться у викидах промислових підприємств, на законодавчому рівні було затверджено санітарно-гігієнічні норми їхньої виробничої діяльності. Законом зафіксовано необхідність застосування стандарту – очищення газових викидів в атмосферу. Понад те, очищення газових викидів, у яких містяться токсичні речовини – обов'язкова умова переважають у всіх галузях народного господарства.

Сьогодні особливої актуальності набирає дослідження використання та застосування у своїй діяльності очистки газопилових викидів на підприємстві ПРАТ «ДПЕК Павлоградвугілля», яке є найбільшим вуглевидобувним підприємством на території Східної України. Питання екологічної безпеки на досліджуваній території набирає з кожним роком все більшої актуальності, через велику кількість газопилових викидів в повітря територіях західного Донбасу. Саме ці чинники формують актуальність нашого дипломного дослідження.

**Метою роботи** дослідження та проведення комплексного аналізу сучасного стану технологічного процесу очистки газопилових викидів в

умовах шахти «Павлоградська» ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» та розробка шляхів та методів вдосконалення технологічного процесу очистки газопилових викидів ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля».

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі задачі:

1) Висвітлити теоретико-методичні засади дослідження використання сучасних технологій та методів очистки газопилових викидів в сучасних умовах на підприємстві ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля»;

2) Провести аналіз сучасного стану технологічного процесу очистки газопилових викидів в умовах шахти «Павлоградська» ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля».

3) Проаналізувати охорону праці під час технологічного процесу очистки газопилових викидів в умовах шахти «Павлоградська» ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля».

**Практичне значення роботи** полягає в проведенні аналізу діючого стану технологічного процесу очистки газопилових викидів в умовах шахти «Павлоградська» ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля», виявленні основних показників негативного впливу викидів на екологічний стан навколишнього середовища досліджуваного підприємства, проведенні та формуванні основних показників забруднення повітря внаслідок газопилових викидів через діяльність підприємства, та на основі проведеного аналізу та виявленні основних екологічних показників внаслідок діяльності підприємства ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» нами розроблено практичні рекомендації в контексті вдосконалення технологічного процесу очистки газопилових викидів ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» та сформовано основні нормативи охорони праці під час вдосконалення технологічного процесу очистки газопилових викидів ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля».

## РОЗДІЛ 1

# ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МЕТОДІВ ОЧИСТКИ ГАЗОПИЛОВИХ ВИКИДІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

### 1.1. Промислова характеристика діяльності ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля»

Шахта «Павлоградська» ВСП «ШАХТОУПРАВЛІННЯ ПАВЛОГРАДСЬКЕ» розташована в Західному регіоні Донбасу, в Павлоградському районі Дніпропетровської області.

У гірничопромисловому відношенні шахта «Павлоградська» ВСП «Шахтоуправління Павлоградське» підпорядковується ПРАТ «ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ».

Найближчі діючі шахти – це шахти «Тернівська» ВСП «ШАХТОУПРАВЛІННЯ ПАВЛОГРАДСЬКЕ», шахти «Благодатна» та ім. Героїв космосу ВСП «ШАХТОУПРАВЛІННЯ ГЕРОЇВ КОСМОСУ» та шахта «Західно-Донбаська» ВСП «ШАХТОУПРАВЛІННЯ ТЕРНІВСЬКЕ».

Найближчими населеними пунктами є: село Вербки, міста Павлоград та Тернівка.

Планованою діяльністю передбачається виймання запасів вугільних пластів  $c_5$ ,  $c_4$ ,  $c_3$  і  $c_1$  на ділянці «Хуторські №1, 2», що прирізаються до шахти «Павлоградська».

ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» одне з найбільших вуглевидобувних підприємств на території України, яке займається надзвичайно широким спектром діяльності, але основною сферою діяльності підприємства ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» на даний момент є розробка копалин на території Західного Донбасу (Дніпровська область).

На даний момент у складі підприємства ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» є десять шахт, 23 структурні підрозділи та понад 57

об'єктів, діяльність яких спрямовується у соціальній сфері. Станом на 2022 рік на підприємстві ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» налічується понад 26 тисяч працівників різного рівня та різної сфери діяльності. Діяльність підприємства ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» регулюється Законом України «Гірничий Закон України» від 06.10.1999 №1127-XIV, який регулює усі сфери вуглевидобувної діяльності підприємства, та низкою інших законодавчих актів, які регулюють усі сфери діяльності підприємства ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля».

Підприємство ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» було створено 02.04.1997 за юридичною адресою Україна, 51400, Дніпропетровська обл., місто Павлоград, вулиця Соборна, будинок 76. Статутний капітал підприємства ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» складає 1 395 431 000,00 грн. Як ми вже зазначали, що підприємство ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» займається широким спектром діяльності, тому нами представлено види діяльності підприємства:

Основним видом діяльності підприємства є 05.10 Добування кам'яного вугілля. Іншими видами діяльності підприємства є 01.11 Вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур; 01.19 Вирощування інших однорічних і дворічних культур; 85.32 Професійно-технічна освіта; 86.10 Діяльність лікарняних закладів; 46.71 Оптова торгівля твердим, рідким, газоподібним паливом і подібними продуктами.

Завдяки такому широкому колу діяльності, фінансові показники підприємства з кожним роком зростають, та б'ють нові рекорди. На підприємстві ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» працюють кращі працівники своєї сфери, які забезпечують ефективне виконання поставлених обов'язків та річних планів, які формуються на Зборах Акціонерів в кінці кожного року.

Підприємство ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» є капіталоемною галуззю, тому потребує значних технологічних і технічних ресурсів, що, з одного боку, відіграють прогресивну роль в розвитку ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» та забезпечують йому конкурентні переваги, з іншого боку



– за умови дефіциту чи неефективного користування обмежують подальший розвиток. Управління існуючою складовою ресурсного забезпечення діяльності ПРАТ «ДПЕК Павлоградвугілля» зумовлює постійний процес оптимізації користування й заміни техніко-технологічної складової потенціалу.

Управління трудовими ресурсами на підприємстві ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» ґрунтується на ідеї, що працівник є важливим фактором виробництва у сучасних умовах, що дає змогу пристосувати його діяльність до умов зовнішнього середовища. Стратегічне керування трудовими ресурсами передбачає добір кадрів, навчання, мотивування праці, перекваліфікацію, заміщення, оцінку, звільнення.

Для забезпечення ефективного функціонування підприємства ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» на ньому функціонує розвинена організаційна структура, яка дозволяє підприємству ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» ефективно працювати вже понад 20 років на промисловому ринку України, та з кожним роком покращувати свої фінансові показники діяльності.

На підприємстві ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» діє лінійна структура організації яка являє собою тип ієрархічної (бюрократичної) структури, заснованої на принципах централізму і єдиноначальності. Тому на підприємстві ПРАТ «ДПЕК Павлоградвугілля» з такою структурою кожне виробниче та управлінське підрозділ очолює керівник, який володіє всіма повноваженнями і здійснює управління довіреним йому ділянкою робіт одноосібно, при цьому він несе всю відповідальність за результати діяльності свого підрозділу. За ним чітко закріплені коло владних повноважень, склад підпорядкованих, для нього визначені вищі керівники і йому поставлені конкретні цілі.

Лінійна структура організації на підприємстві ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» логічна, формально визначена, але позбавлена гнучкості, так як абсолютна влада керівника не гарантує вирішення проблем, що

потребують спеціальних знань у вузьких областях. Через це при зростанні підприємства в геометричній прогресії зростає кількість рівнів управління.

Переваги даної структури: проста побудова; гнучкість, динамічність; концентрація уваги на конкретному ринку з конкретним асортиментом товарів і послуг; однозначне обмеження завдань, компетенції, відповідальності. Недоліки даної структури: важкі зв'язки між інстанціями; керівник несе за все відповідальність; концентрація влади в керуючій верхівці; сильна завантаження середніх рівнів управління; у міру зростання виникає криза керівництва.

Очікуваний перелік та кількість відходів, що утворюватимуться на проммайданчику шахти внаслідок планованої діяльності на подальший період роботи шахти наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика відходів

Повне найменування відходів	Код	Од. вим.	Кількість	Технологічний процес або виробництво, де утворюються відходи	Клас небезпеки	Пожежо-небезпе-чність	Шляхи утилізації чи розміщення відходів
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Лампи люмінесцентні	7710.3.1.26	т/рік	0,328	Освітлення виробничих приміщень	I	Не горючий	Передача за договором спеціалізованим підприємствам
2. Батареї свинцеві зіпсовані або відпрацьовані	6000.2.9.04	т/рік	20,500	Експлуатація шахтного транспорту	II	Не горючий	Передача за договором спеціалізованим підприємствам
3. Батареї лужні зіпсовані або відпрацьовані	6000.2.9.07	т/рік	10,975		II	Не горючий	Передача за договором спеціалізованим підприємствам
4. Батареї та акумулятори інші зіпсовані або відпрацьовані	6000.2.9.08		1,296	Індивідуальне освітлення робочого місця	II	Не горючий	Передача за договором спеціалізованим підприємствам
5. Масла відпрацьовані	6000.2.8.10	т/рік	15,000	Експлуатація технологічного устаткування	III	Горючий	Передача за договором спеціалізованим підприємствам
6. Промаслене дрантя	7730.3.1.06	т/рік	0,800	Обтирання устаткування	III	Горючий	Передача за договором

							спеціалізованим підприємствам
7. Гірська порода	1010.2.9.05	т/рік	450157,5	Проведення гірських виробок	IV	Не горючий	Використання для рекультивації земель
8. Шлам, який утворюється від освітлення води	4101.2.9.02	т/рік	206,75	Очищення шахтної води	IV	Не горючий	Використання для рекультивації порушених земель

Загальний викид шкідливих речовин з їх кодами приведений у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 Загальний викид шкідливих речовин по прогнозованому положенню, що виділяється від усіх технологічних процесів, під час роботи шахти «Павлоградська»

Код речовини	Найменування речовини	Клас небезпеки	Кількість викидів т/рік
			прогнозне
1	2	3	4
123	Залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо)	3	0,14037
143	Манган та його сполуки (у перерахунку на діоксид мангану)	2	0,00986
228	Хром та його сполуки (у перерахунку на хром)	-	0,001837
301	Діоксид азоту	2	1,49205
316	Пароподібні та газоподібні сполуки хлору, в перерахунку на хлористий водень	2	0,000047
322	Сульфатна кислота [H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ] (сірчана кислота)	2	0,00187
323	Кремнію діоксид аморфний (аеросил-175)	-	0,00099
324	Кремній чотирьоххлористий	-	0,000059
330	Ангідрид сірчистий	3	1,2867
337	Оксид вуглецю	4	0,9427
342	Фтор та його пароподібні та газоподібні сполуки в перерахунку на фтористий водень	2	0,0012864
343	Фториди добре розчинні неорганічні	2	0,00477
344	Фториди погано розчинні неорганічні	2	0,00265
410	Метан	-	6389,6
621	Толуол	3	0,0579
1042	Спирт н-бутиловий	3	0,0168
1061	Спирт етиловий	4	0,0126
1071	Фенол	2	0,0000017
1210	Бутилацетат	4	0,0112
1246	Етилцелозольв	-	0,0088
1301	Акролеїн	2	0,00029

1325	Формальдегід	2	0,000152
1401	Ацетон	4	0,0095
1402	Ацетофенон	3	0,0000082
2425	Фурфурол	3	0,00011
2752	Уайт-спірит	4	0,163
2902	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	3	59,2798
10265	Емульсол	-	0,000004
10660	Перфторбутени (суміш ізомерів)	-	0,0000008
	Всього		6453,045

Таблиця 1.3. - Характеристика забруднюючих речовин і їх ГДК, і клас небезпеки

Код речовини	Найменування речовини	ГДК м.р ОБРД, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки
1	2	3	4
123	Залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо)	0,4	3
143	Манган та його сполуки (у перерахунку на діоксид мангану)	0,01	2
228	Хром та його сполуки (у перерахунку на хром)	0,01	-
301	Діоксид азоту	0,2	2
316	Пароподібні та газоподібні сполуки хлору, в перерахунку на хлористий водень	0,2	2
322	Сульфатна кислота [H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ] (сірчана кислота)	0,3	2
323	Кремнію діоксид аморфний (аеросил-175)	0,02	-
324	Кремній чотирьоххлористий	0,2	-
330	Ангідрид сірчистий	0,5	3
337	Оксид вуглецю	5,0	4
342	Фтор та його пароподібні та газоподібні сполуки в перерахунку на фтористий водень	0,02	2
343	Фториди добре розчинні неорганічні	0,03	2
344	Фториди погано розчинні неорганічні	0,2	2
410	Метан	50,0	-
621	Толуол	0,6	3
1042	Спирт н-бутиловий	0,1	3
1061	Спирт етиловий	5,0	4
1071	Фенол	0,01	2
1210	Бутилацетат	0,1	4
1246	Етилцелозольв	0,7	-
1301	Акролеїн	0,03	2
1325	Формальдегід	0,035	2
1401	Ацетон	0,35	4
1402	Ацетофенон	0,003	3
2425	Фурфурол	0,05	3
2752	Уайт-спірит	1,0	4

2902	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,5	3
10265	Емульсол	0,05	-
10660	Перфторбутени (суміш ізомерів)	0,1	-

## **1.2. Загальна екологічна оцінка впливу підприємства ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» на довкілля**

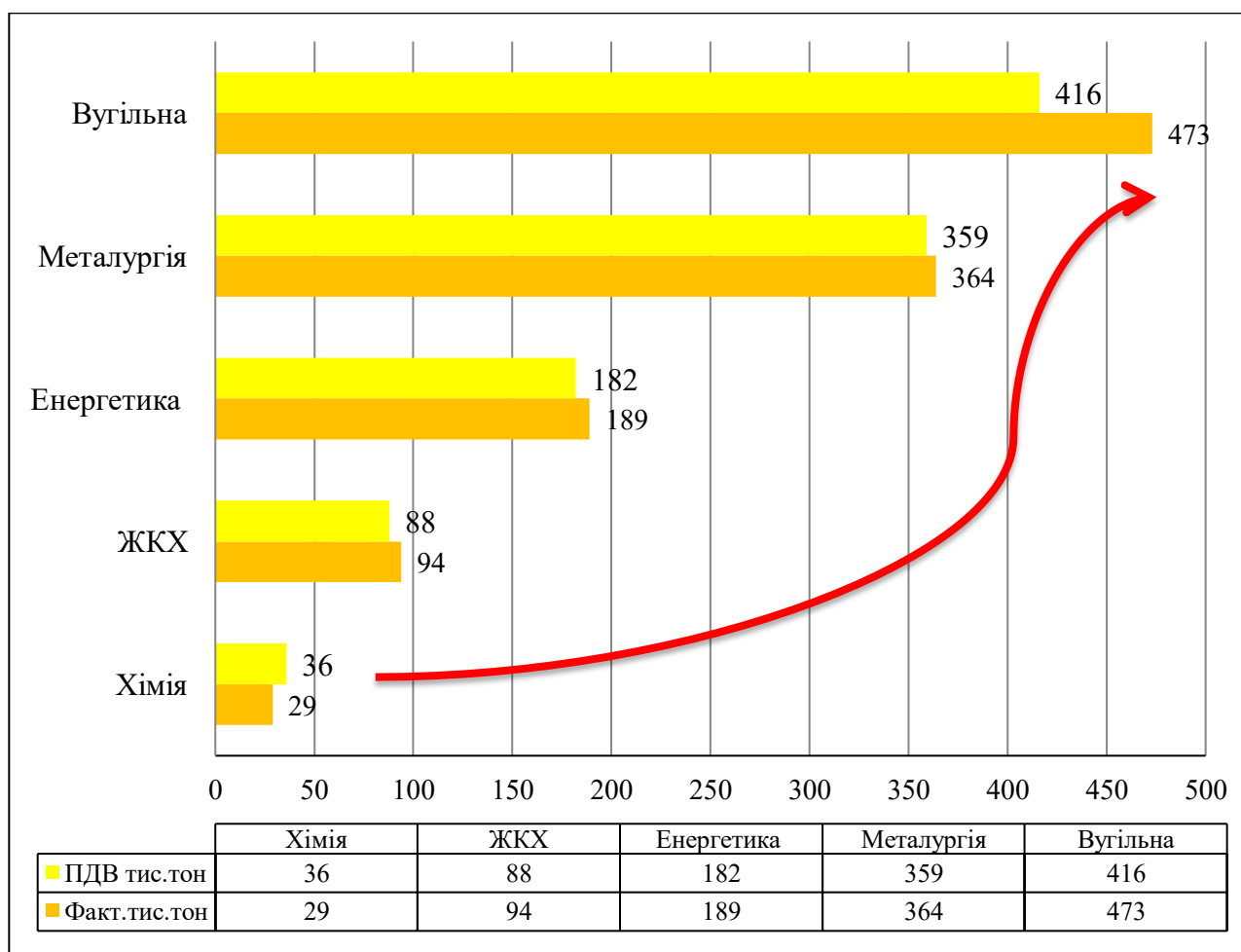
Вплив промислового підприємства ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» на довкілля Дніпровського вугільного басейну. Територія Дніпровського вугільного басейну розташована, головним чином, у Дніпровській області. Основу економіки Дніпровської області станом на 2022 рік складають видобувні та переробні виробництва, що зумовлює освіту у великих обсягах відходів виробництва та споживання. Основна галузь промисловості - Вугільна.

У 2016 році вугледобувними підприємствами Дніпровської області видобуто 94,3 млн т вугілля, а 2017 року – 131 млн. У період економічної кризи спостерігався спад виробничої активності. В цілому збільшення обсягів відходів виробництва та споживання відбувається за рахунок відходів V класу небезпеки, в основному збільшених обсягів розкривних (вміщуючих) порід вугільних підприємств. Викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел у галузях промисловості порівняно з ПДВ показані на рис. 1.9.

Узагальнення результатів спостережень на території Дніпропетровської області показує, що найбільший внесок у сумарний вплив на довкілля надає саме вугільна промисловість. При цьому вловлюється і знешкоджується трохи більше 10% пилогазових викидів від діючих десяти шахт ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля», що роблять найбільший внесок у викиди забруднюючих речовин на окружних територіях підприємства ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» в Дніпровській області показано, на рис. 1.10.

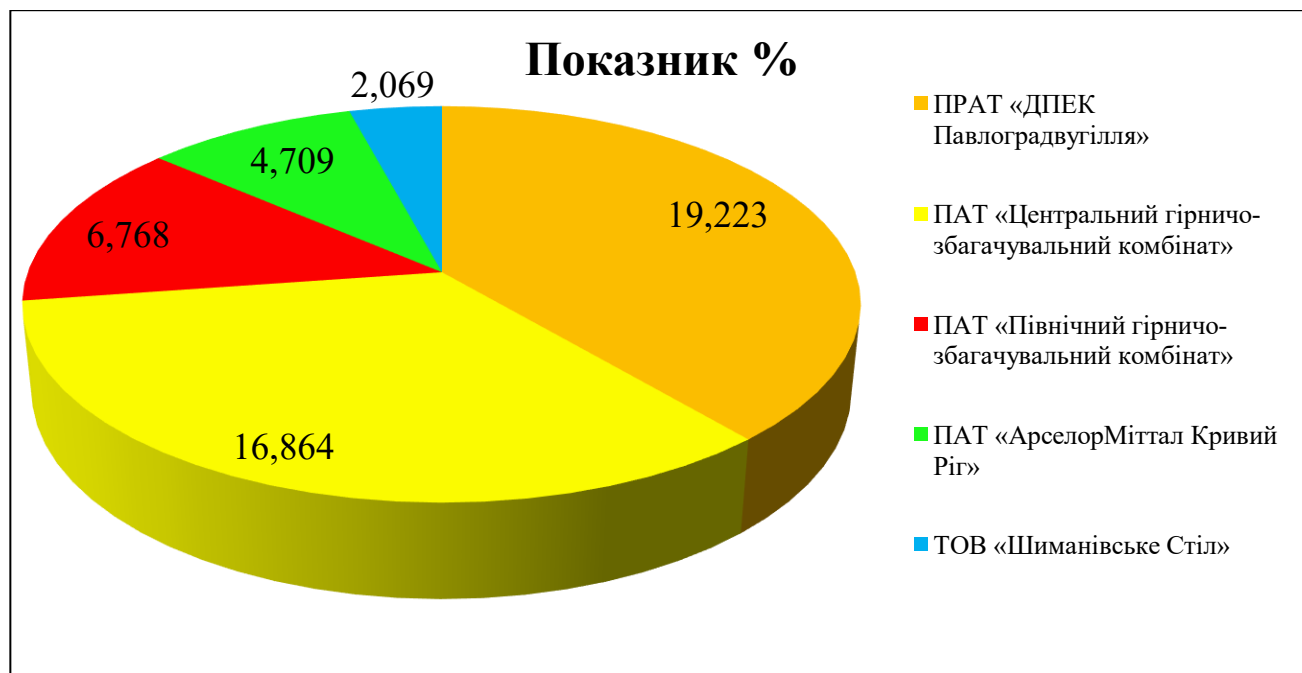
За даними державної статистичної звітності, за 2017 рік на території області утворилося 1734055,133 тис. т відходів виробництва та споживання, з них: використано 1 134 555,140 тис. т; знешкоджено 97,976 тис. т; розміщено на об'єктах 931 951,273 тис. т; у тому числі, розміщено відходів на власних об'єктах на зберігання 782 605,325 тис. т та на поховання 14 9 345,94 тис. т.

Утворення відходів у 2017 році перевищує утворення відходів 2016 року на 32 688,904 тис. т (1,92%). Зростання кількості утворення відходів зумовлене переважно збільшенням утворення розкривної породи (V клас небезпеки) у зв'язку із зростанням видобутку кам'яного вугілля. Утворення відходів V класу небезпеки для навколишнього природного середовища в 2007 році склало 1726242,350 тис. т (99,549% від загальної кількості відходів, утворених у 2007 році), що на 1,9 % більше за порівняно із 2006 роком.



**Рисунок 1.1. – Викид заражених речовин від стаціонарних об'єктів по сферах промисловості у порівнянні з ПДВ**

З урахуванням віднесення підприємств до видів економічної діяльності основна освіта відходів V класу небезпеки припадає на підприємства з видобутку корисних копалин – 1697 722,037 тис. т (98,35 %), зокрема видобуток паливно-енергетичних корисних копалин – 1 679 131,371 тис. т (97,27 %). З урахуванням віднесення підприємств до видів економічної діяльності найбільший обсяг утворення відходів припадає на підприємства з видобутку корисних копалин – 97,08%.



**Рисункок 1.2. – Промислові підприємства Дніпровської області формуючи найбільший опказників негативних викидів в повітря**

Видобуток вугілля, що виробляється протягом 150 років, призвів до різкого порушення природних ландшафтів та формування нових на території Дніпровської області та цілого Західного Донбасу, що виділяються дослідниками як Донбаський антропогенний район. Доцільно навести його коротку характеристику. До складу району входять території Дніпровської, Донецької, частково Миколаївської областей.

Площа району дорівнює 5760 кв. км. У Дніпровському географічному районі у процесі господарської діяльності виявилися порушеними усі основні природні компоненти. Зміни зазнали не тільки рослинність та тваринний світ,

але і ґрунт, дрібні та середні форми рельєфу. Змінюється режим підземних вод, відбуваються геохімічні зміни. Як у жодному іншому районі тут великі площі земель, зайнятих забудовою.

Впродовж багатьох кілометрів безперервно тягнуться селища міського та сільського типів. Терикони хаотично розкидані на території всієї області. Зайняті ними площі випадають із сільськогосподарського та лісового виробництва. Розорані простори розташовуються біля підніжжя териконів в радіусі 250 ... 400 м. Родючий шар чорноземних ґрунтів перемішаний зі змитому дощовими потоками та нанесеним вітром вугільною золою. Отже, забрудненню піддаються всі Типи ландшафтів.

В принципі, відбувається купне сірчаноокислотне вилугування. Розчини сірчаної кислоти утворюються в результаті окиснення мінералів, містять сірку, під впливом атмосферних опадів. В залежності від «віку» териконів ступінь виносу елементів з його тіла може бути найрізноманітнішою. В окремих випадках створюються сприятливі передумови накопичення елементів на техногенних геохімічних бар'єрах. Наприклад, в ґрунтах, особливо в трансупераквальних ландшафтах, акумулюються на бар'єрах В2, В3 марганець, кобальт, нікель, мідь, цинк, хром, свинець, кадмій, ртуть, уран та інші.

У тих випадках, коли сорбційні властивості природних ландшафтів різко знижені, можуть спостерігатися процеси забруднення ґрунтових і навіть підземних вод токсичними речовинами та елементами. Прикладами можуть бути факти забруднення підземних вод в окремих районах Дніпровської області, а особливо це стосується Павлоградського району де зафіксовано факти перевищення ГДК у підземних водах по кадмію та ртуті. Однак генезис цих аномалій до кінця не з'ясовано.

З 2164,5 га наданих земель на розробку корисних копалин порушено 1929,8 га, що становить 89 % від наданих на розробки. Рекультивовано 1108 га, або 57% від порушених земель. Темпи та якість рекультивації вкрай низькі. В основному ведеться технічна рекультивація шляхом засипання виробленого



простору кар'єрів розкривними породами. Рекультивовані землі практично не придатні сільського господарства.

Вплив підроблених територій гірничих відводів відпрацьованих шахт на екологічний стан селищних територій Західного Донбасу вивчено на основі натурних спостережень, виконаних ТОВ «Центр моніторингу соціально-екологічних наслідків ліквідації шахт Західного Донбасу». Відзначено підвищену кількість провалів, що утворилися над раніше ліквідованими похилими та вертикальними стволами.

Дії на ландшафт при експлуатації шахти в першу чергу пов'язані з підроблюванням земної поверхні, зміною гідрогеологічного режиму району розміщення шахтного поля і прилеглих територій.

Як наслідок основної діяльності (видобутку), відбувається ерозія рельєфу у вигляді утворення мульд просідання і опускання над відробленим простором, а також акумуляції рельєфу за рахунок відвалоутворення та відсипки терикону вміщуючими породами, що утворюються при проведенні та ремонті гірничих виробок.

Дія на водне середовище в ході ведення гірничих робіт шахтою «Павлоградська» має як поворотний, так і безповоротний характер. При відробці запасів вугілля пластів с5, с4, с3, с1 на ділянці «Хуторські №1, 2» прогнозується осідання земної поверхні нижче рівня алювіального водоносного горизонту з розвитком площ затоплення та підтоплення. Підземні водоносні горизонти палеоген-неогенових і кам'яновугільних відкладів тимчасово виснажуються, відбувається змішування і зміна фізико-хімічних властивостей вод різних горизонтів. Властивості поверхневих вод гідрографічної мережі змінюються під впливом шахтних вод, що скидаються у поверхневі водойми.

Шахта «Павлоградська» відноситься до III категорії шахт за викидами газу метану і є небезпечною по вибуховості вугільного пилу.

У процесі видобування вугілля відбувається виділення в атмосферу наступних забруднюючих речовин: сірчистий ангідрид, оксиди азоту,

окис вуглецю, марганець та його сполуки, ксилол, ацетон, толуол, спирт етиловий, барвистий аерозоль, метан, пил неорганічна, що містить SiO<sub>2</sub> 70 - 20%, зварювальний аерозоль, пил деревна і пил вугільна, пил породна. В ході гірничих робіт в атмосферне повітря викидається 1701,6 т за-забруднюючих речовин, з них 80% газу метану.

Величина фонових концентрацій основних шкідливих речовин в приземному шарі атмосферного повітря шахти «Павлоградська» приведена в табл.

Таблиця 1.4 - Фонові концентрації забруднюючих речовин

Найменування забруднюючих речовин	Код	ГДК для населених місць мг/м <sup>3</sup>	ГДК для робочої зони мг/м <sup>3</sup>	Фонова концентрація, мг/м <sup>3</sup>
Породний пил	10835	0,03	10	0,012
Вугільний пил	371	0,11	2	0,044
Сірчаний ангідрид	330	0,5	10	0,2
Двоокис азоту	301	0,085	2	0,034
Окис вуглецю	337	5	20	2
Пил неорганічний SiO <sub>2</sub> 70-20%	2907	0,3	2	0,12
Метан	4002	50		-
Азоту двоокис	301	0,4		0,16
Зола	194	0,194	4	0,12
Пил дерев'яний	4001	0,1	6	0,04

Існуючими джерелами забруднення атмосфери є:

- Котельня
- недіючий породний відвал;
- склад вугілля
- транспортний цех
- вантажний пункт вугілля
- вантажний пункт породи
- ковальський горн
- деревообробні верстати
- головний вентилятор провітрювання
- зварювальні пости №1, №2, №3

Дані забруднюючих речовин джерел викидів наведені в таблиці 1.5

Таблиця 1.5 - Дані забруднюючих речовин джерел викидів наведені в таблиці

№ джерела	Найменування джерела	Найменування забруднюючих речовин	Код	ГДК чи ОБРВ, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки	Час роботи за рік, годин	Питомі викиди, г/с	Валові викиди т/рік
15.	котельня	Зола	194	0,3	3	2730	11,5	113,02
		Двоокис азоту	301	0,085	2	2730	6,3	62,3
		Сірчаний ангідрид	330	0,5	3	2730	42,5	420,7
		Окис вуглецю	337	5,0	4	2730	15,0	148,5
7-1	Зварювальний пост №1	Зварювальний аерозоль	183	0,4	3	4032	0,024	0,348
		Марганець і його сполуки	143	0,01	2	4032	0,003	0,043
7-2	Зварювальний пост №2	Зварювальний аерозоль	183	0,4	3	4032	0,024	0,348
		Марганець і його сполуки	143	0,01	2	4032	0,003	0,043

7-3	Зварювальний пост №3	Зварювальний аерозоль	183	0,4	3	4032	0,024	0,348
		Марганець і його сполуки	143	0,01	2	4032	0,003	0,043
9.	Деревооброблювальна верстат	пил деревна	8888	0,1	-	2016	0,082	0,595
		Ксилол	616	2,0	3	1560	0,343	1,925

№ джерела	Найменування джерела	Найменування забруднюючих речовин	Код	ГДК чи ОБРВ, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки	Час роботи за рік, годин	Питомі викиди, г/с	Валові викиди т/рік
		Уайт-спірит	2752	1,0	0	1560	0,343	1,925
		Бутилацетат	1210	0,1	4	1560	0,024	0,138
		Фарбовий аерозоль	8888	-	-	1560	0,021	0,121
		Ацетон	1401	0,35	4	1560	0,19	0,106
		Спирт бутиловий	1042	0,1	3	1560	0,041	0,288
		Спирт етиловий	1061	5,0	4	1560	0,041	0,288
		толуол	621	0,6	3	1560	0,122	0,683
11.	Вентилятор головного провітрювання	Пил вугільний	371	0,11	4	8760	3,2	82,90
		метан	4002	50,0	4	8760	160,714	5068,27
3.	Завантажувальний пункт вугілля до з/д вагонів	Пил вугільний	371	0,11	4	7000	0,001	0,025
4.	Завантажувальний пункт породи в автосамоскиди	Пил породна	10835	0,03	-	550	0,055	0,11
2.	Склад вугілля	Пил вугільна	371	0,11	4	8760	0,132	4,162
13.	Ділянка рекультивації	Пил породна	10835	0,03	-	8760	0,054	1,73
		Пил неорганічний SiO <sub>2</sub> 70-20%	2907	0,15	3	8760	0,091	2,86
13-1.	Розвантаження автосамоскидів	Пил вуглепородний	10835	0,03	-	400	0,055	0,08

13-2.	Планування при рекультивації	Пил вуглепородний	10835	0,03	-	120	0,055	0,023
		Пил неорганічна SiO <sub>2</sub> 70-20%	2907	0,15	3	120	0,091	0,04
5.	Завантажувальний пункт вугілля до автотранспорту	Пил вугільна	371	0,11	4	30	3,2	0,35

Вплив на земельні ресурси та ґрунти теж менш шкідливий так як діяльність шати пов'язана з несприятливим впливами: деформація земної поверхні забруднення земного покриття викидами рідких, твердих та газоподібних речовин, зняття земель під об'єкти шахти.

### 1.3. Встановлення розмірів санітарно-захисної зони

Розміри санітарно-захисної зони для шахти «Павлоградська» прийняті згідно СОУ 10.1.00174125.003-2004 «Санітарно-захисних зони підприємств вугільної промисловості» і «Санітарним правилам планування і забудови населених пунктів» №173-96 (доповнення 4 і 6) санітарно-захисна зона для шахти «Павлоградська» складає 500 метрів.

### 1.4. Висновки з теоретичного розділу

На основі проведеного нами дослідження в даному першому розділі, виявивши основні елементи функціонування підприємства та провівши аналіз екологічних наслідків промислової діяльності підприємства ПРАТ «ДПЕК Павлоградвугілля», ми вважаємо за необхідне вдосконалення системи технологічного процесу очистки газопилових викидів ПРАТ «ДПЕК Павлоградвугілля».

## РОЗДІЛ 2. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ ГАЗОПИЛОВИХ ВИКИДІВ В УМОВАХ ШАХТИ «ПАВЛОГРАДСЬКА» ПРАТ «ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ»

### 2.1. Технології та методи очистки газопилових викидів

Головним заходом щодо захисту і відновлення повітряного басейну є очищення пилогазових викидів.

На підприємствах та шахтах на яких технологічний процес пов'язаний з видобуванням вугілля і супроводжується з викидами в атмосферу забруднюючих речовин повинні бути обладнані очисними спорудами.

Газоочисним апаратом називається елемент газоочисної установки, в якому здійснюється один із процесів уловлення твердих, рідких чи газоподібних речовин. У відповідності з Правилами технічної експлуатації газоочисних та пиловловлюючих установок всі апарати за методами очистки ділять на шість груп які наведені в (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Класифікація газоочисних апаратів

Група	Методи очистки газів	Типи газоочисних апаратів
I	Суха інерційна очистка газів від пилу	Сухі пиловловлювачі (гравітаційні, інерційні, відцентрові, ротаційні)
II	Мокра очистка газів від пилу, рідких та газоподібних домішок	Мокрі пиловловлювачі (інерційні, барботажно-пінні, конденсаційні, зернисті); скрубери (механічні, ударно-інерційні порожні, насадкові, відцентрові), скрубери центрові і т.п.
III	Очистка газів методом фільтрації від пилу (туману)	Промислові фільтри (рукавні, волокнисті, зернисті) з регенерацією імпульсною, зворотною продувкою,

		ультразвуком, механічним і віброструшуванням і т.п.
IV	Електрична очистка газів від пилу та туману	Сухі і мокрі електрофільтри (однозональні і двозональні), електромагнітні електрофільтри
V	Хімічна очистка газів від газоподібних домішок	Апарати сорбційної хімічної очистки газу від газоподібних домішок (адсорбери, абсорбери )
VI	Термічна та термokatалітична очистка газів від газоподібних домішок	Апарати термічної та термokatалітичної очистки газу від газоподібних домішок
VII	Комбінована (багатоступенева) очистка газів	Апарати інших методів очищення (комбіновані)

Для очищення викидів існують велика кількість пристроїв і апаратів для очищення від рідких та твердих, і газоподібних домішок, при комплексному використанні яких може бути досягнута високоефективне очищення пилогазових викидів. Апарати як правило, розміщують у верхніх ярусах цехового простору. Відфільтровані речовини з пилогазових викидів є чи цінним видом вторинної сировини або готовим продуктом.

На шахтах та підприємствах для очищення газів від твердих і рідких частинок існують різні методи - мокрого очищення газів, фільтрації, електростатичного осадження та сухої інерційної очистки.

Для очищення газів від газо-і пароподібні компонентів застосовують методи адсорбції, абсорбції, біохімічні реактори.

Уловлювання пилових частинок і поглинання різних газових компонентів, що містяться в промислових викидах здійснюється різними способами в пиловловлюючих апаратах: сухих, мокрих та електростатичних. До сухих пиловловлюючих апаратів відносять пилові камери, циклони, жалюзійні апарати, тканинні та волокнисті фільтри. До мокрих – скрубери (порожністі, посадкові, відцентрові та мокропруткові), мокрі циклони, барботажні та цінні апарати, апарати Вентурі, струменеві газопромивачі та ін. Електростатичне очищення виробляють електрофільтрами.

Механізм уловлювання пилових частинок залежить від способу пиловловлення та типу застосовуваного апарату. У пиловловлюючих апаратах механізм уловлювання частинок проявляється у вигляді дії різних сил: тяжкості, інерції, відцентрових сил, броунівської та турбулентної дифузії, електричного поля. Апарати, що застосовуються для очищення викидів від газових компонентів, залежно від способу очищення поділяються на абсорбційні та апарати каталітичного окиснення, в яких газові компоненти переходять в інші, найчастіше нетоксичні сполуки.

Абсорбційні апарати, що мають найбільше застосування в промисловості, зазвичай класифікують за характером поверху. ності, що утворюється на межі розділу фаз газ – рідина. До них відносять наступні апарати: плівкові (скрубери з різного роду насадкою), барботажні та розпилюючі (апарати Вентурі, струменеві газопромивачі, порожні скрубери та ін). Двигуна сила абсорбційних процесів визначається різницею концентрацій компонента в рідкій та газовій фазах.

Повнота поглинання компонентів із газової фази значною мірою залежить від умов рівноваги для конкретної системи газ – рідина. На сучасних підприємствах застосовують наступні газоочисні апарати: пилові камери, циклони одиночні та батарейні, насадкові та порожністі скрубери, апарати Вентурі, струменеві та пінні газопромивачі, електрофільтри.

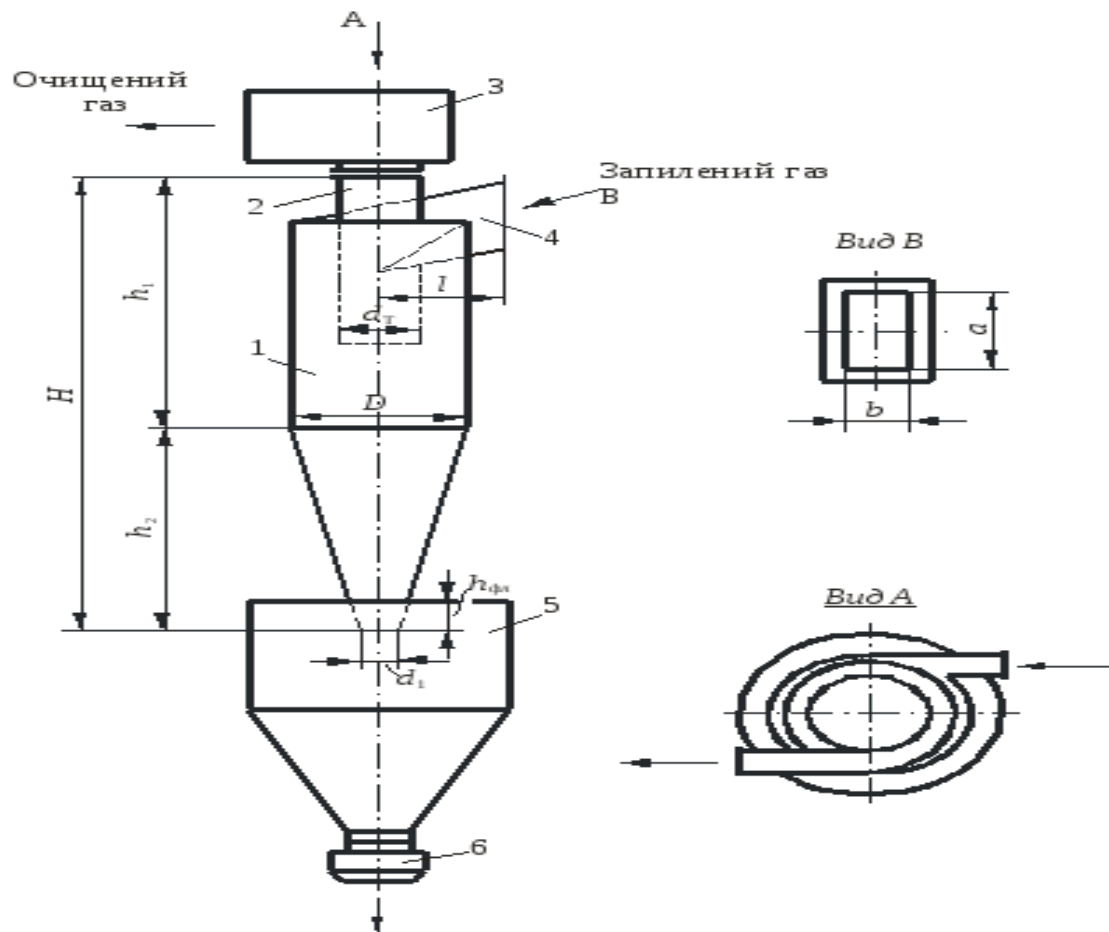


Призначені для попереднього очищення газів. Пилові камери горизонтального типу служать як перший ступінь очищення димових газів вапногенерацийних печей. Особливо доцільно їх застосування під час роботи печей на дробленому вапняку, коли запиленість димових газів у холодній головці печі збільшується і становить 35-45 г/м<sup>3</sup> сухого газу на підприємстві.

Циклони. Принцип дії циклонів полягає у відділенні пилових частинок розміром більше 8 мкм під дією центрально-біжної сили, яка виникає внаслідок поступально-обертального руху газового потоку в кільцевому просторі між корпусом циклону і вихлопною трубою. На рис. 1.5. представлений циклон конструкції Науково-дослідного інституту з санітарного та промислового очищення газів (НДІОГАЗ).

Частинки пилу, переміщуючись в пристінну область корпусу 1 циклону, беруть участь у низхідному обертальному русі газового потоку і разом з частиною газів потрапляють через пиловипускний отвір 6 в бункер циклону 7. В останньому частинки пилу відокремлюються від газів під дією сил інерції, що виникають з-напрями руху газів на 180°С.

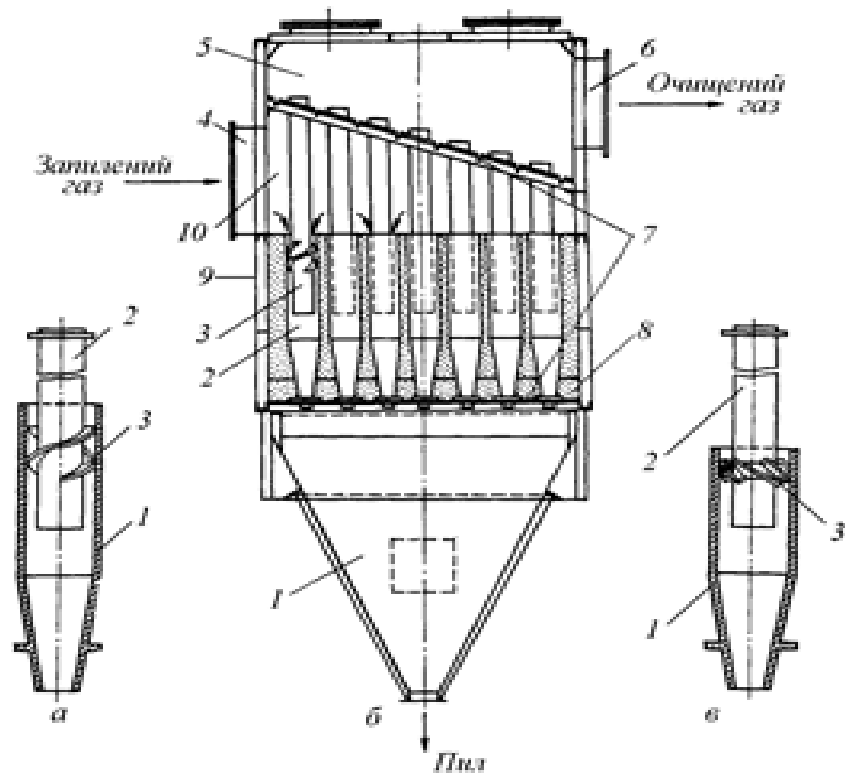
Потім частина газів, що потрапила в бункер циклону, повертається в корпус циклону через центральну частину отвору пиловипуску, утворюючи висхідний обертальний вихор. Очищені гази видаляються з корпусу циклону через вихлопну трубу 3. До нижньої частини бункера приєднується затвор пилу 8, за допомогою якого частинки пилу видаляються з апарату. Швидкість газів у вхідному патрубку становить 20-25 м/с, а швидкість газів, віднесена до повного перетину корпусу циклону, 4-5 м/с.



1 – вхідний патрубок; 2 – гвинтоподібна кришка; 3 – вихлопна труба; 4 – циліндрична частина корпусу; 5 – конічна частина корпусу; 6 – пиловипускний отвір;

**Рисунок 2.1. – Циклон конструкції НДІОГАЗ**

Поодинокі циклони встановлюють на складах сульфату, вапняку, соди і т. д., особливо при використанні пневмотранспорту. Для уловлювання пилу з газів при великих навантаженнях по запыленому газу застосовують батарейні циклони (рис. 1.6).



1 – вхідний патрубок; 2 – камера запилених газів; 3 – литий корпус циклонного елемента; 4 – вихлопна труба; 5 – напрямний апарат (типу «гвинт» нли «розетка»); 6 – пиловипускний отвір; 7 – загальний бункер-збірник уловленого пилу; 8 – камера очищених газів; 9 – нижня та верхня трубні дошки; 10 – шлак для ущільнено; // корпус секції

**Рисунок 2.2. – Секція батарейного циклону із звичайними елементами**

У цих циклонах обертальний рух газів створюється не в результаті установки вхідного патрубку по дотичній до корпусу, а за допомогою спеціальних пристроїв, що закручують, – напрямних апаратів, виконаних у вигляді «гвинта» або «розетки». Батарейний циклон являє собою пиловловлюючий апарат, складений з великої кількості циклонних елементів малого діаметра, об'єднаних в одному корпусі і мають загальні підведення та відведення газів, а також загальний бункер-збірник уловленого пилу.

Гази, що очищаються, надходять у розподільну камеру змінного перерізу 2, що забезпечує рівномірний розподіл газів по циклонним елементам. На вході кожен з них в кільцевому зазорі між корпусом елемента 3 і вихлопною трубою 4 встановлений напрямний апарат 5, що закручує гази, що містять пил, і створює таким чином умови, необхідні для процесу циклонної очистки.

Насадкові скрубери успішно застосовують для поглинання сірковмісних та інших компонентів з газових викидів. Найбільше застосування на підприємствах з порожнистих газопромивателів мають порожністі форсуночні скрубери.

Вони запилені гази піддаються очищенню під час руху через водяну завісу, що утворюється при розпилюванні рідини з форсунок. Частинки пилу захоплюються краплями, бризками та струменями рідини за рахунок дії інерційних сил, зумовлених відносними швидкостями між частинками пилу та краплями рідини. На рис. 1.7. показаний порожнистий скрубер з протиточним рухом фаз газ – рідина.



**Рисунок 2.3. – Порожнистий скрубер і схема подачі в нього води**

Для рівномірного розподілу газів по перерізу апарата в нижній частині корпусу вміщено газорозподільні ґрати. У корпусі скрубера в один або кілька рядів (ярусів) по висоті встановлені форсунки грубого розпилю 4, що допускають наявність зважених частинок пилу в рідині, що дозволяє працювати на оборотній рідині і скоротити витрати свіжої води.

Очищувані гази рухаються протитечією до рідини, що розпилюється, проходять через краплеуловитель 2 і викидаються в атмосферу. Відпрацьована рідина (пульпа) видаляється через патрубок у нижній частині скрубера. Порожні форсуночні скрубери можуть забезпечувати високий рівень очищення - 90-92%. Поряд з пиловловленням їх застосовують також для охолодження газів. Зазвичай порожні форсуночні скрубери встановлюють як ступінь попереднього очищення газів і підготовки їх до очищення в наступних апаратах – у швидкісних абсорбційних газопромивателях і електрофільтрах. До швидкісних газопромивачів відносяться апарати Вентурі.

Залежно від швидкості газів, тиску та напряму подачі зрошуючої рідини, від співвідношення між швидкостями руху газів та рідини вони можуть бути підрозділені на апарати Вентурі класичні, з попереднім дробленням зрошуючої рідини, та ежекторні (струменеві газопромиватели). Апарат Вентурі складається з труби Вентурі круглого або прямокутного перерізу та циклону-каплеуловлювача (рис. 1.8). Принцип очищення заснований на взаємодії газів з краплями, що утворюються в горловині труби Вентурі в процесі дроблення рідини, що зрошує потоком газу.

Горловині 50-120 м/с. Зрошуюча рідина подасть у конфузори безпосередньо в горловину через різні сприскові або форсуночні пристрої. Циклон-каплеуловлювач (зазвичай з тангенціальним підведенням) призначений для виділення крапель рідини з газового потоку. Апарат Вентурі можна ефективно застосовувати для очищення від пилових частинок, так і від газів. При вловлюванні пилового віднесення два ступені апарату Вентурі можуть забезпечити ефективність пиловловлення до 98%. Цей апарат можна застосовувати для абсорбції (хемосорбції) різних компонентів з димових газів.

Зрошуюча рідина надходить обсяг труби-змішувача через форсунку 3, встановлену по осі труби в її конфузорній частині. Якщо використовується кілька форсунок, їх рівномірно розміщують перед конфузорною частиною труби-змішувача 4 і встановлюють паралельно її осі. Зрошення труби-змішувача зазвичай здійснюється цільнофакельними механічними

форсунками, що складаються з корпусу та вкладиша. Принцип роботи такої форсунки заснований на взаємодії у змішувальній камері корпусу осьового та обертового потоків, які утворюються із загального потоку зрошуючої рідини за рахунок конструкції вкладиша.

Ефективність уловлювання пилового віднесення известерегенера - ціопних печей у струменевому газопромивачі становить 94-96%. Як абсорбер струменевий газопромивач застосовується для поглинання сірковмісних та інших компонентів. Ефективність очищення газів у разі досягає 95—98 %. Електрофільтр складається з двох основних частин: власне електрофільтра, тобто осаджувальної камери, через яку пропускаються гази, що очищаються, і перетворювальної підстанції з обладнанням для перетворення напруги і струму. Живлення електрофільтрів проводиться випрямленим струмом високої напруги (до 90 кВ).

Усередині осадкової камери змонтовані коронувальні та осаджувальні електроди. При проходженні запиленого газу між електродами частинки, що містяться в ньому, заряджаються і осаджуються на осаджувальних електродах. Для видалення осаджених частинок осаджувальні електроди струшуються. Ефективність уловлювання пилового винесення в електрофільтрах досягає 96%.

Залежно від типу осаджувальних електродів розрізняють електрофільтри пластинчасті та трубчасті, а за способом видалення електродів з осаджених частинок пилу - сухі і мокрі. У сухих електрофільтрах вловлюються тверді частинки, які через певні інтервали часу видаляються з струшуванням електродів. У мокрих електрофільтрах можна вловлювати тверді та рідкі частинки (крапельки туману). Тверді частинки, що тримають в облозі на електродах мокрих електрофільтрів, видаляються з електродів промиванням водою, а рідкі в міру накопичення самі стікають з електродів (явище саморегенерації).

## 2.2 Практичні рекомендації вдосконалення технологічного процесу очистки газопилових викидів ПРАТ «ДПЕК Павлоградвугілля»

Для зниження в атмосферу пилу та оксиду вуглецю, оксиду азоту від котельні, розташованої на проммайданчику шахти «Павлоградська» треба вдосконалити газоочисні споруди. Я пропоную встановити вертикальний аерозольний скруббер. В аерозольних скрубберах запилені гази пропускають через завісу розпилюваної рідини. При цьому частинки пилу захоплюються краплинами промивної рідини й осаджуються в промивачі, а очищені гази видаляються з апарата. У протитечійному газопромивнику краплини з форсунок подають назустріч запиленому потоку газів. Вони повинні бути настільки великими, щоб не виносились газовим потоком, швидкість якого становить від 0,6 до 1,2 м/с. У разі перевищеної зазначеної межі після газопромивника необхідно встановлювати крапельловлювач.

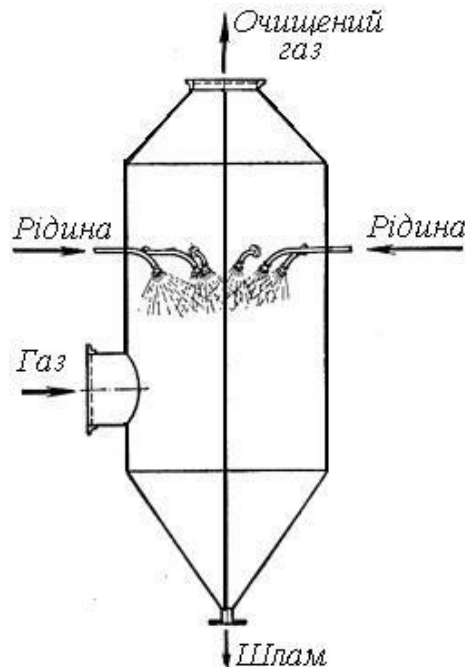


Рис. 2.4 – Схема будови й роботи вертикального аерозольного скрубера

Коефіцієнт  $K_p$ , що враховує ефект інерційного зіткнення частинок пилу з краплями рідини, обчислюють за таким співвідношенням:

$$K_p = \frac{C\rho_p d_p^2 V_{p,d}}{9\mu_G d_d} = \frac{\rho_w d_a^2 V_{p,d}}{9\mu_G d_d}$$

де  $C$  – поправковий коефіцієнт Каннінгема, безрозмірний (табл. 2.2);  $\rho_p$  – щільність частинок, г/см<sup>3</sup>;  $d_p$  – фізичний діаметр частинок, см;  $V_{p,d}$  – швидкість руху частинок (по відношенню до крапель), см/с;  $d_d$  – діаметр крапель, см;  $\mu_G$  – опір газового середовища, г/см·с (табл. 2.3);  $d_a$  – аеродинамічний діаметр частинки, см;  $\rho_w$  – густина води, г/см<sup>3</sup>.

Таблиця 2.2 – Залежність коефіцієнта Каннінгема  $C$  від розміру частинок  $d_p$

$d_p$ , мкм	$C$	$d_p$ , мкм	$C$	$d_p$ , мкм	$C$	$d_p$ , мкм	$C$
0,01	22,5	0,10	2,89	1,0	1,166	5,0	1,033
0,05	5,02	0,50	1,334	2,0	1,083	10,0	1,017

Аеродинамічний діаметр частинки  $d_a$  визначається як діаметр сфери, що має таку саму швидкість осадження, як і фізична частинка, щільність якої  $\rho_p = \rho_w = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, та розраховується за такою формулою:

$$d_a = \sqrt{\frac{18\mu v_t}{C\rho_w g}}$$

де  $\mu$  – в'язкість газу, кг/м·с;  $v_t$  – гранична швидкість осідання частинки, м/с;  $\rho_w$  – густина води, кг/м<sup>3</sup>;  $g$  – гравітаційне прискорення, г/с<sup>2</sup>.



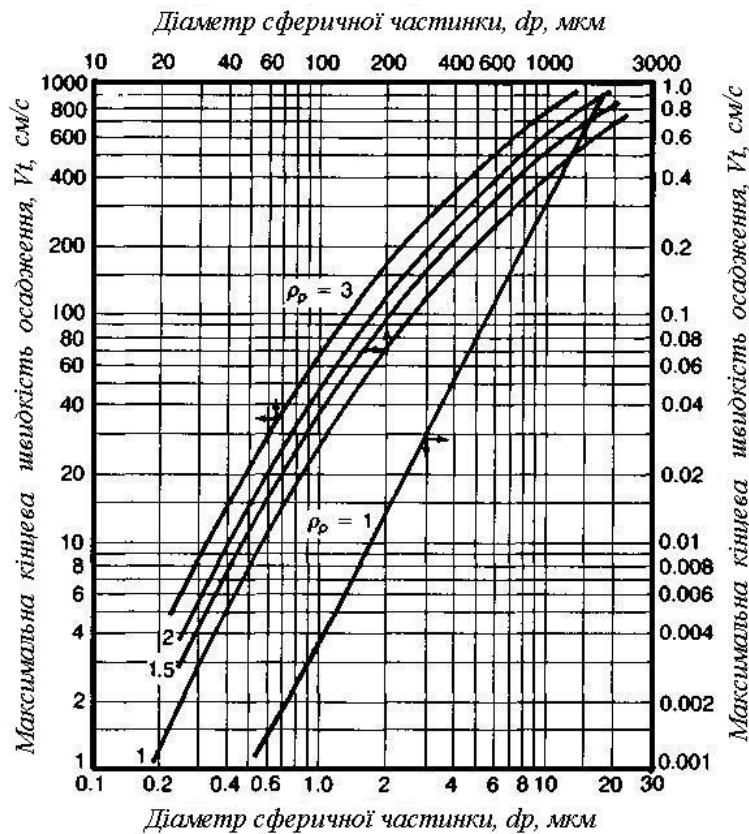


Рис. 2.5 – Значення максимальної швидкості осадження частинок

Таблиця 2.3 – Значення в'язкості повітря залежності від температури

Температура, $t, ^\circ\text{C}$	В'язкість $\mu$		
	фунт/фут·год	кг/м·год	г/см·с
10	0,043	0,064	0,000178
20	0,044	0,065	0,000181
30	0,045	0,067	0,000186
40	0,047	0,070	0,000194
50	0,048	0,071	0,000198
60	0,048	0,071	0,000198
70	0,050	0,074	0,000207
80	0,051	0,076	0,000211
90	0,052	0,077	0,000215
100	0,053	0,079	0,000219

У вертикальних скруберах швидкість переміщень частинок по відношенню до крапель відповідає кінцевій швидкості осадження крапель рідини, тобто  $V_{p,d}=V_{t,d}$ .

Загальну ефективність скрубера  $\eta_{заг}$ , %, можна обчислити за формулою

$$\eta_j = \frac{1}{1 + \left(\frac{d_{pc}}{d_{pj}}\right)^2}$$

а викид в атмосферу частинок пилу  $P$ , %, за формулою

$$\eta_{заг} = \sum_{j=1}^n \eta_j \cdot m_j$$

Розрахуємо ефективність застосування вертикального аерозольного скрубера

Розраховуємо вміст фракції пилу розміром 5 мкм у викидах після очищення у вертикальному скрубери за таких технологічних умов:  $Q_L/Q_G=1$  л/м<sup>3</sup> або 0,001 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>; поверхнева швидкість газу  $V_G=20$  см/с;  $d_d=300$  мкм;  $z=300$  см;  $T=70$  °С;  $V_{td}=120$  см/с (визначається за номограмами осадження частинок залежно від їх щільності та діаметра;  $\mu_G=0,074$  кг/м·год=0,000206 г/см·с;  $\rho_p=1,5$  г/см<sup>3</sup>).

### Розв'язування

1. Визначаємо аеродинамічний діаметр частинок  $d_a$  таким чином:

$$d_a = \sqrt{\frac{18\mu V_t}{C\rho_p g}} = \sqrt{\frac{18 \cdot 0,074 \text{ кг/м} \cdot \text{год} \cdot 0,3 \text{ см/с} \cdot 0,01 \text{ см/м}}{3600 \text{ с/год} \cdot 1,033 \cdot 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,81 \text{ м/с}^2}} = \sqrt{\frac{0,003996}{36481428}} = \sqrt{1,095 \cdot 10^{-10}} = 1,047 \cdot 10^{-5} \text{ м} = 10,22 \text{ мкм}.$$

2. Обчислюємо значення коефіцієнта  $K_p$ , тобто:

$$K_p = \frac{C\rho_p d_p^2 V_{p,d}}{9\mu_G d_d} = \frac{1,033 \cdot 1,5 \text{ г/см}^3 \cdot (0,0005 \text{ см})^2 (120 \text{ см/с})}{9,0 \cdot (0,000206 \text{ г/см} \cdot \text{с}) (0,030 \text{ см})} = \frac{0,000046485}{0,00005562} = 0,84.$$

3. Визначаємо фракційну ефективність скрубера, а саме:

$$\eta_d = \left( \frac{K_p}{K_p + 0,7} \right)^2 = \left( \frac{0,84}{0,84 + 0,7} \right)^2 = 0,298, \text{ тобто } 29,8 \%$$

4. Розраховуємо вміст частинок пилу у викиді таким чином:

$$Pt_d = \exp\left(-\frac{3Q_L V_{td} z \eta_d}{4Q_G r_d (V_{td} - V_G)}\right) = \exp\left(-\frac{3(0,001)(120)(300)(0,298)}{4(0,015)(120 - 20)}\right) =$$

$$= 2,718^{\left(-\frac{32,132}{6}\right)} = 2,718^{(-5,355)} = 0,00473 \text{ або } 0,47 \%$$

Отже, ефективність уловлювання частинок пилу діаметром 5 мкм становить 99,00%. Що буде мати необхідний ефект для зниження рівня забруднення атмосферного повітря.

### 2.3 Результати розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери

Для того, щоб концентрація шкідливої речовини у приземному шарі атмосфери не перевищувала гранично допустиму максимальну одноразову концентрацію, пилегазові викиди потрібно розсіювати в атмосфері через високі труби. При достатньо високій трубі забруднення досягають приземного шару атмосфери на значній відстані від труби (рис.1), коли вони вже встигають розсіятися в атмосферному повітрі до гранично допустимої концентрації (ГДК).

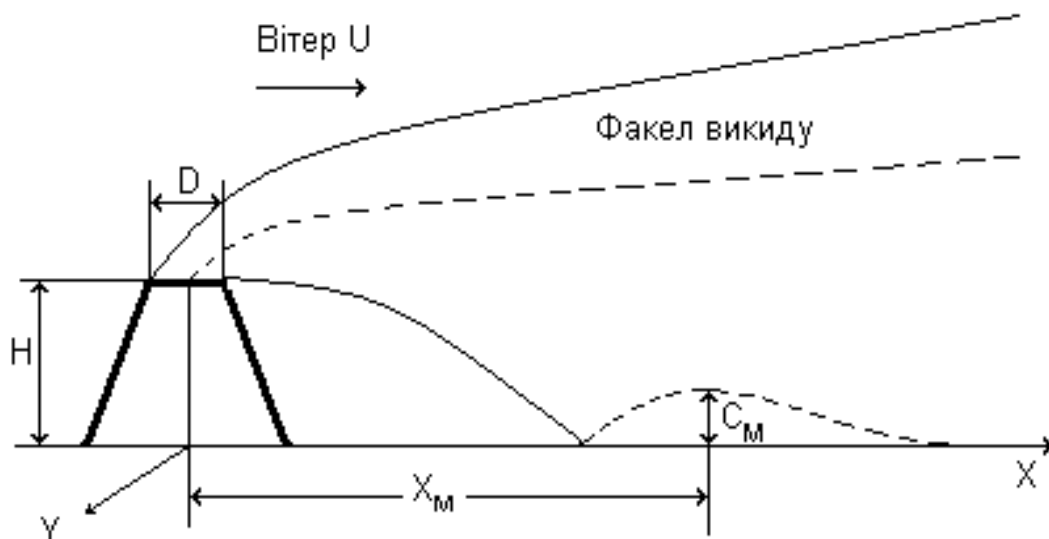


Рис 2.6. Схема розподілу концентрації шкідливих речовин в атмосфері при викиді через вертикальну трубу

Розрахунок розсіювання в атмосфері шкідливих речовин складається із визначення наступних величин:

- максимальної приземної концентрації шкідливих речовин  $C_m$  на відстані  $X_m$  від джерела при небезпечній швидкості вітру  $U_m$ ;
- максимальної приземної концентрації шкідливої речовини  $C_{mt}$  на відстані  $X_{mt}$  від джерела при швидкості вітру  $u$ , яка відрізняється від небезпечної швидкості вітру  $U_m$ ;
- концентрація атмосферного забруднення на будь-якій відстані від джерела викидів.

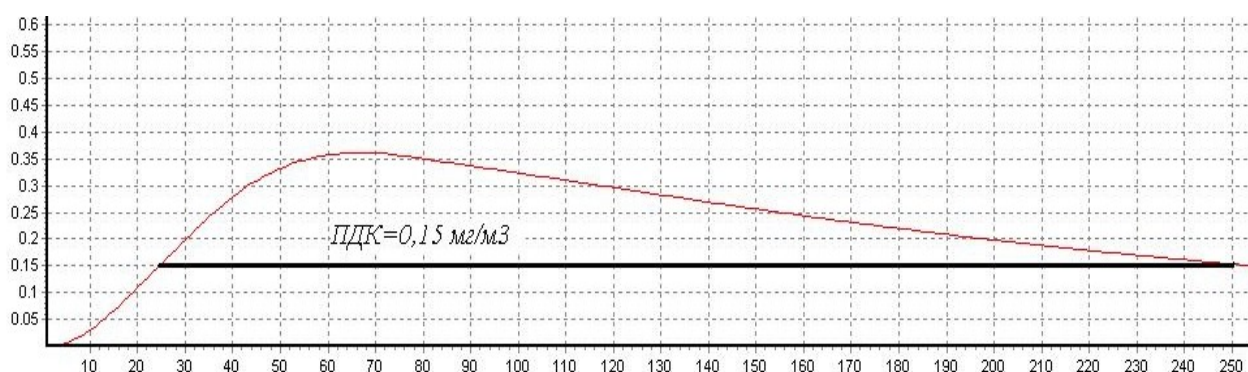
Максимальна приземна концентрація не повинна перевищувати величини ГДК для атмосферного повітря промислових підприємств та 0,8 ГДК для атмосферного повітря населених пунктів.

Якщо ця умова не виконується, то необхідно змінити величину викидів до значень гранично допустимих викидів (ГДВ), при яких концентрація шкідливих речовин в приземному шарі не перевищує ГДК.

При неможливості зниження величини викидів до значення ГДВ необхідно використати очисні споруди з ефективністю очистки  $X_f$  або збільшити висоту труби до величини  $H_m$ , при якій забезпечується не перевищення максимальної приземної концентрації шкідливих речовин значення ГДК.

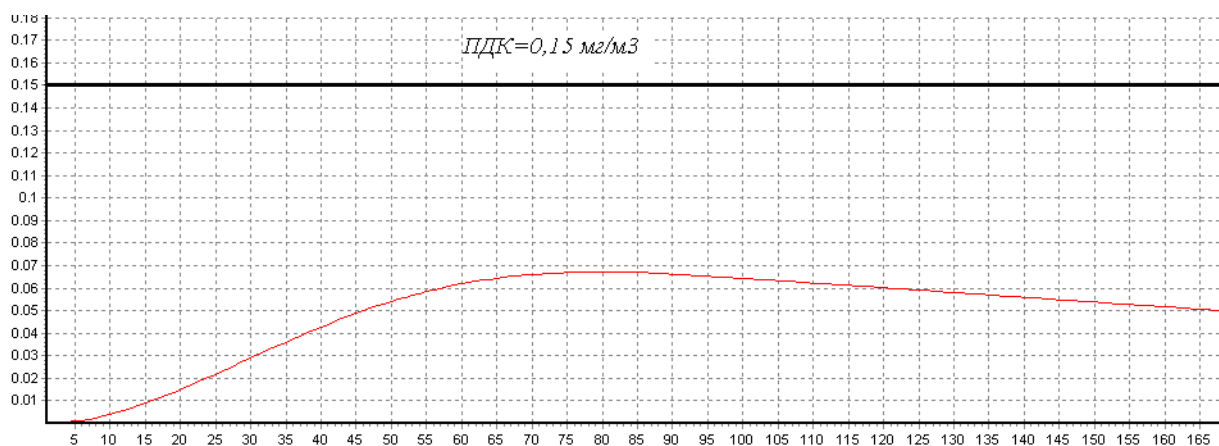
Для розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери був використаний спеціалізований програмний продукт *Airview 1.0*, розроблений на основі методики розрахунку ОНД-86 [23]. Основними вихідними даними є: швидкість газів, витрата газоповітряної суміші, діаметр

гирла викиду, висота джерела викиду, коефіцієнт стратифікації атмосфери, потужність викиду, температура газової суміші. На рис. 2.7. і 2.8 представлені результати розрахунку викидів та розсіювання твердих частинок пилу від котельні до природоохоронних заходів. З результатів розрахунку викидів твердих частинок пилу видно, що точки перетину лінії з  $C = \text{ГДК}$  будуть наступні:  $X_1 = 25\text{ м}$  і  $X_2 = 250\text{ м}$  відповідно. Максимальна приземна концентрація  $C_{\text{max}} = 0,361\text{ мг/м}^3$  виникає при вказаній середньостатистичній швидкості вітру  $u_0 = 4\text{ м/с}$  на відстані  $X_{\text{max}} = 69,7\text{ м}$ .



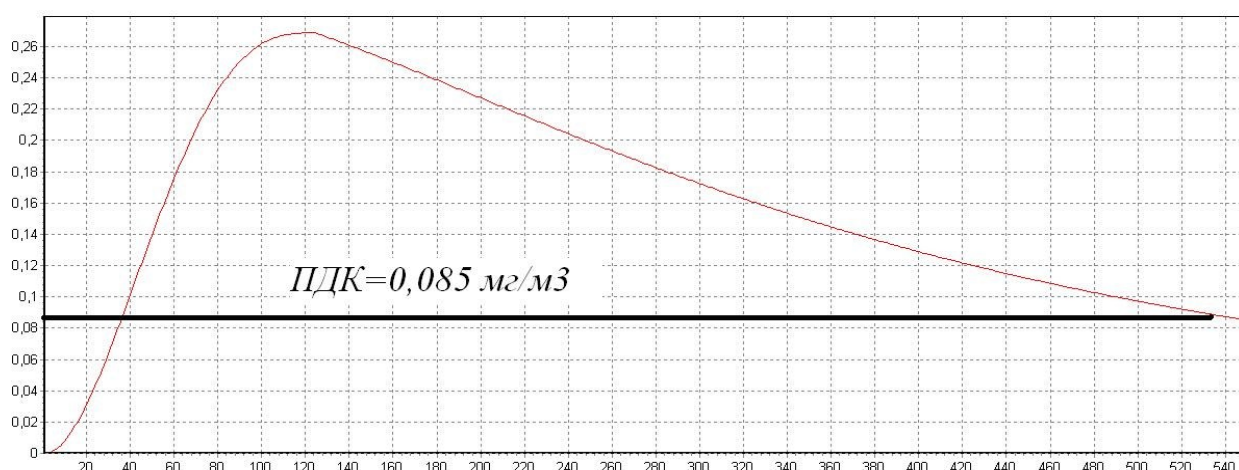
**Рисунок 2.7 – Результати розрахунку розсіювання пилу до заходів**

Згідно з рис. 2.7, порушення санітарно-захисної зони вздовж осі факела викиду спостерігається на відстані до 250 м. За умови виконання в якості газоочисного устаткування вищеописаного пилеуловителя з ефективністю пиловловлювання 99% санітарні вимоги будуть дотримані, що показано на рис. 2.15. Максимальна приземна концентрація  $C_{\text{max}} = 0,065\text{ мг/м}^3$  виникає при зазначеній середньостатистичній швидкості вітру  $u_0 = 4\text{ м/с}$  на відстані  $X_{\text{max}} = 80\text{ м}$ . Факел викиду не виходить за межі СЗЗ.



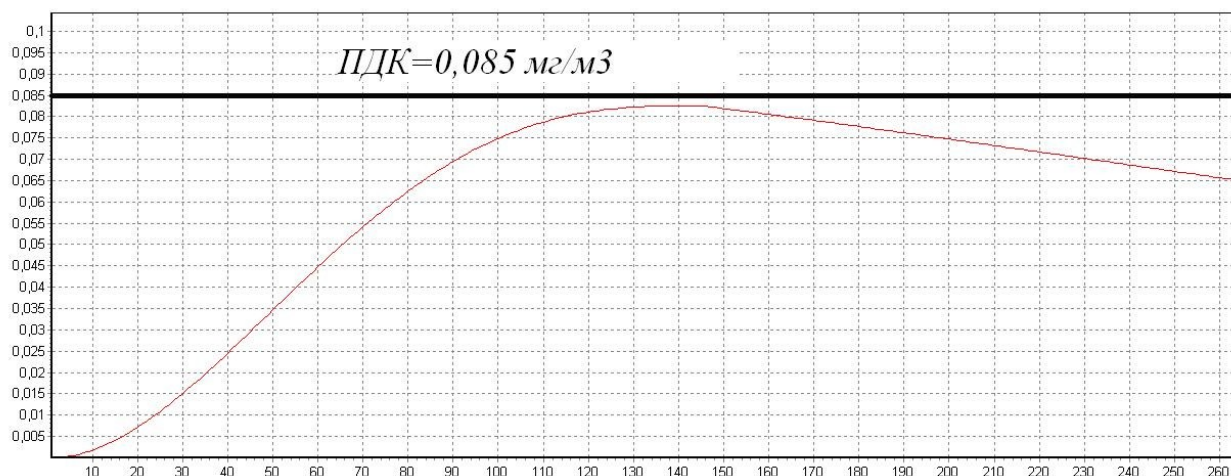
**Рисунок 2.8 – Графік розсіювання пилу після заходів**

Згідно результатів розрахунку викидів оксиду азоту ( $\text{NO}_x$ ) точки перетину лінії з  $C = \text{ГДК}$  будуть  $X_1 = 38\text{м}$  і  $X_2 = 540\text{м}$  відповідно (рис. 2.9). Максимальна приземна концентрація  $C_{\text{max}} = 0,27\text{мг/м}^3$  виникає при вказаній середньої швидкості вітру  $u_0 = 3\text{м/с}$  на відстані  $X_{\text{max}} = 121,4\text{м}$ . Факел викиду виходить за межі санітарно-захисної зони (300м).



**Рисунок 2.9 – Результати розрахунку розсіювання  $\text{NO}_x$  до заходів**

Згідно результатів розрахунку викидів оксиду азоту ( $\text{NO}_x$ ) точки перетину лінії з  $C = \text{ГДК}$  будуть  $X_1 = 85\text{м}$  і  $X_2 = 172\text{м}$  відповідно. При зазначеній середньостатистичної швидкості вітру  $u_0 = 3\text{м/с}$  на відстані  $X_{\text{max}} = 121,4\text{м}$  максимальна приземна концентрація  $C_{\text{max}} = 0,094\text{мг/м}^3$  (рис. 2.9).



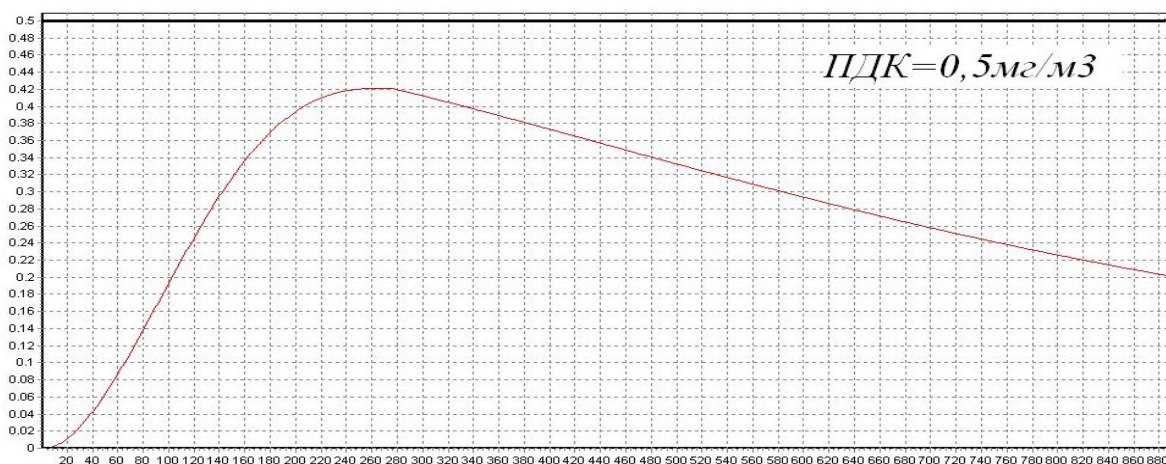
**Рисунок 2.10 - Результати розрахунку розсіювання ( $\text{NO}_x$ ) після заходів при швидкості вітру  $u_0 = 4,5 \text{ м / с}$**

Завдяки впровадженню нового очисного обладнання кількість пилогазових викидів значно знизилася з  $1,76 \text{ м / с}$  до  $0,62 \text{ м/с}$  і орієнтовна область забруднення не виходить за межі санітарно-захисної зони (300м). При швидкості вітру до  $4,5 \text{ м/с}$ , забруднення в приземному шарі атмосфери відсутня (рис. 2.10). Згідно результатів розрахунку викидів сірчистого ангідриду ( $\text{SO}_2$ ) точки перетину лінії з  $C = \text{ГДК}$  будуть  $X_1 = 75 \text{ м}$  і  $X_2 = 1200 \text{ м}$  відповідно (рис. 2.11). Максимальна приземна концентрація  $C_{\text{max}} = 1,59 \text{ мг/м}^3$  виникає при зазначеній середньостатистичній швидкості вітру  $u_0 = 3 \text{ м / с}$  на відстані  $X_{\text{max}} = 271 \text{ м}$ . Факел викиду виходить за межі санітарно-захисної зони (300м).



**Рисунок 2.11 - Результати розрахунку розсіювання  $\text{SO}_2$  до заходів**

Після впровадження другого ступеня очищення на котельні потужність викиду сірчистого ангідриду істотно знижується і орієнтовна область забруднення є незначною і факел викиду не виходить за межі санітарно-захисної зони (300м). При швидкості вітру до 4,5 м/с, забруднення в приземному шарі атмосфери відсутня (рис. 2.12).



**Рисунок 2.12 – Результати розрахунку розсіювання SO<sub>2</sub> після заходів при швидкості вітру  $u_0 = 4,5$  м/с**

Отже, запропоновані і обґрунтовані апарати газоочистки є доцільним природоохоронним заходом для підвищення рівня екологічної безпеки на виробничому комплексі шахти.



## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розглянуто систему очистки газопилових викидів в умовах шахти «Павлоградська» ПРАТ «ДТЕК Павлоградвугілля». Було виявлено що в атмосферне повітря викидаються шкідливі речовини такі як: пил, діоксид вуглецю, оксид азоту, сірчистий ангідрид вміст який негативно впливає на здоров'я людей та навколишнє середовище.

Для підвищення ефективності пилогазоочиски та зниженню викидів в атмосферу шкідливих речовин від котельні, розташованої на проммайданчику шахти «Павлоградська» мною було запропоновано встановлення вертикального аерозольного скрубера.

Згідно з розрахунками, аналізуючи отримані данні треба відмітити, що після впровадження нових технологій очистки газопилових викидів, а саме установки вертикального аерозольного скрубера ефективність уловлювання забруднюючих речовин становить 99 %.

Результати розрахунків розсіювання речовин в приземному шарі атмосфери свідчать, що установка вертикального аерозольного скрубера є ефективним заходом, що дозволяє суттєво знизити викиди не тільки пилу (більше 99%), але і сірчаного ангідриду (близько 80%) і окису азоту ( до 50%).

Також можливо уловлювання незначної частки оксидів азоту. При цьому, ступінь їх розчинності в воді значно варіює (від 0 для NO до 55...80% для NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Це пов'язано з досить високим ступенем очистки газоповітряної суміші на новому очисному спорудженні, яке було встановлені на шахті.

Тобто, можна зробити висновок, що впровадження нових технологій з очистки газоповітряної суміші від забруднюючих речовин на підприємстві було здійснено доцільно.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Экологические основы природопользования /Н.П. Грицан, Н.В. Шпак и др. – Днепропетровск, ИППЭ НАН Украины, 1998 – 409 с.
2. Природоохоронні технології. Частина 1. Захист атмосфери: навчальний посібник / Северін Л.І., Петрук В.Г., Васильковський І.В. – Вінниця: ВНТУ, 2012.-388с.
3. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2017 році. – К. :Центр екологічної освіти та інформації, 2018. – 361 с.
4. Очистка воздуха от пыли на горнорудных предприятиях ( Текст) / Жовтуха Г.А., Стуканов В.И., Янов А.П., Седюк Н.М. / Киев: “Техніка” , 1997 - 150с.
5. Охрана окружающей среды в горной промышленности. В.И. Николин, Е.С. Матлак. – К.: Вища школа. 1987 г. - 192с.
6. Зубик С.В. Техноекологія: Джерела забруднення і захист навколишнього середовища. – Львів: Оріяна-Нова,2007. – 304с.
7. Инженерная экология (Текст): Учебник / Под ред. Проф. В.Т.Медведева. – М.: Гардаки, 2002.-687 с.
8. Израель Ю.А Экология и контроль состояния природной среды,- М., Гидрометеиздат, 1984 – 548с.
9. Очистка газопилових викидів. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт студентами напрями підготовки Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування / О.С. Ковров, Ю.В. Бучавий – Д.: Національний гірничий університет , 2013.- 50с.
10. Правила безпеки у вугільних шахтах. - К.: Основа. 1996. - 121 с.
11. Джигирей, В.С. Екологія та охорона навколишнього середовища [Текст]: Контроль якості води/ Навч. посібник / В.С. Джигирей. – К.: Знання, 2000. — 203 с.
12. Иваненко И.С. Человек и окружающая среда [Текст] / Проблемы

- неоэкологии, Харьков: Выпуск 3, Изд-во ХНУ, 2008. - 96 с.
13. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасные уровни воздействия загрязняющих веществ (ОБУВ) в атмосферном воздухе населенных мест [Текст] / Донецк: УкрНЭК, 1998. - 138 с.
  14. Правила технічної експлуатації установок очистки газа. Затверджено наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 06.02.2009 № 52. [Електронний документ]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0327-09>.
  15. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки [Текст]: Учебное пособие. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. - с.: ил., библиогр.
  16. Основные схемы и оборудование для очистки от пыли отходящих газов на предприятиях угольной промышленности [Текст]. – Пермь: ВНИИОСуголь, 1974. – 256с.
  17. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2016 році. – К. :Центр екологічної освіти та інформації, 2017. – 383 с.
  18. Ушакова, К.Д. Охрана труда (Текст): учебник для вузов / под.ред. К.Д. Ушакова. – М.: Вода, 1986.- 624 с.
  19. Друцкий А.В., Смольский М.В. Система двухэтапной очистки газовых выбросов [Текст] / Экология и промышленность России, № 3, 2003 г., с. 12-13.
  20. Алиев Г.М. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов [Текст]. - М.: Металлургия, 1986.- 544 с.
  21. Штраус В. Контроль загрязнения воздушного бассейна [Текст] / В. Штраус, С.Д. Мэйнуорринг / Под ред. А.И. Пирумова. – М.: Стройиздат, 1989. - 144 с.
  22. Основи технологи гірничних робіт: Навч. Посібник /За ред. К.Ф. Сапицького. - К.: ІСДО. 1993. - 196 с.

23. Гузеев А.Г., Гудзь А.Г., Пономаренко А.К. Технология строительства горных предприятий: Учебник для вузов. - К. - Донецк: Вища школа. 1996. - 392 с.
24. Экотехника. Защита атмосферного воздуха от выбросов пыли. Под редакцией Чекалова Л.В. Ярославль. «Русь», 2004. – 301 с.
25. Павелко А.О., Бучавий Ю.В. Особливості застосування термокаталітичних установок для очищення пилогазових викидів котельних // Молодь: наука та інновації: Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (Дніпро, 27 листопада 2020 року). – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. Т.10 – С. 180–181.
26. Сборник показателей эмиссии загрязняющих веществ в атмосферный воздух различными производствами (Текст) / Украинский научный центр технической Экологии. – Донецк, 2004.
27. Бережной С.А., Седов Ю.С. Сборник типовых расчетов и заданий по экологии [Текст]: Уч. пособие. - Тверь: ТГТУ, 1999.
28. Очистка и рекуперация промышленных выбросов [Текст]/ Под ред. Максимовна В.Ф. и Вольфа И.В. - Изд. 2-е. М.: Лесная промышленность, 1991.- 640 с.
29. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и воде [Текст]. – Л.: Химия, 1975.
30. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами [Текст]. - Л.: Гидрометеиздат, 1986. -183 с.
31. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий [Текст] -Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 92 с.
32. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини: Навчальний посібник [Текст].- Львів, 1999. – 79 с.
33. Закон України «Про охорону праці». – (Електронний ресурс) / Режим

- доступа: URL: Офіційний сайт Верховної Ради України [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua).
34. Безпека людини у життєвому середовищі [Текст]: За редакцією В.І. Голінька. Навчальний посібник для студентів / В.І. Голінько, М.В. Шибка, Г.О. Мірошник та ін. - Діпропетровськ: НГА України. 1997-165с.
  35. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны” [Текст]. - М.: Госкомгидромет, 1989. -140 с.
  36. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними і біологічними речовинами)/ Офіційне видання. ДСП-201-97 [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 116 с.
  37. Безпека життєдіяльності: навчальний посібник / автор-упор. Лукашук-Федик С.В. – Тернопіль: ФО-П Шпак В.Б., 2015 – 386 с.
  38. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 № 2059 – VIII.
  39. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06. 1991 № 1264-XII.
  40. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992г. № 2707 - XII