

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет технології виробництва і переробки продукції тваринництва,  
стандартизації та біотехнології**

**Кафедра птахівництва, якості та безпечності продукції**

**Спеціальність 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»**

Допустити до захисту

Рекомендувати до захисту

Декан \_\_\_\_\_ Михайло ГИЛЬ

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ Людмила ПАТРСВА

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022р.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 р.

**Метрологічний контроль забруднення навколишнього середовища**

**від викидів стаціонарних джерел в умовах**

**ТОВ «Ліміт Плюс» м. Миколаїв**

**04. 05. – ДР. 9-О 220110. 012**

**Виконавець:**

**Здобувач вищої**

**освіти II курсу \_\_\_\_\_ Тетяна ЧЕРЕНКОВА**

**Науковий керівник:**

**доцент \_\_\_\_\_ Олексій СТАРОДУБЕЦЬ**

**Науковий керівник:**

**асистент \_\_\_\_\_ Ірина КАНИЦЬКА**

**Рецензент:**

**професор \_\_\_\_\_ Тетяна ПІДПАЛА**

**Миколаїв – 2022**

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Стан атмосферного повітря в Україні	8
1.2. Основні забруднюючі речовини в організованих викидах стаціонарних джерел	9
1.3. Метрологічні характеристики приладів для вимірювання пилу в стаціонарних джерелах	17
1.4. Шляхи зменшення викидів в атмосферне повітря стаціонарних джерел	22
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ	26
2.1. Місце та об'єкт досліджень	26
2.2. Методика виконання роботи	28
РОЗДІЛ 3. Розрахунково-технологічна частина	32
3.1. Принцип роботи циклона 4БЦШ-450-4СП	32
3.2. Система очистки на підприємстві ПрАТ «Засільське ХПП» гравіметричним методом	36
3.3. Економічна частина	50
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	53
РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	58
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	62
ВИСНОВКИ	66
ПРОПОЗИЦІЇ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	68

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота виконана обсягом 72 сторінки комп'ютерного тексту з 1,5 інтервалом між рядками. Має в своєму складі 5 таблиць,

При написанні дипломної роботи використано 47 літературних джерел, найменувань спеціальної, довідникової літератури та періодичних видань.

---

Для виконання теми: «Метрологічний контроль забруднення навколишнього середовища від викидів стаціонарних джерел в умовах ТОВ «Ліміт Плюс» м. Миколаїв.

Об'єктом дослідження були показники аналізу викидів в атмосферне повітря від діяльності стаціонарних джерел, циклони типу 4БЦШ-450-4СП та ефективність їх роботи.

Метою досліджень була оцінка впливу виробничої ПрАТ «Засільське ХПП» на навколишнє середовище, виявлення джерел небезпеки та викидів, формування пропозицій щодо їх усунення.

Предметом дослідження є показники забруднення атмосферного повітря шкідливими речовинами.

Задачами досліджень було проаналізувати роботу циклонів в умовах ПрАТ «Засільське ХПП» та дослідити ефективність очистки від зернового пилу в робочих умовах. Дані дослідження були опубліковані у збірнику студентських наукових статей.

Наведено висновки по матеріалам роботи та надано пропозиції для впровадження в технологічний процес в підприємстві.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

CO	- оксид вуглецю
ЗВТ	- засобами вимірювальної техніки
Пил	- суспендованих твердих частинок
$q_{vp}$	- об'ємна витрата газу
$t_p$	- температура перед ротаметром
$p_p$	- тиск
$\vartheta_i$	- швидкість потоку газу в і- тій точці
$q'_{vp}$	- об'ємна витрата газу
T	- тривалість відбору проби
$p_a$	- атмосферний тиск у період відбору проби
$p_p$	- розрідження перед ротаметром пристрою аспіраційного
$t_p$	- температура газу перед ротаметром пристрою аспіраційного
$\vartheta$	- швидкість газового потоку
d	- діаметр труби
РІНР	- рятувальні та інші невідкладні роботи
НЦО	- начальник цивільної оборони
ЦО	- цивільна оборона
ОГ	- об'єкт господарювання
ГДК	- гранично допустимі концентрації

## ВСТУП

Сучасний стан забруднення атмосфери є серйозною екологічною проблемою, яка негативно впливає на умови життя на Землі, здоров'я населення, в цілому на екосистеми і розвиток сільськогосподарських культур, призводить до несприятливих екологічних наслідків таких як закислення ґрунту та води, глобальне потепління, виснаження озонового шару тощо [27].

В результаті діяльності промислових підприємств постійно зростає кількість викидів з різноманітними домішками в атмосферне повітря [27].

Відповідно до джерел утворення атмосферних домішок, виділяють природні та штучні або антропогенні джерела забруднення. До природних джерел відносяться пилові бурі, виверження вулканів, пожежі в лісах та степах, руйнування гір, космічний пил. Але найбільше забруднює атмосферу людська діяльність. Насамперед, це розвиток промисловості, робота генеруючих теплових електростанцій та теплоелектроцентралей, забруднення радіацією, побутові відходи, активне використання всіх видів транспорту, викиди стаціонарних джерел [22, 27].

Контроль кожного газопилового викиду стаціонарних джерел в атмосферне повітря проводяться в акредитованих лабораторіях згідно затверджених методик [22, 29].

Екологічна лабораторія ТОВ «Ліміт Плюс» визнана спроможністю на проведення згідно Сертифікату №РН/01/2020, виданого 20 березня 2020 року та атестату акредитації GAS.L804.024 виданий 15.03.2021р. [29].

Екологічна лабораторія ТОВ «Ліміт Плюс» забезпечена для визначення викидів газопилових промислових методиками виконання вимірювань в організованих викидах стаціонарних джерел наступними методами: гравіметричним, титрометричним, фотоколориметричним. Методики розроблені Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України науково-дослідною установою українського науково-дослідним інститутом екологічних проблем [28].

ТОВ «Ліміт Плюс» здійснює контроль за станом стічних (скид в природні водойми), природних вод, атмосферного повітря та промислових викидів в атмосферу[29].

Лабораторія забезпечена засобами вимірювальної техніки (в подальшому ЗВТ) та допоміжним обладнанням в обсязі, необхідному для виконання вимірювальних робіт згідно з галуззю акредитації [30].

Кожний вид робіт досліджень в повному обсязі забезпечений нормативними документами (ГОСТ, ОСТ, ДСТУ, ТУ, КНД, РД, тощо), які регламентують вимоги до хімічного складу, фізико-хімічних та фізико-механічних властивостей об'єктів, методик виконання вимірювань та випробувань [29, 30].

Забезпечення нормативно-методичними документами проводиться централізовано в установленому на підприємстві порядку. Облік нормативно-технічних, методичних документів, які надходять в ТОВ «Ліміт Плюс» та їх актуалізацію здійснюють уповноважений по стандартизації. Всі вимірювальні роботи в обсязі акредитації забезпечені засобами вимірювальної техніки, випробувальним та допоміжним обладнанням, посудом, хімічними реактивами [30].

Контроль за якістю проведення вимірювань передбачає наступні заходи:

- контроль правильності застосування нормативної документації: перевіряються відповідність об'єктів вимірювань і нормативної документації, термін дії нормативно-технічної документації;

- оперативний контроль якості вимірювань, випробувань: перевіряються відповідність складності робіт кваліфікації виконавця, наявність необхідних приладів, ЗВТ, хімічних реактивів, стандартних зразків, перевіряються дотримання правил виконання робіт та точність проведених розрахунків;

- статистичний контроль точності вимірювань: виконання контрольних вимірювань кількома фахівцями;

- При виявленні незадовільної якості вимірювань визначаються причини та вживаються заходи по усуненню виявлених недоліків [10, 30].

Результати вимірювальних робіт реєструються в журналах установлені форми. За результатами виконаних аналізів та випробувань оформлюються офіційні бюлетені, які передаються замовнику один раз в одному примірнику. Бюлетені підписують виконавець, провідний інженер-лаборант та директор лабораторії ТОВ «Ліміт Плюс» [22,30].

Заявки на проведення вимірювальних робіт, журнали реєстрації отриманих результатів зберігаються в архіві лабораторії. Відповідальність за зберігання архівів несуть провідні спеціалісти лабораторії [30].

У даній роботі було проведено дослідження забруднюючих речовин в організованих викидах стаціонарних джерел суспендованих твердих частинок (пилу) гравіметричним методом згідно методики виконання вимірювань МВВ «Викиди газопилові промисловості». Методики виконання вимірювань масової концентрації речовин у вигляді суспендованих твердих частинок в організованих викидах стаціонарних джерел гравіметричним методом №081/12-0161-05 від 25.02.2005р., а саме надіючому підприємстві ПрАТ «Засільське ХПП» та визначимо ефективність очистки повітря групою 4-х циклонів 4БЦШ-450 та чи відповідає очистка нормам вказаним в технічній документації [17].

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Стан атмосферного повітря в Україні

Зазначається як незадовільний, а у деяких регіонах - вкрай загрозливий. Такий стан обумовлений вперш за все структурною деформацією економіки, коли перевага надається розвитку сировинно-видобувних і метало ливарних (металургійних, гірничорудних, хімічних) досить брудних і надзвичайно екологічно небезпечних галузей промисловості [3, 35].

Економіці України властива також висока питома вага ресурсних та енергоємних технологій, впровадження і нарощування яких у промисловості та сільському господарстві здійснювалося найбільш «дешевим» способом - без будівництва відповідних очисних споруд [3].

Роки безконтрольної експлуатації природних ресурсів призвели до того, що у багатьох районах забруднення повітря у десятки разів перевищує гранично допустимі норми [4].

Головним джерелом забруднення атмосферного повітря в Україні від викидів стаціонарних джерел є підприємства паливно-енергетичного комплексу - 36% від загального обсягу викидів, підприємства обробної - 35% та видобувної промисловості - 25%. Основними забруднюючими речовинами є оксиди вуглецю, азоту, діоксиди сірки, аміак, феноли, формальдегід, бензапірен, пил. Хоч обсяги викидів забруднюючих речовин останнім часом, передусім через зупинку багатьох підприємств, зменшилися, проте в деяких промислових регіонах вони і нині значно перевищують гранично допустимі норми.. Одне з провідних місць у забрудненні атмосферного повітря належить автотранспорту - на нього припадає понад третина усього обсягу викидів забруднюючих речовин в Україні, а в деяких містах більше, ніж половина. Понад 65% свинцю, 54% - оксиду вуглецю, 32% - вуглеводнів та 24% - оксидів азоту від загальної для країни кількості цих речовин потрапляють в атмосферу завдяки роботі



автотранспорту. Особливе занепокоєння викликають понад тисячу шкідливих хімічних підприємств, більше половини продукції яких йде на експорт, більшість з яких розташовано в Донецької та Луганської областях. За останніх 10 років в цьому регіоні подвоїлась кількість дітей які народжувалися тут з відхиленнями. Не кращий стан атмосферного середовища у всьому Донецько-Придніпровському регіоні, Черкасах, Києві та Одесі [3, 35].

Економіка республіки не була орієнтована на такі «дрібниці», як турбота про екологічно чисте середовище, екологічно безпечні технології виробництва, здоров'я людей. Навіть зараз, коли здавалося б, усім зрозуміло, що господарювати, як раніше, згубно. На своїй рідній землі продовжуємо господарювати не як справжні володарі національних багатств, а ніби тимчасові окупанти [2, 3, 35].

Велику стурбованість викликає неблагополучна в екологічному відношенні столиця України. Так, Київ, який, по суті, не має металургійної і видобувної промисловості, за загазованістю повітря, в тому числі й автотранспортом, попереду таких промислових центрів, як Запоріжжя, Кривий Ріг, Харків, Макіївка, Комунарськ. Індекс забруднення в Києві у 6 разів вищий, ніж у Львові. Обсяги викидів продуктів промисловості й транспорту (насамперед, сірковуглецю, діоксиду азоту, фенолу й аміаку) постійно зростають і сягають вже 330 тис. т на рік. З понад 40 тис. промислових підприємств і об'єктів міста лише третина має очисні споруди. Серед злісних отруювачів повітря - 5 гігантських ТЕЦ і десятки районних котелень із застарілою системою очищення, які зараз перейшли на «альтернативне» паливо природному газу – вугіль, що значно вплинуло на збільшення рівня забруднення [3,36].

## **1.2. Основні забруднюючі речовини в організованих викидах стаціонарних джерел**

Речовини, що викидаються, стаціонарними джерелами створюють певні ризики для здоров'я населення, що залежать від вмісту цих речовин у повітрі та

їх токсичності. Проте, в основі сучасного регулювання викидів виступають не показники ризику, а граничнодопустимі викиди, що встановлюють підприємствам лише за граничнодопустимими концентраціями небезпечних і шкідливих речовин. Це не дозволяє в повній мірі оцінити негативний вплив певного підприємства на стан довкілля прилеглої території та прогнозувати показники стану здоров'я населення. З іншого боку, врахування ризиків для здоров'я населення від забруднення атмосфери потребує постійного контролю вмісту небезпечних речовин у повітрі, а також визначення їх частки у приземних концентраціях. Існуючий місцевий лабораторний контроль є дуже витратним і не дозволяє охопити всю територію міста [6, 34].

Пріоритетними джерелами забруднення атмосфери в населених пунктах є організовані стаціонарні джерела забруднення атмосфери. Пріоритетними забруднювачами атмосфери промислових міст є: формальдегід, двооксид азоту, оксид вуглецю, оксид азоту, фенол, фтористий водень, бензапірен, зважені речовини (пил), аміак, за якими визначають сумарні індекси забруднення атмосфери, що потребує постійного контролю вмісту указаних забруднювачів на територіях міст, а також визначення частки цих забруднювачів у приземних концентраціях [6, 34].

Відповідно до ст.33 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» та ст.8 Закону України «Про охорону атмосферного повітря», встановлює порядок розробки та затвердження нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря стаціонарними джерелами [20].

Гранично допустимий викид - науково-технічний норматив, встановлений при умові, що вміст забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери від джерела або їх сукупності, з урахуванням перспективи розвитку промислових підприємств, не перевищував би нормативів екологічної безпеки атмосферного повітря: граничнодопустимих концентрацій забруднюючих речовин у атмосферному повітрі для людей і об'єктів навколишнього природного середовища. Значення гранично допустимих викидів розробляється у складі:

проектів нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря від стаціонарних джерел для підприємств, зведених проектів нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря по місту або населеному пункту [5, 20].

Для оцінки темпів зниження викидів визначається масова величина викиду в тонах за рік по кожному стаціонарному джерелу і кожній із забруднюючих речовин, а також в цілому по підприємству при повному навантаженні технологічного обладнання з урахуванням часової нерівномірності викидів, сировини і матеріалів, що використовуються, а також з врахуванням планового ремонту технологічного і газоочисного обладнання [20].

Для діючих підприємств, якщо в повітрі міст або населених пунктів концентрації забруднюючих атмосфери речовин перевищують гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених пунктів, зазначення гранично допустимий викид на даний час не можуть бути досягнуті, то за узгодженням з органами Мінекобезпеки України та з органами Міністерства охорони здоров'я України передбачається поетапне, з вказівкою тривалості кожного етапу, зниження викидів забруднюючих речовин до значень гранично допустимий викид. На кожному етапі, до забезпечення значень гранично допустимий викид, встановлюються тимчасово погоджені величини викидів забруднюючих речовин в атмосферу і заходи по їх досягненню [2, 5, 21].

При недотриманні затверджених допустимих норм підприємствами та перевищення ними може призвести до наступних наслідків.

Оксиди азоту NO - безбарвний газ, клас небезпеки-3, у високих концентраціях міститься у атмосферному повітрі лише поблизу джерел викидів. У міру віддалення джерела окислюється до діоксиду азоту (NO<sub>2</sub>). Оксиди азоту накопичуються у нижніх шарах атмосфери. Основні джерела: процеси горіння при високих температурах, вихлопні гази автомобілів викиди підприємств, теплоелектростанції. Вплив на організм: дихальні шляхи Оксид азоту не дратує дихальні шляхи людини і тому людина може її не відчувати. Нервова система:

тривалий вплив високих концентрацій може викликати паралічі та судоми. Кровоносна система: зв'язує гемоглобін крові, що призводить до дефіциту кисню в тканинах та інших негативних наслідків. Вплив на навколишнє середовище: кислотні дощі у процесі реакції оксидів азоту з водою під час дощу утворюється азотна кислота, яка, при певній концентрації, згубно впливає на рослинність, об'єкти та живі організми; зміг поглинаючи природну радіацію як в ультрафіолетовій, так і видимій частині спектру, оксиди азоту знижують прозорість атмосфери і сприяють утворенню фотохімічного туману-смогу [24].

Зважені речовини (пил) –у повітрі робочої зони виробничих приміщень, концентрація зернового пилу повинна складати не більше 4 мг/дм<sup>3</sup>, борошняного – 6 мг/дм<sup>3</sup>, оскільки такий пил негативно впливає на здоров'я обслуговуючого персоналу, є причиною виникнення пожеж і вибухів на хлібоприймальних та зернопереробних підприємствах, а потрапляючи у навколишнє середовище забруднює його [14, 43].

Оксид вуглецю. Отруєння може статися під час роботи бензинових двигунів, при згоранні природного газу, при пожежах та на деяких промислових підприємствах. Велика кількість смертельних випадків стається в закритих приміщеннях з відсутньою вентиляцією. Чадний газ, або монооксид вуглецю (міжнародна назва – карбон моно оксид), хімічна формула – CO (оксид вуглецю)-це безбарвний газ, дуже небезпечний, бо не має запаху, а тому його неможливо відчутти, без кольору, смаку; горить синім полум'ям до утворення вуглекислого газу – діоксиду вуглецю (CO<sub>2</sub>). За токсичністю він близький до синильної кислоти. Механізм біологічної дії цієї отрути на організм людини відомий. Потрапляючи у кров він сполучається з гемоглобіном, утворюючи стійке з'єднання – карбоксигемоглобін (H<sub>6</sub>CO) та робить його нездатним розносити кисень організмом, і людина гине від задухи. Небезпека полягає ще й у тому, що чадний газ має кумулятивні властивості і впливає на людину навіть у невеликих концентраціях. Зниження і підвищення температури повітря, зменшення концентрації кисню, а також підвищене фізичне навантаження, шум, вібрація підсилюють токсичну дію CO [13, 46].

Домішки деяких хімічних речовин можуть посилювати або незначно знижувати його дію. Виявляються статеві і вікові особливості реакції організму на вплив СО: жінки більш, ніж чоловіки, стійкі до токсичної дії цієї отрути, а маленькі діти більш стійкі, ніж літні люди. Особливо до нього чутливі підлітки і вагітні жінки. При отруєннях в перші три місяці вагітності можливі каліцтва плоду або розвиток важкої енцефалопатії [46].

Відповідно до Закон України «Про охорону атмосферного повітря» та постанови Кабінету Міністрів України від 28.12.2001 N 1780 «Про затвердження. Порядку розроблення та затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел» [19, 26], встановлюються:

1. Нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин для діючих і тих, що проектуються, будуються або модернізуються, стаціонарних джерел. Нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин та їх сукупності належать до типу нормативів, що обмежують масову концентрацію забруднюючих речовин в організованих викидах стаціонарних джерел [19].

2. Технологічні нормативи допустимих викидів, які обмежують масову концентрацію забруднюючих речовин у газах (мг/куб. м), що відводяться від окремих типів обладнання, споруд у місці їх виходу з устаткування і складаються з:

- поточних технологічних нормативів - для діючих окремих типів обладнання, споруд на рівні підприємств з найкращою існуючою технологією виробництва аналогічних за потужністю технологічних процесів;

- перспективних технологічних нормативів - для нових і таких, що проектуються, будуються або модернізуються, окремих типів обладнання, споруд з урахуванням передових вітчизняних і світових досягнень у відповідній сфері.

3. Граничнодопустима концентрація викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря досягається без розбавлення повітря і ґрунтується на величинах об'єму газів, які приведені до таких нормальних умов:

- якщо газу - температура 273 К, тиску 101,3 кПа (без поправок на вміст кисню чи вологи);

- якщо газоподібні продукти горіння - температура 273 К, тиск 101,3 кПа, сухий газ; 3% кисню для рідкого і газоподібного палива, 6% кисню для твердого палива; 15% кисню для газових турбін і дизельних двигунів.

4. Якщо для стаціонарного джерела встановлені нормативи граничнодопустимого викиду забруднюючої речовини та технологічний норматив допустимого викиду, тоді застосовується технологічний норматив допустимого викиду.

5. Дотримання нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин є обов'язковим для всіх стаціонарних джерел [26].

Нормативи гранично допустимих викидів суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом. Масові концентрації суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом, не повинні перевищувати встановлених значень нормативів граничнодопустимих викидів [19].

Нормативи граничнодопустимих викидів пароподібних та газоподібних неорганічних сполук [19, 23, 26].

Масові концентрації пароподібних та газоподібних неорганічних сполук не повинні перевищувати встановлені значення нормативів граничнодопустимих викидів, наведених у таблиці 1.

При спільній присутності у викиді декількох забруднюючих речовин, віднесених до органічних сполук, що належать до одного класу небезпеки, сумарні масові концентрації цих речовин не повинні перевищувати встановлених значень граничнодопустимих викидів для відповідного класу небезпеки [19].

Таблиця 1

**Нормативи граничнодопустимих викидів**

Клас небезпеки речовини	Назва речовини	Величина масової витрати, г/год	Гранично-допустимі викиди, мг/куб. м
Клас I	Арсен (арсеновий водень)	10 г/год або більше	1 мг/куб.м
	Хлороціан	10 г/год або більше	1 мг/куб.м
	Фосген	10 г/год або більше	1 мг/куб.м
Клас II	Фосфін	10 г/год або більше	1 мг/куб.м
	Бром і його пароподібні та газоподібні сполуки в перерахунку на бромистий водень	50 г/год або більше	5 мг/куб.м
	Хлор	50 г/год або більше	5 мг/куб.м
	Синильна кислота	50 г/год або більше	5 мг/куб.м
	Фтор і його пароподібні та газоподібні сполуки в перерахунку на фтористий водень	50 г/год або більше	5 мг/куб.м
	Сірководень	50 г/год або більше	5 мг/куб.м
Клас III	Пароподібні та газоподібні сполуки хлору, якщо вони не ввійшли до класу I у перерахунку на хлористий водень	300 г/год або більше	30 мг/куб.м
Клас IV	Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	5000 г/год або більше	500 мг/куб.м
	Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	5000 г/год або більше	500 мг/куб.м
	Оксид вуглецю	5000 г/год або більше	250 мг/куб.м

При спільній присутності у викиді органічних забруднюючих речовин, що належать до різних класів небезпеки, та при сумарній масовій витраті цих речовин від 2000г/год і більше встановлюється, що одночасно:

- сумарна масова концентрація цих речовин не повинна перевищувати 150 мг/куб.м;

- масова концентрація кожної речовини не повинна перевищувати значень граничнодопустимого викиду, встановленого для класу небезпеки, до якого належить ця забруднююча речовина [19, 26].

Масові концентрації органічних сполук у вигляді суспендованих твердих частинок, віднесених до II або III класів небезпеки, не повинні перевищувати нормативів граничнодопустимих викидів, встановлених у табл. 1.

Результати вимірювань масової концентрації забруднюючих речовин у викидах стаціонарних джерел зводяться до нормальних умов (273 К, 101,3 кПа) і стандартного вмісту кисню [19].

Розряд останньої цифри результату вимірювань та останньої значущої цифри похибки вимірювань повинен відповідати один одному [19].

При порівнянні результатів вимірювань масової концентрації забруднюючих речовин з встановленими нормативами граничнодопустимого викиду значення похибок вимірювання не враховуються [19, 26].

Результати вимірювань масової концентрації забруднюючої речовини, які характеризують уміст цієї забруднюючої речовини за двадцяти хвилинний проміжок часу по всьому вимірному перерізу газоходу, вважаються такими, що не перевищують значення відповідного нормативу граничнодопустимого викиду, якщо значення кожного результату вимірювання не перевищують значення встановленого нормативу граничнодопустимого викиду [18].

Результати вимірювань отримані при здійсненні безперервного автоматизованого контролю, які характеризують уміст забруднюючої речовини по всьому вимірному перерізу газоходу, вважаються такими, що не перевищують значень відповідних нормативів, якщо одночасно виконуються такі умови:



а) значення осереднених результатів за добу не перевищують установленого нормативу граничнодопустимого викиду;

б) 97% усіх середніх значень, виміряних за двадцятихвилинний інтервал, не перевищують установленого значення нормативу граничнодопустимого викиду;

в) 3% середніх значень, виміряних за двадцятихвилинний інтервал, не перевищують 1,2 встановленого значення нормативу граничнодопустимого викиду [19, 26, 28].

Результати вимірювань масової концентрації забруднюючої речовини повинні характеризувати її вміст за двадцятихвилинний проміжок часу по всьому вимірному перерізу газоходу.

Обчислення величини масової витрати (г/год) за період одна година визначається як сума масових витрат, визначених за двадцятихвилинні проміжки у відповідному періоді часу [19].

### **1.3.Метрологічні характеристики приладів для вимірювання пилу в стаціонарних джерелах**

Метрологічні характеристики — це характеристики технічних властивостей засобу, які впливають на результат вимірювання. Для кожного типу засобу вимірювань встановлюють свої метрологічні характеристики. Характеристики, що встановлюються нормативно-технічними документами, називаються нормованими метрологічними характеристиками, а ті, що визначаються експериментально — дійсними метрологічними характеристиками метрологічні характеристики мають різноманітне функціональне застосування. Метрологічні характеристики служать для:

- визначення результату вимірювання;
- розрахункової оцінки складової похибки чи невизначеності вимірювання, яка обумовлена властивостями засобу вимірювання;

- розрахунку метрологічних характеристик вимірювальних каналів вимірювальних систем, які складаються із компонентів з нормованими метрологічними характеристиками;
- оцінки технічного рівня та оптимального вибору засобів вимірювань;
- використання як контрольованих характеристик під час контролю засобів вимірювань на придатність [15].

До нормованих метрологічних характеристик включають ті, що відображають реальні властивості засобу вимірювання і перелік цих характеристик повинен бути достатнім для оцінки інструментальної складової похибки вимірювань в умовах застосування засобу вимірювань. Загальний перелік нормованих метрологічних характеристик засобу вимірювань, форми їх подання та методи нормування визначаються стандартами. В перелік можуть входити: межі вимірювань, межі шкали; ціна поділки аналогових засобів; вихідний код, число розрядів коду, номінальна ціна найменшого розряду для цифрових засобів; градувальна характеристика; похибка; варіація показів приладу або вихідного сигналу перетворювача; повний вхідний опір вимірювального пристрою, вимірювального перетворювача; та ін. [4, 15].

Для вимірювання масових концентрацій пилу в організованих викидах промислових стаціонарних джерел використовують засоби вимірювальної техніки, допоміжне обладнання [16].

Раз на рік проводять повірку засобів вимірювальної техніки, згідно затвердженого графіку ДП «Миколаївстандартметрології».

Пробовідбірник «Тайфун» Р-20-20-2-2 (ДМ) - пробовідбірник чотиріканальний «Тайфун» призначений для відбору проб повітря із заданою витратою протягом заданого проміжку часу, шляхом прокачування його через фільтри, поглиначі або інші повітрязабірні пристрої [7]. Електроаспіратор «Тайфун» Р-20-20-2-2 (ДМ) вигідно відрізняється: малошумним роторним пневмонасосом, що не потребує поточного обслуговування; вбудованим у пристрій таймером, що дозволяє працювати в автоматичному режимі; слабким взаємним впливом каналів відбору проб у разі зміни навантаження у таблиці 2.

**Технічні характеристики «Тайфун» Р-20-20-2-2:**

Кількість каналів, прим.	4
Витрата повітря по кожному з каналів:  канал "А", л/хв. канал "Б", л/хв. канал "С", л/хв. канал "Д", л/хв.	1,0 - 20,0 1,0 - 20,0 0,5 - 2,0 або 0,2 - 1,0 0,5 - 2,0 або 0,2 - 1,0
Дискретність установки витрати на каналах: канал "А" та канал "Б", л/хв. канал "З" та канал "Д", л/хв.	1,0 0,1
Відносна похибка встановлення витрати, %.	7
Максимальне розрідження на вході, мм.	250
Живлення: від мережі від автономного джерела постійного струму Можливість автоматичного відключення по закінченню заданого часу прокачування вбудованим таймером	220В, 50Гц 12 Гц
Діапазон часу встановлення таймера	від 1 хв. до 9 год.;
Дискретність установки таймера, хв.	1
Потужність споживання від мережі, трохи більше, Вт.	120
Вага не більше, кг	7,5
Повірка проводиться згідно методики ЕЛ 7.00.00 ДІ,	

Термометр цифровий ТР-3001, електронний термометр дозволяє з великою точністю контролювати температуру [41]. Технічні характеристики: матеріал щупа -нержавіюча сталь, авто відключення- так, точність вимірювання  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ; градація дисплея 0,1 градус; тривалість тесту 2-3 сек.; нормальна температура навколишнього середовища від  $-10$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ ; розміри  $3,5 \times 105$  мм [41].

Пневмометричні трубки ТН-1,0 типу НИИОГАЗ застосовують для вимірювання динамічного та статичного тиску газу в трубах, а також його витрати. Розмір вимірювання потоку газу варіює в діапазонах від 4 до 30 м/с. У комплекті з напірними трубками входять диференціальні мікроманометри для

вимірювання запилених газів, що легко конденсуються, у вентиляційних системах і газоходах. Бувають різних модифікацій та виготовляються з латуні або жаростійкої сталі. Напірні трубки такі як Піто, МІОТ та Гінцветмет призначені для роботи від мінус 40 до 240°C. А такі як НДІОГАЗ та Проба використовують для вимірювання газового потоку з температурою від мінус 40 до 600°C. Напірна трубка Піто складається з двох трубок, що з'єднують один з одним. Одна трубка приєднується до мікроманометр і безпосередньо зчитує тиск газу, а друга трубка відповідає за статичний тиск [42].

Напірна трубка Гінцветмет виготовляється іншим способом. Вона складається з прямої трубки, всередині якої вбудована ще одна пряма трубка з меншим діаметром. Вихід однієї трубки розташований на зустріч потоку і зчитує повний тиск газу, а друга трубка розташована у протилежному напрямку та зчитує статичний тиск. Швидкість вимірюваного газового потоку- від 4 до 30 м/с. Довжина наконечників від 60 до 100 мм для НІІОГАЗ. Зовнішній діаметр трубок від 6 до 16 мм. Внутрішній діаметр трубок від 4 до 14 мм [42].

Межі допустимої відносної похибки коефіцієнта перетворення для всього діапазону швидкостей: для напірних трубок НДІОГАЗ, Гінцветмет та Проба –  $\pm 5\%$ [42].

Мановакуумметр МЦ-1 це цифровий прилад, призначений для точного вимірювання наступних параметрів [17].

1. Надлишковий тиск
2. диференціальний тиск
3. Вакууметричний тиск (розрідження)

Основними перевагами Мановакуумметра МЦ-1 є:

- висока точність виміру
- повна автономність приладу
- незначні габарити та маса
- удароміцний пластиковий корпус.

Має функції: підсвічування індикатора, установка нуля при натисканні однієї кнопки, усереднення вимірюваних значень тиску. Область застосування мановакуумметра МЦ-1 [17].

- при контролі технологічних процесів, надлишкового тиску або різниці тиску повітря в процесах випробувань вентиляційних систем.

-при контролі надлишкового, вакуумметричного тиску або різниці тиску повітря при вимірюваннях промислових викидів забруднюючих речовин або інших неагресивних газових потоках. Дані наведено у таблиці 3 [19].

Таблиця 3

### Технічні характеристики мановакуумметра МЦ-1

Діапазон вимірювань, кПа	МЦ-1-10	МЦ-1-100
надлишкового тиску	от 0 до 10	от 0 до 100
вакуумметричного тиску	відмінус 10 до 0	відмінус 100 до 0
диференціального тиску	от 0 до 10	от 0 до 100
Роздільна здатність цифрового табло, Па	1	1,10
Класточності	0,4	
Напруга живлення (батарея типу «КРОНА» або акумуляторна батарея типу «VARTA»),	9	
Габаритні розміри, мм	170x85x30	
Маса, не більше, г	250	

Сушильно-стерилізаційна шафа ШСС-80 призначена для сушіння та повітряної стерилізації посуду, термостійких шприців, хірургічного та іншого інструменту [47].

Таблиця 4

**Технічні характеристики шафа ШСС-80**

Розміри робочої камери, мм, щонайменше:	400x403x500
Об'єм робочої камери, л	80
Діапазон температур, що автоматично підтримуються в робочій камері, °С	от 50 до 200
Похибка стабілізації температури в опорній точці робочої камери, °С	±2
Граничне відхилення температури в контрольних точках робочої камери від температури в опорній точці при режимі, °С - у діапазоні до 120°С - у діапазоні понад 120°С	±4 ±6
Потужність, кВт, не більше	2,2
Електроживлення від мережі однофазного змінного струму: - напруга, В - частота, Гц	220 50
Габаритні розміри шафи, мм, не більше	695x650x15

**1.4. Шляхи зменшення викидів в атмосферне повітря стаціонарних джерел**

Згідно Закону України «Про охорону атмосферного повітря» обов'язки підприємств, установ, організацій та громадян - суб'єктів підприємницької діяльності щодо охорони атмосферного повітря [9, 40].

Підприємства, установи, організації та громадяни - суб'єкти підприємницької діяльності, що здійснюють викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря та діяльність яких пов'язана з впливом фізичних та біологічних факторів на його стан, зобов'язані: здійснювати організаційно-господарські, технічні та інші заходи щодо забезпечення виконання вимог, передбачених стандартами та нормативами екологічної безпеки у галузі охорони атмосферного повітря, дозволами на викиди забруднюючих речовин тощо;

вживати заходів щодо зменшення обсягів викиді забруднюючих речовин і зменшення впливу фізичних факторів [1]; забезпечувати безперебійну ефективну роботу і підтримання у справному стані споруд, устаткування та апаратури для очищення викидів і зменшення рівнів впливу фізичних та біологічних факторів; здійснювати контроль за обсягом і складом забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря, і рівнями фізичного впливу та вести їх постійний облік; заздалегідь розробляти спеціальні заходи щодо охорони атмосферного повітря на випадок виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру і вживати заходів для ліквідації причин, наслідків забруднення атмосферного повітря; забезпечувати здійснення інструментально-лабораторних вимірювань параметрів викидів забруднюючих речовин стаціонарних і пересувних джерел та ефективності роботи газоочисних установок; забезпечувати розроблення методик виконання вимірювань [9, 40], що враховують специфічні умови викиду забруднюючих речовин; використовувати метрологічно атестовані методики виконання вимірювань і повірені засоби вимірювальної техніки для визначення параметрів газопилового потоку і концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та викидах стаціонарних і пересувних джерел; здійснювати контроль за проектуванням, будівництвом і експлуатацією споруд, устаткування та апаратури для очищення газопилового потоку від забруднюючих речовин і зниження впливу фізичних та біологічних факторів, оснащення їх засобами вимірювальної техніки, необхідними для постійного контролю за ефективністю очищення, дотриманням нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин і рівнів впливу фізичних та біологічних факторів та інших вимог законодавства в галузі охорони атмосферного повітря; своєчасно і в повному обсязі сплачувати збори за забруднення навколишнього природного середовища та погіршення якості природних ресурсів відповідно до закону. Виконання заходів щодо охорони атмосферного повітря не повинно призводити до забруднення ґрунтів, вод та інших природних об'єктів[9, 33, 40].

Стаття 11. Регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарних джерел Для забезпечення екологічної безпеки, створення сприятливого середовища життєдіяльності, запобігання шкідливому впливу атмосферного повітря на здоров'я людей та навколишнє природне середовище здійснюється регулювання викидів найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, перелік яких встановлюється Кабінетом Міністрів України. Перелік забруднюючих речовин переглядається Кабінетом Міністрів України не менше одного разу на п'ять років за пропозицією спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів і спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань охорони здоров'я. За поданням територіальних органів спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів і спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань охорони здоров'я органи місцевого самоврядування з урахуванням особливостей екологічної ситуації регіону, населеного пункту можуть додатково встановлювати перелік забруднюючих речовин, за якими здійснюється регулювання їх викидів на відповідній території [7, 8, 32].

За поданням територіальних органів спеціально уповноважених центральних органів виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів та з питань охорони здоров'я органи місцевого самоврядування, у разі перевищення нормативів екологічної безпеки, на відповідній території затверджують відповідно до закону програми оздоровлення атмосферного повітря, здійснюють заходи щодо зменшення забруднення атмосферного повітря. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами можуть здійснюватися після отримання дозволу, який видається територіальним органом спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів за погодженням із територіальним органом спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань охорони здоров'я. Перелік установ, організацій та



закладів, яким надається право на розробку документів, що обґрунтовують обсяги викидів для підприємств, установ, організацій та громадян - суб'єктів підприємницької діяльності, визначається спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів [9, 18].

Дозволи на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря видаються за умови: не перевищення протягом терміну їх дії встановлених нормативів екологічної безпеки; не перевищення нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин стаціонарних джерел; дотримання вимог до технологічних процесів у частині обмеження викидів забруднюючих речовин. Якщо за результатами спостережень за станом атмосферного повітря або розрахунковими даними встановлено зони, де внаслідок причин об'єктивного характеру встановлено перевищення нормативів екологічної безпеки, приймається рішення про поетапне зниження викидів забруднюючих речовин підприємствами, установами, організаціями та громадянами - суб'єктами підприємницької діяльності. Тривалість кожного етапу та необхідне зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин на кожному етапі встановлюються територіальними органами спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів за погодженням з територіальними органами спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань охорони здоров'я [9, 35].

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

#### 2.1. Місце та об'єкт досліджень

Контроль викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря проводилось в екологічній лабораторії ТОВ «Ліміт Плюс» розташованій в за адресою: м. Миколаїв, вул. 12 Поздовжня, 51 [29].

Лабораторія визнана спроможністю на проведення згідно Сертифікату №РН/01/2020, виданого 20 березня 2020 року та атестату акредитації GAS.L804.024 виданий 15.03.2021р. [27].

ТОВ «Ліміт Плюс» розташовано в спеціалізованих приміщеннях, обладнаних системами вентиляції. Навколишнє середовище, в умовах якого проводяться випробування, відповідає вимогам нормативної документації на методи випробувань та забезпечує необхідну точність вимірювань під час проведення випробувань. Приміщення відповідають санітарним нормам і правилам, вимогам безпеки праці та охорони довкілля, утримуються у належному стані [29, 30].

Вимірювальні роботи (в межах галузі акредитації) забезпечені в необхідній кількості засобами вимірювальної техніки, випробувальним та допоміжним обладнанням, хімічними реактивами, лабораторним посудом, організаційними, нормативними і методичними документами. Випробувальне обладнання та ЗВТ відповідають вимогам нормативних документів на методи вимірювань, утримуються в умовах, що забезпечують їх зберігання та захист від пошкоджень [29, 30].

Результати вимірювальних робіт оформлюються документами прийнятого зразка і засвідчуються штампом ТОВ «Ліміт Плюс».

ТОВ «Ліміт Плюс» здійснює контроль за станом стічних (скид в природні водойми), природних вод, атмосферного повітря та промислових викидів в атмосферу [27].

Структурно ТОВ «Ліміт Плюс» складається з екологічної лабораторії. Провідні спеціалісти екологічної лабораторії безпосередньо підпорядковуються директору ТОВ «Ліміт Плюс» [29, 33].

Організаційна структура ТОВ «Ліміт Плюс» забезпечує для кожного співробітника конкретну сферу діяльності і межі відповідальності. Кожен співробітник лабораторії є компетентний щодо закріпленої сфери діяльності, знає свої права та обов'язки. Відповідальні фахівці мають посадові інструкції, які встановлюють їхні функції, обов'язки, права та відповідальність, вимоги до освіти, технічних знань та досвіду роботи [29].

Спеціалісти призначаються наказами директора ТОВ «Ліміт Плюс», звільняються з посад згідно чинного законодавства [25].

ТОВ «Ліміт Плюс» забезпечені засобами вимірювальної техніки (в подальшому ЗВТ) та допоміжним обладнанням в обсязі, необхідному для виконання вимірювальних робіт згідно з галуззю акредитації [30].

Облік ЗВТ та допоміжного обладнання ведеться по номеру заводу виробника та номенклатурному коду бухгалтерського обліку [34].

Впровадження в виробництво ЗВТ та допоміжного обладнання проводиться в порядку, який встановлено на підприємстві, із оформленням відповідних документів та занесенням в узгоджений з головним метрологом графік повірки ЗВТ [30].

ЗВТ та допоміжне обладнання закріплено за провідними спеціалістами лабораторій, які несуть відповідальність за їх збереження та правильне використання. Кожен вид робіт досліджень в повному обсязі забезпечений нормативними документами (ГОСТ, ОСТ, ДСТУ, ТУ, КНД, РД), які регламентують вимоги до хімічного складу, фізико-хімічних та фізико-механічних властивостей об'єктів, методик виконання вимірювань та випробувань. Забезпечення нормативно-методичними документами проводиться централізовано в установленому на підприємстві порядку. Облік нормативно-технічних, методичних документів, які надходять в ТОВ «Ліміт Плюс» та їх актуалізацію здійснюють уповноважений по стандартизації [28,29].

## 2.2. Методика виконання роботи

Екологічна лабораторія ТОВ «Ліміт Плюс» забезпечена для визначення викидів газопилових промислових методиками виконання вимірювань в організованих викидах стаціонарних джерел наступними методами: гравіметричним, титрометричним, фотоколориметричним. Методики розроблені Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України науково-дослідною установою українського науково-дослідним інститутом екологічних проблем [6].

Для кожного газопилового викиду стаціонарних джерел застосовується окрема методика.

Методика виконання вимірювань призначено для використання в аналітичних підрозділах територіальних органів, організацій та установ Мінприроди України з метою виконання вимірювань у сфері поширення державного метрологічного контролю стану навколишнього природного середовища. При виконанні вимірювань дотримуються вимог, що встановлені інструкцією з охорони праці в хімічній лабораторії, яка розроблена у відповідності до діючих в Україні в нормативних документів з охорони праці та техніки безпеки, затверджена в установленому порядку і містить розділи з пожежної безпеки, електробезпеки та безпеки при роботі з хімічними та токсичними речовинами, легкозаймистими речовинами та концентрованими кислотами та лугами [4, 21].

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати граничнодопустимі і концентрації, встановлені ГОСТ 12.1.005.

Лабораторне приміщення повинно бути обладнане припливно-витяжною вентиляцією з відповідною кратністю обміну повітря.

При відборі проб необхідно дотримуватись загальних правил безпеки даного виробництва, відповідних інструкцій з техніки безпеки та КНД 211.2.3.063 [4, 21, 45].

Для визначення масової концентрації сірководню в організованих викидах стаціонарних джерел титрометричним методом при температурі газового потоку від 20 до 45°C, відносній вологості газу від 30 до 80% та відсутності пилу. Методика виконання вимірювань забезпечує виконання вимірювань масової концентрації сірководню в організованих викидах стаціонарних джерел у діапазоні від 50 до 5000 мг/дм<sup>3</sup> включно із границями сумарної відносної похибки  $\pm 16\%$ , що відповідає вимогам РД 52.04.59 [4,47].

Метод вимірювання масової концентрації сірководню ґрунтується на взаємодії сірководню з підкисленим розчином кадмію хлористого (для усунення заважаючого впливу меркаптанів) з утворенням кадмію сірчистого, котрий визначають йодометричним методом [4, 34, 44].

Методика виконання вимірювань масової концентрації заліза в організованих викидах стаціонарних джерел фотоколометричним методом.

Діапазон вимірювань масових концентрацій заліза в організованих викидах стаціонарних джерел ставить від 1,5 мг/м<sup>3</sup> до 15 мг/м<sup>3</sup> включно. Визначенню заліза у пробі заважає кобальт, нікель у кількості більше 1,2 мг, мідь у кількості більше 0,2 мг, хром, молібден, ванадій і марганець не заважають визначенню заліза. Методика виконання вимірювань масової концентрації заліза в організованих викидах стаціонарних джерел у діапазоні від 1,5 мг/м<sup>3</sup> до 15 мг/м<sup>3</sup> включно із границями сумарної відносної похибки  $\pm 25\%$ , для результатів одиничного вимірювання, що відповідає вимогам РД 52.04.59. Метод вимірювання масової концентрації заліза в організованих викидах стаціонарних джерел ґрунтується на ізокінетичному відборі проб, переведені їх у розчин пробо підготовкою, взаємодії іонів заліза з сульфосаліциловою кислотою у аміачному середовищі, з утворенням забарвленої у жовтий колір сполуки [4, 34,48].

Фотоколориметричним методом вимірюють оптичну густину забарвленого розчину. Оптимальним для вимірювання оптичної густини є використання  $\lambda=425$  нм. За градуовальною характеристикою визначають вміст заліза у розчині, що фотометрується. Розрахунковим методом установлюють масову концентрацію заліза у вихідній пробі газу [47].

Метод вимірювання масової концентрації пилу ґрунтується на гравіметричному вимірюванні маси пилу, накопиченої фільтруючим матеріалом при відборі проб за умови дотримання швидкостей газопилового потоку в точці відбору проби та в забірному отворі змінного наконечника методом зовнішньої чи внутрішньої фільтрації. Умова ізокінетичності реалізується застосуванням зонти з відповідним діаметром змінного наконечника та відбором проб із розрахованою об'ємною витратою газу [21].

Методику виконання вимірювань масової концентрації речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (далі- пилу) в організованих викидах стаціонарних джерел гравіметричним методом при температурі до 600°C. Методика виконання вимірювань призначена для використання в аналітичних підрозділах територіальних органів, організацій та установ Мінприроди України з метою виконання вимірювань у сфері поширення державного метрологічного контролю та нагляду, в саме контролю стану навколишнього середовища. Діапазони вимірювань масових концентрацій пилу в організованих викидах промислових стаціонарних джерел становить від 1,0 до 10000мг/м<sup>3</sup> включно [21, 23, 44].

Вимірюванню масової концентрації пилу заважають пари або інших сполук, здатних конденсувати. Цей заражаючий вплив усувають застосуванням відбору проб методом внутрішньої фільтрації та під час пробопідготовки [21].

Методика виконання вимірювань масової концентрації пилу в організованих викидах стаціонарних джерел від 1,0 до 10000мг/м<sup>3</sup> включно із границями сумарної відносної похибки,  $\pm 0,25 \%$ , що відповідає вимогам РД 52.04.59 [44].

Метод вимірювання масової концентрації пилу ґрунтується на гравіметричному вимірюванні маси пилу, накопиченої фільтруючим матеріалом при відборі проб за умови дотримання швидкостей газопилового потоку в точці відбору проби та в забірному отворі змінного наконечника методом зовнішньої чи внутрішньої фільтрації. Умова ізокінетичності реалізується застосуванням

зонти з відповідним діаметром змінного наконечника та відбором проб із розрахованою об'ємною витратою газу [22].

Умови виконання вимірювань. При виконанні вимірювань дотримуються таких умов: температура оточуючого повітря  $20 \pm 2$  °C; атмосферний тиск від 630 до 800 мм.рт.ст.; відносна вологість повітря (при температурі 20°C) не більше 80%; напруга в електричній мережі  $(220 \pm 20)$  В при частоті струму  $(50 \pm 1)$  Гц. [23].

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1. Принцип роботи циклона 4БЦШ-450-4СП

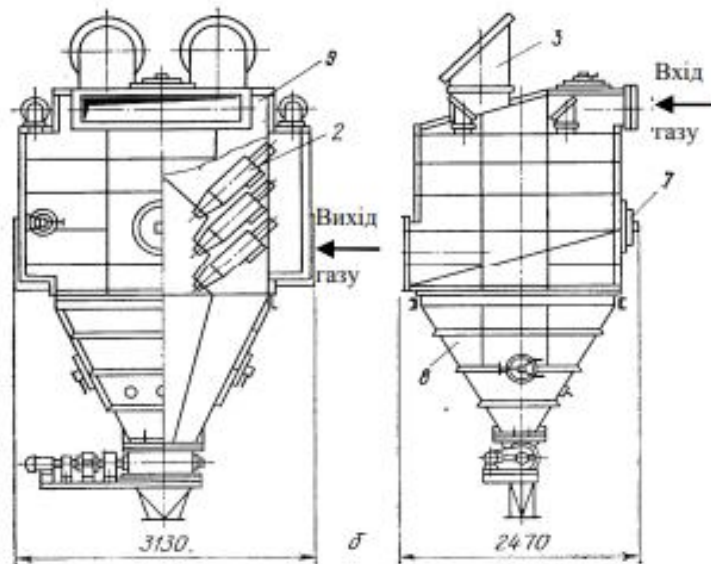
Циклони одержали саме широке поширення в системах газоочистки й аспіраційної вентиляції. Залежно від вимог, які пред'являються для очищення газу і дисперсного складу пилу, циклони застосовують самостійно або використовують як апарати для грубого очищення газу в сполученні з іншими апаратами, призначеними для тонкого очищення [1].

Робота циклона заснована на використанні відцентрових сил, що виникають при обертанні газового потоку усередині корпусу циклона. Це обертання досягається шляхом тангенціального уведення газу в циклон. У результаті дії відцентрових сил частки пилу, зважені в потоці газу, відкидаються на стінки корпусу й випадають із потоку. Газ разом з пилом утворює в циклоні спадний кільцевий вихор. Для збільшення швидкості пилу перед влученням його в бункер за циліндричною частиною роблять конічну частину. Це необхідно для того, щоб пил володів великою інерцією, за рахунок якої пил міг вільно відокремлюватися від газу в бункері. Коли газ пройшов крізь конічну частину, то він виходить через пневмовипускний отвір у бункер і виносить у нього пил. У бункері потік газу губить швидкість, внаслідок чого з нього випадають частки пилу. Потік звільненого газу розвертається на  $180^\circ$  і через розрідження в центральній частині корпусу циклона всмоктується у вихлопну трубу, утворюючи при цьому внутрішній вихор. По мірі руху газу до вихлопної труби до нього приєднується частина, що відокремилася від спадного потоку газу, яка втратила швидкість і звільнилася від пилу. Очищений від пилу газ виводиться з апарату або через равлик, що розкручує, а також перетворює гвинтоподібний рух потоку в прямолінійний, або безпосередньо через вихлопний патрубок. У нижній частині бункера встановлюється пиловий затвор, через який пил видаляється з апарату [1, 36, 37].



Як відомо, збільшення діаметра циклона приводить до зниження його ефективності, внаслідок чого циклони типу ЦН діаметром більше 1 м застосовувати не рекомендується, що сильно обмежує пропускну здатність установки. Для об'єднання в групи звичайні циклони погано пристосовані. Тому групове компонування їх обмежене й конструктивно досить недосконале. Навіть при створенні групи з восьми циклонів типу ЦН-15 її пропускну здатність не перевищить 50000 м<sup>3</sup>/год. У зв'язку із цим виникла необхідність у простих циклонних елементах невеликого діаметра, та які мають високий ступінь очищення й пристосовані для об'єднання у великі групи з високою пропускну здатністю. Застосовують циклонні елементи з діаметром циліндричної частини 100, 150, 250 мм. З метою зручності об'єднання й компактності установки, придання газовому потоку обертання досягається, звичайно, не тангенціальним підведенням газу, а розміщенням усередині циклонного елемента спеціального пристрою, що представляє собою або дволопатевий гвинт або розетку, що складається з лопаток, установлених до осі під кутом 25 [1, 36, 39].

Розетки працюють ефективніше, однак вони більш вразливі до засмічення, і тому їх не рекомендують використовувати при надмірно високій запиленості газу й пилу, що злипається. Циклонні елементи компонують у батареї, де вони працюють паралельно (рисунок 1). Пил, що осаджується в циклонних елементах, зсипається в загальний для всіх елементів бункер. Простір між циклонними елементами засипається шлаками. Велика кількість циклонних елементів, об'єднаних загальним пиловим бункером, вимагає рівномірного розподілу газу по циклонних елементах. Число циклонних елементів, об'єднаних загальним пиловим: патрубок, що підводить; газорозподільна камера; запобіжний клапан; камера чистого газу; циклонний елемент; нижні ґрати; люк; бункер; корпус; вихлопна труба; кришка; верхня кришка. Вхід газу Вихід газу 30 бункером, не повинне перевищувати 8 у ряді по ходу газів і 12 у ряді, перпендикулярному цьому ходу [18].



- 1 - патрубок, що підводить; 2- газорозподільна камера; 3- запобіжний клапан; 4 - камера чистого газу; 5 – циклонний елемент; 6 – нижні ґрати ;  
 7 - люк; 8 - бункер; 9 - корпус; 10 - вихлопна труба; 11 - кришка;  
 12 – верхня кришка.

*Рис 1. Загальний вид батарейного циклона*

Для рівномірного розподілу газу по елементах підведення до розподільної камери варто здійснювати за допомогою дифузора з кутом розкриття не більше  $15^\circ$  і шириною виходу, яка дорівнює ширині камери. Висота розподільної камери визначається з умови, що швидкість газів у живому перетині першого по ходу газів ряді труб не повинна перевищувати 10-14 м/с (рисунок 2). Перевага батарейних циклонів перед одиночними полягає в тому, що батарейні циклони можуть бути розраховані на витрату газів, що занадто велика для групи одиночних циклонів; крім того, при тій самій витраті газу батарейний циклон значно компактніше групи одиночних циклонів. У порівнянні з одиночними батарейні циклони мають наступні недоліки: підвищену металоємність, яка складає 200-500 кг металу на очищення  $1000 \text{ м}^3/\text{год}$  газу, тобто приблизно вдвічі більшу, ніж одиночні циклони; меншу надійність в експлуатації через можливість нерівномірного розподілу газу між циклонними елементами й підсмоктування повітря через загальний бункер. Найбільше поширення в

практиці одержали батарейні циклони типу БЦ-2 і ЦБР, призначені для вловлювання неволокнистого пилу та пилу, що не злипається. Батарейні циклони типу БЦ-2 залежно від типу розмірюють від 20 до 56 суцільнолитих циклонних елементів із внутрішнім діаметром 254 мм і завихрювачами типу «розетка». Кожен апарат розділений на дві паралельно працюючі секції. При знижених навантаженнях одну із секцій можна відключити шибером [1, 36,37].

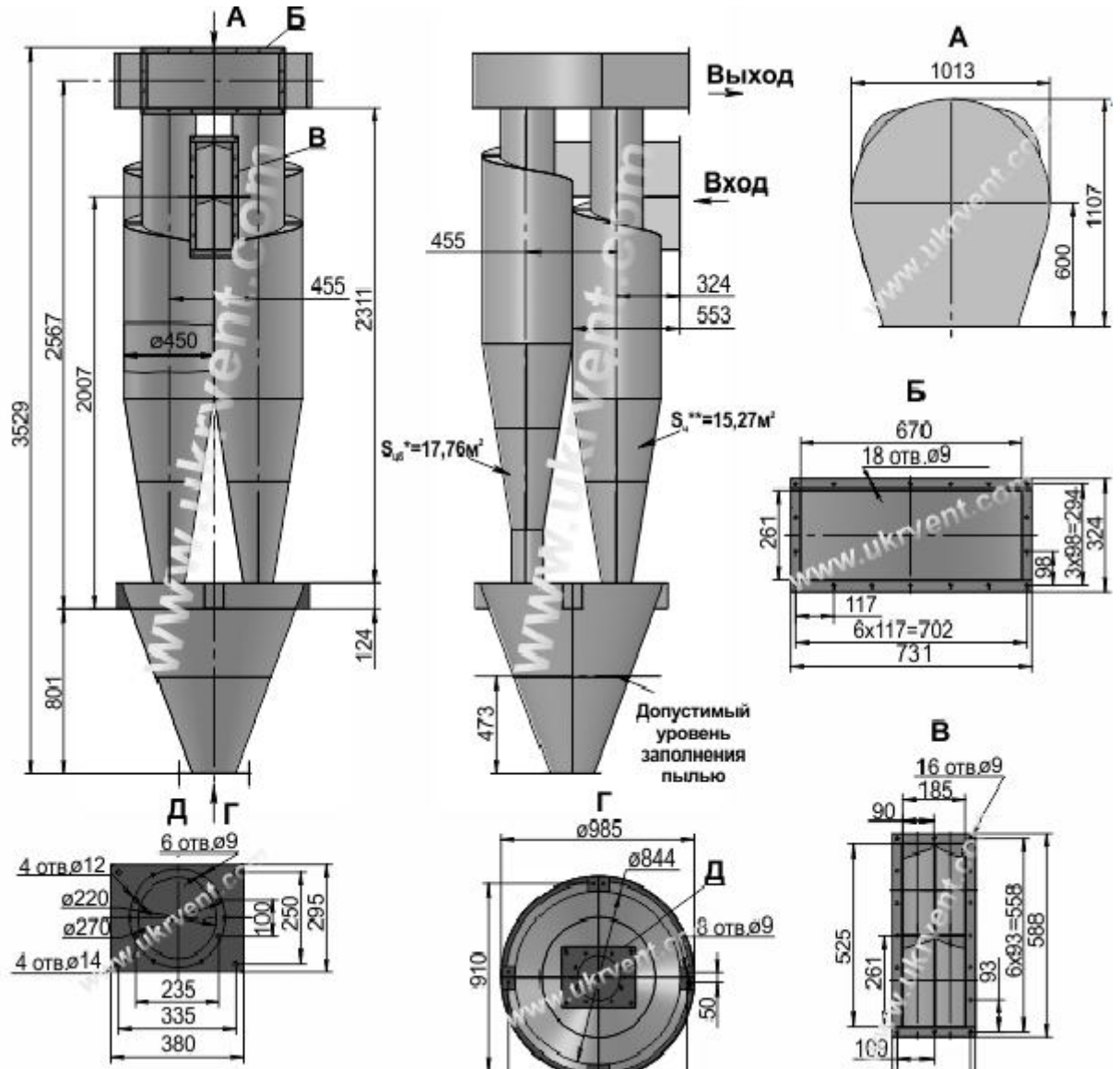


Рис 2. Схема циклона 4БЦШ-450-4СП

### **3.2. Система очистки на підприємстві ПрАТ «Засільське ХПП» гравіметричним методом**

Захист атмосферного повітря від забруднювальних промислових викидів – одна і з найважливіших проблем сучасності. Міста з промисловими об'єктами є центрами найгостріших екологічних проблем, без вирішення яких неможливий перехід суспільства до сталого і гармонійного розвитку, забезпечення досягнень соціально-економічної стабільності, збереження сприятливого навколишнього середовища і природно ресурсного потенціалу [43].

В останні десятиліття дедалі виразнішими стають негативні наслідки прогресуючої урбанізації: забруднення міського середовища, зростання відходів виробництва, підвищення рівня захворюваності населення тощо. У таких умовах для підприємств галузі хлібопродуктів актуальним завданням є здійснення необхідних заходів щодо запобігання шкідливим викидам в атмосферу. Викиди таких пилоподібних продуктів у навколишнє середовище не тільки погіршують санітарно-гігієнічний стан виробничих приміщень, сприяють збільшенню факторавибухо- і пожежонебезпеки, але і пов'язані з прямими втратами готової продукції [43,45].

Тому впровадження заходів по скороченню викидів пилоподібного продукту з відпрацьованим повітрям має для підприємств і важливе економічне значення, призводить до збільшення товарної продукції і допоміжного прибутку. У вирішенні проблем з знепилювання технологічних викидів важливе місце належить удосконаленню наявних і створення нових конструкцій високоефективних апаратів з уловлювання пилу [42].

Існуюча ж практика експлуатації засобів очищення відпрацьованого повітря у ряді виробництв в галузі хлібопродуктів свідчить про невідповідність фактичної ефективності уловлювання пилоподібних продуктів проектним показникам і реальним можливостям очисних установок, що пов'язано з недостатнім урахуванням при розробці установок очистки специфічних умов

роботи відповідного технологічного устаткування. Між тим необхідно також створити умови для зменшення пилоутворення і пиловидалення [43,45].

Так відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» [32], Закону України «Про охорону атмосферного повітря» [33]. Забороняється введення в експлуатацію об'єктів, що не забезпечені сучасними технологіями, спорудами і установками по очищенню викидів до рівня гранично допустимих нормативів, засобами контролю за забрудненням навколишнього середовища, без завершення запроектованих робіт з охорони природи, оздоровлення навколишнього середовища. У вирішенні практичних завдань раціонального природо користування і охорони навколишнього середовища надають допомогу науковці та фахівці наукових установ, які беруть участь у розробці і реалізації комплексних екологічних програм та проектних робіт [45].

Зниження рівня забруднення атмосфери, зменшення обсягу промислових викидів та концентрації пилу в повітрі навколо промислових підприємств безпосередньо пов'язано з удосконаленням конструкцій пиловловлюючих апаратів.

Розглянемо циклон 4БЦШ-450 – груповий (батареїний) пиловловлювач, який призначений переважно для очищення пилоповітряної суміші від зернового або іншого пилу без вмісту вологи та липких абразивних речовин. Призначений для роботи в помірному кліматі за температури навколишнього середовища від мінус 40°С до плюс 40°С [1, 36].

Конструкція та принцип роботи циклону рух пилоповітряної суміші здійснюється по гвинтовій спіралі, що зумовлено конструкцією агрегату. Запилене повітря надходить через вхідний патрубок. Швидкість подачі пилоповітряної суміші становить 13-18 м/с. Під дією відцентрової сили відбувається відділення частинок пилу, а завдяки досить високій швидкості ще й відкидання пилу до стінок циклону. Далі під впливом інерції частки пилу обсіпаються донизу, потрапляючи в пірамідальний бункер. Після проходження

кількох обертів газоповітряна суміш із нижньої частини циклону піднімається вгору, і вже очищене повітря виходить із верхнього патрубку [1].

Циклон поставляється у зібраному вигляді. Монтаж циклону повинен забезпечувати вільний доступ до місця його обслуговування під час експлуатації. Монтаж циклону проводиться так, щоб пиловипускний отвір було звернено вниз. При установці циклону на вулиці, передбачити жорсткість кріплення, що компенсує вітрильність конструкції при дії вітру [5].

Циклони встановлюють як на всмоктування, так і на тракти нагнітальні системи газоходів. Для очищення газів від абразивного пилу, що викликає зношування вентиляторів, циклони слід встановлювати перед вентиляторами. Тиск газів, що надходять на очищення та їх температура можуть бути будь-якими за умови забезпечення необхідної ізоляції, раціонального вибору товщини, матеріалу ізоляція та організація герметичності апарату. При проектуванні підводять газоходів до циклонів слід забезпечити рівномірний розподіл газопилового потоку циклон, за рахунок виконання прямолінійних ділянок безпосередньо перед вхідним патрубком [1, 3, 36].

Для технічного огляду передбачити знімні частини повітроводу для очищення від відкладень пилу у вхідному патрубку, які призводять до погіршення параметрів очищення та ускладнює процес корозії металу циклону. При виборі циклонів необхідно передбачити теплову ізоляцію зовнішніх поверхонь, щоб уникнути конденсації водяної пари з газів, що очищаються. Конденсація водяної пари може викликати замикання циклонів мокрим пилом і вивести установку з ладу. Щоб уникнути цього, температуру газів, що поступають в циклон, необхідно підтримувати вище за точку роси і температура стінки апарату під ізоляцією повинна бути вище за точку роси. Крім того, теплова ізоляція служить для запобігання опікам при випадкових дотиках до апарату. Температура зовнішньої поверхні, згідно з правилами техніки безпеки, зазвичай допускається не вище 45 градусів [1, 11, 36].

Пуск проводиться після ретельного огляду в процесі якого перевіряється відсутність сторонніх предметів в колекторі, що підводить, і бункері, чистота

внутрішніх пошкоджень, надійність роботи пилових затворів, герметичності люка. Як правило, перед пуском пил, що є в бункері, повинен бути випущений. Після запуску провести перевірку герметичності системи, якщо: зменшення гідравлічного опору з одночасним погіршенням очищення газів відбувається або внаслідок зменшення витрат газу або через те, що частково газу, минаючи циклони йдуть через нещільності в шибах або фланцевих з'єднаннях [6, 34].

Для забезпечення ефективного очищення слід звернути увагу на герметичність пилового затвора. У разі виникнення підсмоктування (течі) відбувається різке зниження коефіцієнта очищення [37].

Крім герметичності пилозатворів присоси можуть бути викликані нещільностями в корпусі, фланцевих з'єднаннях, у прокладках люка, які потрібно встановити заміною прокладки, або зробити заварку нещільностей за місцем. Збільшення гідравлічного опору установки з одночасним погіршенням очищення газів є результатом збільшення газів або вказує на велике скупчення пилу в бункері [40].

При нерегулярному випуску пилу виробляє переповнення бункера пилом, що неприпустимо, оскільки у своїй коефіцієнт очищення зменшується і створюється можливість забування циклонів пилом. Кількість газів, що надходять на установку, повинна бути в межах, передбачених для даного апарату. При зменшенні кількості газів знижується швидкість руху в циклонах, що призводить до зниження коефіцієнта очищення. При значному збільшенні кількості газів зростає гідравлічний опір установки, причому у деяких випадках коефіцієнт очищення може зменшитися [1, 36].

Увімкнення циклонної установки може здійснюватися шляхом перекриття газоходу шиберною заслінкою або відключенням вентилятора, що забезпечує транспортування газів:

- пиловивантажувальні пристрої, що працюють безперервно, повинні відключитися через 5-10 хвилин після вимкнення циклонної установки.
- пиловивантажувальні пристрої, що працюють періодичні, повинні бути відкриті, при вимкненні циклонної установки [13].

Необхідно прийняти міни для повного вивантаження бункера, оскільки пил, що залишився і відволожився, втрачає сипучість і може утворити пробку в пиловипускному отворі бункера.

При експлуатації циклоні повинні піддаватися систематичним технічним оглядам.

Під час роботи необхідно не менше трьох разів на зміну проводити огляд установки та контролювати показання витратоміром, термометром, манометром, а також роботу пиловивантажувальних пристроїв [4, 39].

Двічі на рік, приурочуючи до зупинки основного обладнання, роблять детальний внутрішній та зовнішній огляд циклонів. Якщо в роботі циклонів не виявляється помилок, повний технічний огляд може проводитися і рідше [1].

З метою контролю викидів забруднюючих речовин в атмосферу повітря всі розрахунки проводимо згідно методики виконання вимірювань масової концентрації речовин у вигляді суспендованих твердих частинок в організованих викидах стаціонарних джерел гравіметричним методом МВВ №081/12-0161-05 від 25.02.2005р. [44].

Цей документ встановлює методику виконання вимірювань масової концентрації речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (далі- пилу) в організованих викидах стаціонарних джерел гравіметричним методом при температурі до 600°C. Методика виконання вимірювань призначена для використання в аналітичних підрозділах територіальних органів, організацій та установ Мінприроди України з метою виконання вимірювань у сфері поширення державного метрологічного контролю та нагляду, в саме контролю стану навколишнього середовища. Діапазони вимірювань масових концентрацій пилу в організованих викидах промислових стаціонарних джерел становить від 1,0 до 10000мг/м<sup>3</sup> включно [46].

Вимірюванню масової концентрації пилу заважають пари або інших сполук, здатних конденсувати. Цей заважаючий вплив усувають застосуванням відбору проб методом внутрішньої фільтрації та під час пробопідготовки.



Методика виконання вимірювань масової концентрації пилу в організованих викидах стаціонарних джерел від 1,0 до 10000мг/м<sup>3</sup> включно із границями сумарної відносної похибки,  $\pm 0,25$  %, що відповідає вимогам РД 52.04.59.

Метод вимірювання масової концентрації пилу ґрунтується на гравіметричному вимірюванні маси пилу, накопиченої фільтруючим матеріалом при відборі проб за умови дотримання швидкостей газопилового потоку в точці відбору проби та в забірному отворі змінного наконечника методом зовнішньої чи внутрішньої фільтрації. Умова ізокінетичності реалізується застосуванням зонта з відповідним діаметром змінного наконечника та відбором проб із розрахованою об'ємною витратою газу [21].

При виконанні вимірювань масової концентрації пилу дотримуються вимог, що встановлені інструкцією з охорони праці в хімічній лабораторії, яка розроблена у відповідності до діючих в Україні нормативних документів з охорони праці та техніки безпеки, затверджена в установленому порядку і містить розділи з пожежної безпеки, електробезпеки та безпеки при роботі з хімічними та токсичними речовинами, легкозаймистими речовинами та концентрованими кислотами та лугами [21, 43].

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати граничнодопустимі і концентрації, встановлені ГОСТ 12.1.005.

Лабораторне приміщення повинно бути обладнане припливно-витяжною вентиляцією з відповідною кратністю обміну повітря.

При відборі проб необхідно дотримуватись загальних правил безпеки даного виробництва, відповідних інструкцій з техніки безпеки та КНД 211.2.3.063, розділ 17. [23].

При підготовці до виконання вимірювань виконують: вимірювання параметрів газопилового потоку: швидкість за ГОСТ 17.2.4.06, статистичного тиску та температури газопилового потоку за ГОСТ 17.2.4.07, вологості за ГОСТ 17.2.4.08; вибір методу відбору проб та фільтруючих матеріалів; визначення місця та точок відбору проб; підготовку та складання установки для відбору

проб; визначення відповідного діаметра змінного наконечника; визначення об'ємної витрати для відбору проби; визначення тривалості відбору проби та кількості проб; відбір проби, заміну фільтрів, патронів, їх пакування, транспортування та зберігання відібраних проб; пробо підготовку відібраних проб [21, 45].

Метод внутрішньої фільтрації застосовують, якщо температура точки роси газу перевищує температуру навколишнього середовища або температура газу перед фільтруючим елементом перевищує допустиму (для фільтрів типу АФА ВП  $-60^{\circ}\text{C}$ ). В інших випадках застосовують метод зовнішньої фільтрації [16].

В залежності від температури газу перед фільтруючим елементом, методу відбору проб, пилеємності фільтруючого матеріалу та допустимої об'єднаної витрати застосовують такі фільтруючі матеріали. При відборі проб методом внутрішньої фільтрації, якщо температура газу перед фільтруючим елементом не перевищує  $350^{\circ}\text{C}$ , в якості фільтруючого матеріалу застосовують скловолокно, зонт для відбору проб методом зовнішньої фільтрації типу ТП (відполірована всередині трубка з нержавіючої сталі Х18Н9Т, довжиною від 0,7 до 2 м та внутрішнім діаметром 6 мм, один кінець якої плавно загнутий під прямим кутом із різьбованою головою для установлення змінного наконечника, інший кінець - з різьбовим патрубком для приєднання фільтроутримувача). Змінні наконечники з середнім діаметром вхідного отвору 3,2; 3,6; 4,1; 4,7; 5,4; 6,2; 7,0; 7,8; 8,9; 10,9; 12,2мм. [21,41].

Підготовка фільтрів та фільтрувальних патронів. Підготовка ексикатора – на одну третину заповнюють свіжим плавленим кальцієм хлористим, встановлюють вкладиш і накривають кришкою. Насичений вологою кальцій хлористий регенерують проколюванням у муфельній печі в порцелянових чашках при температурі  $550\pm 50^{\circ}\text{C}$  протягом 2 годин [18].

Підготовка фільтрів типу АФА для відбору проб методом зовнішньої фільтрації. Для захисту фільтруючого елемента виготовляють пакет, для чого аркуш кальки за розміром  $150\times 70$  мм згинають навпіл. Перед вимірюванням маси фільтруючий елемент витримують не менше 1 год у приміщенні, де

виконують вимірювання мас, для чого пінцетом за цього розкладають на чистому аркуші кальки та накривають другим аркушем кальки [21].

Якщо відбір проводять при відносній вологості газу, близькій до 100%, фільтруючий елемент попередньо доводять до постійної маси, для чого у порцеляновій або скляній чашці його вміщують на 2 год в ексикатор, підготовлений, або на 1 год у сушильну шафу з температурою  $(45 \pm 5)^\circ\text{C}$  [21].

Потім фільтруючий елемент витримують у ваговій кімнаті та вимірюють його масу підготовлений фільтр пінцетом обережно вміщують на чашу ваг (ваги лабораторні загального призначення 2 класу з найбільшою градацією зважування 200 г за ГОСТ 24104) вимірюють його масу відповідно до керівництва з експлуатації ваг з точністю до  $\pm 0,0008\text{г}$ . Вимірювання маси фільтра повторюють. Якщо при повторному вимірюванні маса фільтра змінюється більше ніж на  $0,0008\text{г}$ , повторюють підготовку фільтруючого елемента заново. Умови та тривалість процедури підготовки фільтра записують у журнал «Результати вимірювань маси фільтруючих матеріалів» [21,44].

Після вимірювання маси фільтруючого елемента на зовнішній стороні виступу захисного паперового кільця позначають номер фільтра, розкривають захисне паперове кільце та між його обкладинок обережно пінцетом вкладають фільтруючий елемент таким чином, щоб він не виступав за захисне кільце. Захисне кільце з фільтруючим елементом (далі-фільтр) вкладають у розкритий пакет з кальки та загинають його краї з двох боків так. Щоб зафіксувати виступ захисного паперового кільця [27].

У такий спосіб виконують підготовку необхідної для відбору проб кількість фільтрів та не менше 3 контрольних фільтрів (відібраних з тієї самої пачки фільтрів), середня зміна мас яких враховується в результатах вимірювання маси фільтрів після відбору проб [21, 39].

Фільтри, в тому числі контрольні, підготовлені, вміщують у поліетиленовій пакет та транспортують до місця відбору проб.

Відбір проб виконують у тому ж місці, де безпосередньо перед відбором проб вимірюють швидкість та інші параметри газопилового потоку. Місце для

вимірювання параметрів газопилового потоку та відбору проб пилу визначають на прямолінійній, переважно вертикальній ділянці газоходу. Розташування місця вимірювання параметрів газопилового потоку та відбору проб повинно відповідати нормативним документаціям [21,44].

Кількість та координати точок відбору (відстані від внутрішньої стінки газоходу) по перерізу газоходу повинні відповідати кількості та координатам точок, де виконувались вимірювання динамічного тиску або швидкості газопилового потоку [17].

Підготовка та складання установки для відбору проб. Згідно з відповідними керівництвами з експлуатації засобів вимірювальної техніки та допоміжного обладнання, що застосовують при відборі проб. Попередньо перед їх транспортуванням до місця відбору проб проводять перевірку їх працездатності. Засоби вимірювальної техніки, допоміжне обладнання, фільтри упаковують для транспортування. Зонт для відбору проб вибирають такої довжини, щоб він на 150-300 мм був більш ніж переріз газоходу в місці відбору проб. Якщо вимірювальний переріз перевищує 1,8м, допускається застосування зонти, довжина якого на 150-300мм перевищує половину діаметра або половину довжини сторони прямокутного перерізу газоходу. У цьому випадку відбір проб виконують через отвори, обладнанні з двох протилежних сторін вимірювального перерізу газоходу [22, 44].

Установка для відбору проб: Збирають установку за схемою: зонт для відбору проб із патроном та наконечником, конденсатозбірник, пристрій аспіраційний.

Зонт для відбору проб і фільтроутримувач з'єднують встик поліхлорвініловими або гумовими муфтами. Інші елементи установки з'єднують поліхлорвініловими або гумовими шлангами достатньої довжини, щоб забезпечувалась зручність відбору проб та, при відборі при температурі навколишнього середовища нижче 10°C , засоби вимірювальної техніки можна було розташувати у приміщенні з вищою температурою [21, 37].

Зібрана установка перевіряють на герметичність, для чого при об'ємній витраті аспіруючого пристрою 10-20 дм<sup>3</sup>/хв. надійно герметизують вхідний отвір зонта. При герметичності установки через 10-30 с поправок ротаметра повинен указувати на «нуль» витрати газу [23].

Якщо в комплекті засобів для відбору проб відсутній наконечник із діаметром, що відповідає розрахунковому за формулою (2), комплекту вибирають наконечник, діаметр якого найбільше наближається до розрахункового значення. У подальших розрахунках використовують значення діаметра наконечника, вибраного для застосування. Визначення попереднього значення об'ємної витрати. Попереднє значення об'ємної витрати розраховують за формулою (3). Якщо швидкість газу в кожній точці перерізу газоходу відрізняється від середньої менше ніж 15%, розрахунки об'ємної витрати газу виконують за середнім значенням швидкості газового потоку. Якщо швидкість газу в окремій точці перерізу відрізняється від середньої більше ніж на 15%, розрахунки виконують за значеннями швидкості газопилового потоку в кожній точці перерізу газоходу [25, 44].

Результати розрахунків об'ємної витрати газу за формулою (3) заокруглюють до сотих при використанні їх для подальших розрахунків об'ємної витрати, з коригованої з врахуванням температур і тисків газу у вимірювальному перерізі газоходу та перед ротаметром і густин газів або до цілих при використанні їх для встановлення на ротаметрі [21].

Тривалість відбору однієї об'єднаної проби повинна становити 20 хвилин. У залежності від очікуваної концентрації пилу в газопиловому потоці та об'ємної витрати газу, пило ємності фільтруючого матеріалу та мінімально допустимої маси пилу на фільтруючому матеріалі визначаються з можливістю відбору об'єднаної проби або необхідністю відбору серії точкових проб. При інтегрованому способі відбору проб (10.2 КНД 211.2.3.063) оптимальну тривалість відбору точкової проби визначають із результатів розрахунків за формулою (4) [21,46].

У процесі відбору проб вимірюють температуру газу перед ротаметром-термометром, розрідження перед ротаметром – манометром, атмосферний тиск – барометром – анероїдом. При переміщенні зонта по точкам перерізу газоходу та його вийманні не допускається дотикання змінних наконечників внутрішньої стінки газоходу [21].

При закінченні часу відбору проби зонт виймають із газоходу. Встановлюють у вертикальному положення та, не виймаючи фільтр обережно постукують по зонту та змінному наконечнику для струшування пилу, який міг осісти на їх внутрішній поверхності. Після очищення зонта виконують заміну фільтра та приступають до відбору наступної проби. Операції з заміни фільтра щоб не допустити стороннього забруднення та втрати вловленого пилу. У разі неможливості на місці відбору проб виконання ці операції, закритий фільтроутримувач або зонт внутрішньої фільтрації переносять у приміщення, де є відповідні умови для заміни фільтра або патрона та його пакування [44].

Обережно відкривають фільтроутримувач, тримаючись за виступ захисного кільця, виймають фільтр. Фільтр згортають навпіл запиленою стороною всередину, бережно вміщують у пакет із кальки, який, в свою чергу, вкладають у поліетиленовий пакет. Упаковані фільтри зберігають до аналізу так, щоб уникнути їх механічного пошкодження. За умов лабораторії проби можуть зберігатися протягом трьох місяці. Якщо відібрані проби передбачено для вимірювання масових концентрацій складових компонентів пилу, термін і умови зберігання фільтрів визначаються відповідними методиками виконання вимірювань. Перед вимірюванням маси фільтруючих елементів із відібраними пробами пилу виконують процедуру висушування, прийняті при підготовці до відбору проб фільтрів з відібраними пробами та контрольних фільтрів [21].

Підготовлений фільтр пінцетом обережно вміщують на чашу ваг і вимірюють його масу відповідно до керівництва і експлуатації ваг з точністю до  $\pm 0,0008\text{г}$  [17].

Після висушування виконують вимірювання мас фільтруючих елементів із відібраними пробами пилу: фільтрів з відібраними пробами та контрольних

фільтрів. За різницею маси фільтруючого елементу з відібраною пробою пилу та маси вихідного фільтруючого елементу визначають масу відібраної проби пилу [15].

Джерело викиду млин група 4-х циклонів 4БЦШ-450 , місце відбору ДВ №46 речовини у вигляді суспендованих твердих часток (пил зерновий) до циклону.

Визначаємо рулеткой вимірювальною металевою типу Р10УЗК D діаметр труби - 0,36 м.

$q_{вр}$  об'ємна витрата газу -20,0дм<sup>3</sup>/хв

$t_p$  температура перед ротаметром - 17,5 °С

$p_p$  тиск -0,053 кПа

1. Розраховуємо швидкість газового потоку  $\vartheta$ , м/с, за формулою:

$$\vartheta = 4,04 * \sqrt{\rho_{ср} * 0,545 * 100}$$

0,545- коефіцієнт пневмометричної трубки ТН-1,0 типу НПОГАЗ

$\rho_{ср}$ - середній показник мановакуумерта цифрового МЦ-1-10

$$\vartheta = 4,04 * \sqrt{0,401 * 0,545 * 100}=17,885 \text{ м/с}$$

2. Для відбору проби газу вибираєм змінний наконечник з діаметром  $d$ мм, величину якого, при внутрішньому діаметрі зонти 6 мм, розраховуємо за формулою:

$$d = \frac{24}{\sqrt{\vartheta_i}}$$

$\vartheta_i$ - швидкість потоку газу в  $i$ - тій точці, м/с

$$d = \frac{24}{\sqrt{17,885}}=5,7$$

діаметр наконечника 6,2 мм

3. Значення об'ємної витрати газу  $q_{вр}$ , дм<sup>3</sup>/хв визначаємо за формулою:

$$q_{вр,} = 0,0471 * d^2 * \vartheta$$

$$q_{вр,} = 0,0471 * 6,2^2 * 17,885 = 32,38 \text{ дм}^3/\text{хв}$$

4. Визначення тривалості відбору проб  $T$ , хв:

$$T = 1000 / (q_{vp} * P_B)$$

$P_B$  - у залежності від очікуваної концентрації пилу в газопиловому потоці, мг/м<sup>3</sup>

$$T = 1000 / (32,38 * 150) = 2 \text{ хв}$$

5. Визначаємо об'єм відібраного газу за робочих умов ( $V$ ) визначаємо за формулою:

$$V = q'_{vp} * T$$

$q'_{vp}$  - об'ємна витрата газу, дм<sup>3</sup>/хв,

$T$  - тривалість відбору проби, хв.

Об'єм відібраної об'єднаної або точкової проби газу, зводиться до нормальних (273 К),  $V_o$ , дм<sup>3</sup>

$$V = 2 * 20 = 40 \text{ дм}^3$$

6. Визначаємо об'єм відібраної проби газу, зведений до нормальних умов ( $V_o$ ), дм<sup>3</sup> за формулою:

$$V_o = 0,578 * \vartheta * \sqrt{\frac{P_a - P_p}{273 + t_p}}$$

$P_a$  - атмосферний тиск у період відбору проби, мм.рт. ст.;

$P_p$  - розрідження перед ротаметром пристрою аспіраційного, мм.рт. ст.;

$t_p$  - температура газу перед ротаметром пристрою аспіраційного, °С;

$$V_o = 0,578 * 40 * \sqrt{\frac{(761 - 0,3975)}{273 + 17,5}} = 37,41 \text{ дм}^3$$

(При розрахунках переводимо тиск перед ротаметром кПа в мм.рт. ст. 17,5 \* 7,5 = 0,3975)

7. Визначаємо об'ємну витрату газопилового потоку у місці відбору проб за формулою:

$$q_{vo} = \vartheta * \frac{\pi * d^2}{4}$$

$\vartheta$  - швидкість газового потоку, м/с

$d$  - діаметр труби, м

$$q_{vo} = 17,885 * \frac{3,14 * 0,36^2}{4} = 1,8195 \text{ м}^3/\text{с}$$



8. Визначаємо масову концентрацію забруднюючих речовин (ЗР) ( $\rho_B$ ). Результат вимірювань масової концентрації пилу у пробі газу  $\rho_B$ , мг/м<sup>3</sup> обчислюємо за формулою:

$$\rho_B = \frac{(m_2 - m_1) * 10^6}{V_0}$$

$$\text{Проба №1 до очистки} \quad \rho_B = \frac{0,14940 - 0,10175) * 10^6}{37,41} = 1273,72 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Проба №2 до очистки} \quad \rho_B = \frac{0,15000 - 0,10260) * 10^6}{37,41} = 1267,04 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Проба №3 до очистки} \quad \rho_B = \frac{0,15125 - 0,10340) * 10^6}{37,41} = 1279,07 \text{ мг/м}^3$$

9. Визначаємо масову витрату викиду забруднюючих речовин за формулою:

$$Q_m = \frac{\max \rho_B}{1000} * Q_{v0}, \text{Г/с}$$

$$Q_m = \frac{1279,07}{1000} * 1,8195 = 2,3273 \text{ Г/с}$$

Згідно акту відбору проб організованих викидів стаціонарних джерел джерело викиду Млин група 4-х циклонів 4БЦШ-450, місце відбору ДВ №46 речовини у вигляді суспендованих твердих часток (пил зерновий) після циклону, D діаметр труби - 0,36 м, де:

$q_{vp}$  об'ємна витрата газу – 20,0 дм<sup>3</sup>/хв,

$t_p$  температура перед ротаметром - 17,3 °С,

$p_p$  тиск -0,048 кПа

1. Розраховуємо швидкість газового потоку  $v$ , м/с, за формулою:

$$v = 4,04 * \sqrt{0,347 * 0,545 * 100} = 17,568 \text{ м/с}$$

2. Для відбору проби газу вибираєм змінний наконечник з діаметром  $d$ , мм, величину якого, при внутрішньому діаметрі зонти 6 мм, розраховуємо

$$d = \frac{24}{\sqrt{17,568}} = 5,7$$

діаметр наконечника 6,2 мм

3. Значення об'ємної витрати газу  $q_{vp}$ , дм<sup>3</sup>/хв визначаємо:

$$q_{vp} = 0,0471 * 6,2^2 * 17,568 = 28,39 \text{ дм}^3/\text{хв}$$

4. Визначення тривалості відбору проб  $T$ , хв

$$T = 1000 / (28,39 * 50) = 7 \text{ хв}$$

5. Розраховуємо об'єм відібраного газу за робочих умов (V):

$$V = 7 * 20 = 140 \text{ дм}^3$$

6. Розраховуємо об'єм відбаної проби газу, зведений до нормальних умов ( $V_0$ ):

$$V_0 = 0,578 * 140 * \sqrt{\frac{761 - 0,36}{273 + 17,3}} = 131 \text{ дм}^3$$

7. Розраховуємо об'ємну витрату газопилового потоку у місці відбору проб:

$$q_{vo} = 17,568 * \frac{3,14 * 0,36^2}{4} = 1,7873 \text{ м}^3/\text{с}$$

8. Розраховуємо масову концентрацію забруднюючих речовин (ЗР) ( $\rho_B$ ):

$$\text{Проба №1 після очистки } \rho_B = \frac{(0,10780 - 0,09635) * 10^6}{131} = 87,40 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Проба №2 після очистки } \rho_B = \frac{(0,10880 - 0,09750) * 10^6}{131} = 86,26 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Проба №3 після очистки } \rho_B = \frac{0,10645 - 0,09480 * 10^6}{131} = 88,93 \text{ мг/м}^3$$

9. Розраховуємо масову витрату викиду забруднюючих речовин:

$$Q_m = \frac{88,93}{1000} * 1,7873 = 0,1589 \text{ г/с}$$

10. Ступінь очистки димових газів за розрахунками складає:

$$((2,3273 - 0,1589) / 2,3273) * 100 = 93,17\%$$

Згідно розрахунків ефективність очистки викиду речовин у вигляді суспендованих твердих часток (пил зерновий) групою циклонів 4БЦШ-450 після очистки складає 93,17% (табл.2), що свідчить про кваліфіковану роботу спеціалістів які проводили збір та монтаж данної установки та ефективність роботи обладнання.

### 3.3. Економічна ефективність

Зниження рівня забруднення атмосфери, зменшення обсягу промислових викидів та концентрації пилу в повітрі навколо промислових підприємств

безпосередньо пов'язано з удосконаленням конструкцій пиловловлюючих апаратів. Розглянемо циклон 4БЦШ-450 – груповий (батареєний) пиловловлювач, який призначений переважно для очищення пилоповітряної суміші від зернового або іншого пилу без вмісту вологи та липких абразивних речовин. Призначений для роботи в помірному кліматі за температури навколишнього середовища від мінус 40°C до плюс 40°C.

Конструкція та принцип роботи циклону рух пилоповітряної суміші здійснюється по гвинтовій спіралі, що зумовлено конструкцією агрегату. Запилене повітря надходить через вхідний патрубок. Швидкість подачі пилоповітряної суміші становить 13-18 м/с.

Під дією відцентрової сили відбувається відділення частинок пилу, а завдяки досить високій швидкості ще й відкидання пилу до стінок циклону. Далі під впливом інерції частки пилу обсіпаються донизу, потрапляючи в пірамідальний бункер. Після проходження кількох обертів газоповітряна суміш із нижньої частини циклону піднімається вгору, і вже очищене повітря виходить із верхнього патрубку.

Ефективність уловлювання пилу за технічними характеристиками групи 4-х циклонів 4БЦШ-450 з 88- 98 %.

З метою контролю викидів забруднюючих речовин в атмосферу повітря всі розрахунки проводимо згідно методики виконання вимірювань масової концентрації речовин у вигляді суспендованих твердих частинок в організованих викидах стаціонарних джерел гравіметричним методом [21].

Згідно акту відбору проб організованих викидів стаціонарних джерел . Джерело викиду Млин група 4-х циклонів 4БЦШ-450 , місце відбору ДВ №46 речовини у вигляді суспендованих твердих часток (пил зерновий) до та після циклону.

Вихідні дані для розрахунку викидів стаціонарних джерел гравіметричним методом вихідні дані табл 5.

Таблиця 5

## Вхідні данні для розрахунку викидів стаціонарних джерел

Дата	Назви виробництва	Номер, назва ДВ, D перерізу газоходу, м	Параметри газопилового потоку (у місці відбору проб)			
			температу ра °С	швидкість м/с	об'ємна витрата м <sup>3</sup> /с	вміст кисню %
10.11. 2021	Млин група 4-х циклонів 4БЦШ-450	ДВ № 46 D = 0,36	18,2	17,885	1,8195	--
				17,568	1,7873	--

Об'єм відібраного газу за робочих умов складає - 40 дм<sup>3</sup>. Об'єм відібраної проби газу, зведений до нормальних умов - 37,41 дм<sup>3</sup>.

Згідно розрахунків ефективність очистки викиду речовин у вигляді суспендованих твердих часток (пил зерновий) групою циклонів 4БЦШ-450 після очистки складає 93,17% (табл. 3), що свідчить про кваліфіковану роботу спеціалістів які проводили збір та монтаж даної установки та ефективність роботи обладнання.

Таблиця 6

## Ефективність очистки димових газів

Назва	Номер проби	Речовини у вигляді суспендованих твердих часток (пил зерновий) до циклону	Речовини у вигляді суспендованих твердих часток (пил зерновий) після циклону
Масова концентрація забруднюючих речовин мг/м <sup>3</sup>	1	1273,72	87,40
	2	1267,04	86,26
	3	1279,07	88,93
Масова витрата викиду забруднюючих речовин, г/с		2,3273	0,1589
Ступінь очистки димових газів, %			93,17

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ

У нашій країні охорона навколишнього середовища регламентується Основним законом - Конституцією України. Комплекс науково-технічних, організаційних і громадських заходів покликаний вирішити найгострішу і актуальну проблему людства - збереження природи для сучасного і майбутніх поколінь. Виробничий процес хлібоприймальних та зернопереробних підприємств істотно впливає на стан навколишнього середовища. Цей вплив характеризується наступними основними напрямками: забруднення повітря за рахунок викиду пилу і токсичних речовин, забруднення зернопродуктів, виділення стічних вод, виробничий шум [18].

В процесі очищення зерна від домішок і сухого очищення його поверхні, а також при переміщеннях зерна утворюється значна кількість мінерального та органічного пилу. При подрібненні і сортуванні зерна і проміжних продуктів також утворюється пил, яка в ряді випадків представляє цінну високобілкову фракцію борошна, втрата її неприпустима. Для запобігання виносу пилу в атмосферу і забруднення прилеглої до підприємства місцевості на заводі передбачена система аспірації з певною кількістю відсмоктується повітря з усіх точок пиловиділення. Повітря надійно очищається від пилу в пиловідокремлювачі різних конструкцій. Викиди пилу в атмосферу на нових борошномельних заводах, як правило, нижче встановлених норм [12, 18].

Порядок визначення гранично допустимих концентрацій (ГДК) викидів шкідливих речовин в атмосферу регламентується ДСТ 17.2.02-78 "Охорона природи. Атмосфера. Правила встановлення граничних викидів шкідливих речовин промисловими підприємствами". Методика визначення обсягу викидів, витрати повітря і концентрації пилу, розроблена ВНДІЗ встановлює порядок контролю сумарної і одиничної потужності викидів пилу (кількості пилу, викидається в атмосферу в одиницю часу) аспіраційними та пневмотранспортними

установками підприємств зі зберігання та переробки зерна. Відповідно до діючих норм концентрація пилу в повітрі, що викидається в атмосферу, не повинна перевищувати допустиму концентрацію пилу в повітрі робочих зон більш ніж в 15 разів. Не більше  $60 \text{ мг/м}^3$  для зернового пилу і  $100 \text{ мг/м}^3$  - для борошняний. Для підприємств системи хлібопродуктів в повітрі робочої зони виробничих приміщень ГДК зернового пилу повинна складати  $4 \text{ мг/м}^3$ , мучної -  $6 \text{ мг/м}^3$  [18].

Крім негативних наслідків забруднення атмосферного повітря, зерновий і борошняний пил є причиною виникнення вибухів на хлібоприймальних, і зернопереробних підприємствах. Вибух пилоповітряної суміші відбувається при наявності певної концентрації (вибухонебезпечної) і джерела запалювання з температурою і енергією, достатньою для займання. Запиленість повітря в виробничих приміщеннях значною мірою залежить від герметизації обладнання, від режимів відсмоктування повітря аспіруючих машин і інших точок пиловиділення, від конструктивного виконання, стану і режимів роботи робочих органів машин [39].

Поряд із забрудненням повітря в результаті пиловиділення практика хімічного захисту зернопродуктів від шкідників пов'язана з викидом токсичних речовин в атмосферу. Препарати, що застосовуються для цієї мети (пестициди), є потенційним джерелом забруднення навколишнього середовища: повітря, води, ґрунту і зернопродуктів. Токсичність пестицидів, характер їх впливу, залишковий вміст в зернопродуктах строго регламентуються і контролюються з точки зору техніки безпеки і охорони навколишнього середовища. [10].

Наприклад, допустимий залишковий вміст бромистого метилу, що застосовується для газациї, становить  $35 \text{ мг/кг}$  в зерна,  $10 \text{ мг/кг}$  в борошні,  $3 \text{ мг/кг}$  в хлібі і  $1 \text{ мг/м}^3$  в повітрі робочої зони [18].

Тому кожен препарат, запроваджуваний для боротьби зі шкідниками зернопродуктів, ретельно вивчають і встановлюють умови його застосування, норми витрат, оцінюють можливі негативні наслідки застосування, гранично допустимі концентрації його в зернопродуктах, повітрі, воді і на ґрунті, а також заходи безпеки при роботі з ним.

На борошномельних заводах щорічно проводять газачію всіх виробничих приміщень. При підготовці до газачії необхідно суворе дотримання її технології, забезпечення герметичності і чистоти приміщень, попередня оцінка метеорологічних умов періоду газачії та дегазації (вологість, температура, тиск повітря). Контроль за проведенням процесу газачії і повнотою дегазації після хімічної обробки приміщень, визначення залишкового вмісту пестицидів, порядок здачі об'єктів після газачії гарантують безпеку цих заходів для людей і знижують рівень забруднення навколишнього середовища [17].

Зернопереробні підприємства використовують воду для виробничих (технологічних) потреб, на господарсько-побутові цілі і пожежогасіння. На борошномельних заводах воду витрачають на обробку зерна в машинах мокрого лушення, апаратах і машинах для зволоження зерна, для охолодження вальців вальцьових верстатів і для обробки повітря в кондиціонерах [14].

На мукомольному заводі з комплектним обладнанням продуктивністю 500 т/добу витрата води на виробничі потреби становить близько 10 м<sup>3</sup>/год, а на господарські - до 0,3 м<sup>3</sup>/год. Ці витрати визначаються з урахуванням води в оборотній системі водопостачання: в системі охолодження вальців і рециркуляції в промивних камерах кондиціонерів. У відповідності з цим в побутову і виробничу каналізацію відводиться до 6 м<sup>3</sup>/год стічних вод. Виробничі стічні води поділяють на незабруднені (в основному охолоджуючі) і забруднені після машин мокрого лушення. У стічних водах після машин мокрого лушення містяться частинки органічного і мінерального походження, мікроорганізми. Ці води фільтрують через сита в спеціальних сепараторах, мокрі відходи віджимають, просушують і використовують для кормових цілей. Ступінь очищення води від домішок досягає 55%. Вода виводиться в каналізацію для подальшого очищення і обеззараження в системі очисних споруд стічних вод до установлених водоохоронної норм [14,16].

В системі заходів з охорони навколишнього середовища важливе місце займає проблема відходів. У процесі підготовки зерна до помелу його очищають від різних домішок відходи, які образуються - різних категорій, в тому числі

значна кількість цінних кормових і непридатних відходів. Перспективним напрямком є більш ефективне використання зерна і розробка рентабельних методів утилізації відходів. У виробничих приміщеннях борошномельних заводів робота машин з швидкообртаючими і хитаючими механізмами супроводжується шумом і вібрацією [18].

При тривалому впливі вони несприятливо впливають на організм людини: викликають зниження слуху, втомлюють, притупляють увагу, викликають специфічні захворювання. У нашій країні допустимі рівні звуку і звукового тиску визначає ДСТ 12.1.003-83 «Шум. Загальні вимоги безпеки»[38, 39].

Звуки різних частот при однакових рівнях звукового тиску по-різному впливають на органи слуху людини. Найбільш неприємні для людини звуки високих частот. Це враховується при нормуванні рівнів шуму і застосуванні звукопоглинальних пристроїв і матеріалів, ефективність яких залежить від частоти. Тому для успішної боротьби з шумом необхідно знати його частотний спектр. Для вивчення розподілу частот шуму в вимірювальну апаратуру введені акустичні фільтри, частотні характеристики яких позначені буквами А, В, С і В. Відповідно результати вимірювань позначаються дБ А, дБ В і т. Д. [18].

Найбільш складним та відповідальним етапом у розслідуванні нещасних випадків травм є встановлення їх причин. Дуже часто тут припускаються грубих помилок, що не сприяє розробці ефективних заходів для боротьби з травматизмом. Аналізу нещасних випадків передують їхня класифікація з причин. Але загальноприйнята класифікація причин виробничого травматизму нині відсутня, проте більшість авторів виділяють кілька груп. Технічні причини – залежать від рівня досконалості технологічних процесів, конструктивних недоліків обладнання, недостатності механізації та автоматизації важких робіт, недосконалості огорож, захисних пристроїв, засобів сигналізації та блокувань, дефектів міцності матеріалів, невідомих раніше небезпечних властивостей оброблюваних об'єктів. Ці причини іноді називають конструкторськими чи інженерними [38].



У зв'язку з цим існують вимоги, які висувають до верстатів і устаткування всіх типів: передачі ремінні, ланцюгові, зубцюваті, розташовані поза корпусами верстатів. Вони - основа небезпеки травмування і тому повинні мати суцільну огорожу або жалюзі, мати допоміжні пристрої (ручки, скоби) для зручного і безпечного відчинення, зняття, переміщення механізмів. Внутрішні поверхні дверцят, за якими розташовані механізми передач, що потребують періодичного доступу при наладці верстатів і спроможні травмувати, повинні бути пофарбовані в червоний колір. Захисні пристрої (екрани), які обмежують робочу зону, повинні захищати працюючого від стружки, що відлітає, мастильно-охолоджувальної рідини. Для відключення електродвигунів і припинення роботи верстата треба застосовувати кнопки управління червоного кольору. Робоча зона на металорізальних верстатах, призначених для обробки заготовок, повинна бути відгороджена захисним пристроєм. Особливу увагу треба приділяти кріпленню виробів, деталей [39].

Заходи з охорони навколишнього середовища, спрямовані в першу чергу на створення здорових і безпечних умов праці та побуту людей, є найважливішою складовою виробничої діяльності всіх промислових підприємств, потужним важелем збільшення продуктивності праці і прискорення НТП галузі [18].

## РОЗДІЛ 5

### БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Об'єкт господарської діяльності — це підприємства (державні і приватні), установи і організації, навчальні заклади та інші. На всіх об'єктах Цивільна оборона організовується з метою завчасної підготовки їх до захисту від наслідків надзвичайних ситуацій, зниження втрат, створення умов для підвищення стійкості роботи об'єктів та своєчасного проведення рятувальних та інших невідкладних робіт (РІНР). Відповідальність за організацію та стан Цивільної оборони, за постійну готовність її сил і засобів до проведення РІНР несе начальник цивільної оборони (НЦО) об'єкта — керівник підприємства, установи та організації [2].

На об'єктах господарської діяльності задіяні досить багато людей та використовується величезна кількість різноманітного обладнання, тому питання організації цивільної оборони на таких об'єктах є досить важливим моментом в загальному обсязі питань цивільної оборони [25].

Попередження виникнення надзвичайних ситуацій техногенного походження і впровадження заходів для зменшення збитків і втрат у випадку аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж і стихійного лиха.

З метою виконання завдання:

- вчасно розробляються і проводяться інженерно-технічні заходи щодо зменшення ризику виникнення надзвичайних ситуацій і захисту населення від впливу їх наслідків;
- готується науково-обґрунтований прогноз наслідків можливих надзвичайних ситуацій;
- здійснюється безупинне спостереження за станом потенційно-небезпечних об'єктів і навколишнього середовища;

- підтримуються в готовності до негайного використання засоби оповіщення й інформаційного забезпечення населення, створюються локальні системи виявлення місць зараження і локальні системи оповіщення;

- створюються спеціалізовані формування і здійснюється їх підготовка до дій за призначенням;

- здійснюється забезпечення працівників підприємств, установ, організацій індивідуальними засобами захисту, а також ведеться будівництво захисних споруд відповідно до норм і правил інженерно-технічних заходів Цивільної оборони [25, 26].

З метою виконання завдання в усіх ланках міських і позаміських пунктів управління на основі автоматизованих систем централізованого оповіщення, ліній зв'язку і радіомовлення, а також спеціальних засобів, створюється система оповіщення й інформаційного забезпечення. Це комплекс організаційно-технічних засобів для передачі відповідних сигналів і розпоряджень органам державної виконавчої влади адміністраціям підприємств, установ і організацій, силам Цивільної оборони і населенню [26].

На об'єкті залежно від характеру його виробничої діяльності створюються служби ЦО: оповіщення і зв'язку; медична; радіаційного та хімічного захисту; охорони громадського порядку; протипожежна; енергопостачання та світломаскування; аварійно-технічна; сховищ і укриттів; транспортна; матеріально-технічного постачання та інші. На них покладаються виконання спеціальних заходів і забезпечення дій формувань при проведенні РІНР [25].

На невеличких об'єктах господарської діяльності служби ЦО не створюються, їх функції при проведенні необхідних заходів виконують структурні органи управління цих об'єктів[35].

Для великих і малих підприємств система заходів захисту від надзвичайних ситуацій включає:

- планування та здійснення необхідних заходів для захисту своїх працівників, об'єктів господарювання;

- розроблення планів локалізації та ліквідації аварій з подальшим погодженням з Державною службою України з надзвичайних ситуацій;
- підтримання у готовності до застосування сил і засобів із запобігання виникненню та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- створення та підтримання матеріальних резервів для попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій;
- забезпечення своєчасного оповіщення своїх працівників про загрозу виникнення або при виникненні надзвичайної ситуації [25,35].

Наведені вище заходи мають загальний характер, вони не повністю враховують специфіку діяльності конкретного підприємства, чисельність працівників, обсяг і вид виробництва тощо.

Основною особливістю дій малих підприємств при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій є в першу чергу захист персоналу та відвідувачів [24].

Виходячи з цього, ст. 130 Кодексу цивільного захисту України передбачає, що на підприємствах з чисельністю персоналу 50 осіб і менше розробляються та затверджуються інструкції щодо дій при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій [25,36].

Крім того, у сфері промислового виробництва до малих підприємств можуть бути віднесені і такі, де чисельність працівників перевищує 50 осіб. Інструкції для таких підприємств розроблюються за рішенням відповідного територіального органу Держслужби України з надзвичайних ситуацій [25].

Розроблена інструкція не повинна суперечити положенням та вимогам Кодексу цивільного захисту України. Інструкція розробляється та підписується посадовою особою підприємства з питань цивільного захисту, затверджується керівником підприємства та доводиться до всіх працівників під підпис [35].

Крім Інструкції, на малому підприємстві розробляється План евакуації при пожежі або загрозі вибуху. Особливо це важливо для тих об'єктів, на території яких може знаходитись значна кількість відвідувачів.

Деякі конкретні заходи, не відображені в нормативних документах підприємства, потребують внесення до посадових інструкцій працівників. Крім

того, на малому підприємстві необхідно розробляти й доводити до всіх працівників Порядок цілодобового оповіщення керівництва та працівників у випадку загрози або виникнення надзвичайної ситуації [24,35].

Всі працівники підприємства повинні бути навчені діям, чітко знати свої обов'язки та неухильно їх виконувати. Це також стосується адміністрації малого підприємства, яка в екстремальній обстановці не може приймати помилкові рішення або віддавати необґрунтовані розпорядження [2].

Уникнути цього дозволить якісно розроблена Інструкція щодо дій персоналу малого підприємства при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій, наведена нижче.

Залежно від існуючої або прогнозованої обстановки з питань цивільного захисту та надзвичайних ситуацій на підприємстві, в установі, організації, закладі (далі — підприємство) [25] може бути встановлено один з трьох режимів функціонування об'єктової ланки функціональної або територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту:

- режим повсякденного функціонування;
- режим підвищеної готовності;
- режим надзвичайної ситуації.

Режимів встановлюються органами виконавчої влади, а у окремих випадках на території підприємства — його керівником.

Усі працівники підприємства, незалежно від займаних посад, повинні знати та суворо виконувати вимоги Типової інструкції щодо дій персоналу підприємства при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій. За невиконання вимог Інструкції персонал підприємства може бути притягнутий до адміністративної відповідальності [2].

## РОЗДІЛ 6

### ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

ПрАТ «ЗасільськеХПП» розташоване в мальовничомус. Засілля – селище у Вітівському районі Миколаївської області України. Засноване у 1932 році. Займає площу 1,18 км<sup>2</sup>.

У структурі промисловості Миколаєва основне місце займає машинобудування (суднобудування, енергетичне машинобудування) і металообробка. Промислові підприємства міста забезпечують до 50% обсягів продукції суднобудування України, понад 90% державного виробництва газових турбін, 80% глинозему – сировини для виробництва алюмінію. Виробничий комплекс міста представлений металургія та металообробка різними видами економічної діяльності: суднобудування та судноремонт, машинобудування, , електротехніка та електроніка , водний транспорт, виробництво будівельних матеріалів, легка промисловість, харчова промисловість [8].

На сьогоднішній день основними екологічними проблемами міста Миколаєва є забруднення атмосферного повітря, акваторії Бузького лиману та річки Південний Буг, посилення екзогенних геологічних процесів, поводження з побутовими відходами та безпритульними тваринами. На території міста розміщуються 4 порти. Одним із основних видів діяльності в портових комплексах є перевантаження вантажів, у тому числі сипучих. Особливо негативно на навколишнє середовище впливає перевантаження вугілля, мінеральних добрив, сірки та інших хімічних речовин [8, 11]. При недотриманні технологій дрібні частки сипучих вантажів потрапляють в атмосферу та з вітровими потоками розносяться на значні відстані, що можуть перевищувати розмір санітарно-захисної зони порту. Для запобігання забруднення повітряного басейну необхідно: чітко дотримуватись затверджених процедур перевантажень; проводити роботи у безвітряну погоду (при швидкості вітру до 10 м/с); не допускати потрапляння розсипів вантажів у воду шляхом навішування брезенту навколо трюмів, в які виконується завантаження; попереджувати потрапляння

частин вантажу в акваторію через дощові стоки та колодязі на причалі (закривати їх заглушками, брезентом); для попередження пилоутворення обов'язково користуватися системою пилогасіння [10].

Стан атмосферного повітря є одним із головних факторів у формуванні сприятливих умов навколишнього природного середовища. До повітряного басейну міста надходять забруднення із стаціонарних та пересувних джерел. Значна частина забруднення припадає на транзитний транспорт, що курсує містом до портів та перевантажувальних терміналів. Завдяки відсутності в місті підприємств металургійної, хімічної та вугільної промисловості, Миколаїв не відноситься до переліку регіонів з високим забрудненням атмосфери. Основними забруднювачами атмосфери є пересувні джерела від них до атмосферного повітря надходять в середньому в 3,5-4 рази більші об'єми викидів, ніж від стаціонарних об'єктів [8].

Викиди від стаціонарних джерел розповсюджуються по місту разом із вітровими потоками так, як в місті переважно вітряна погода. Об'єми забруднюючих речовин, що потрапляють в місті до атмосфери, за останні роки становлять близько 35 тис. т, що у перерахунку на площу міста становить  $135 \text{ т/км}^2$ , а у співвідношенні з чисельністю населення –  $70 \text{ кг/особу}$ . Дослідження стану атмосферного повітря регулярно проводяться Миколаївським обласним центром з гідрометеорології за рядом показників: вміст пилу, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, діоксиду азоту, оксиду азоту, фтористого водню, формальдегіду. Концентрації пилу по місту, як по середньомісячним, так і по максимальним показникам в основному не досягали гранично допустимих концентрацій (ГДК). Середня за місяць концентрація пилу складала близько  $0,09 \text{ мг/м}^3$ , тобто  $0,6 \text{ ГДК}$  середньодобової, а максимальні концентрації впродовж року дорівнювали  $0,4 \text{ мг/м}^3$ . Рівень забруднення діоксидом сірки протягом року був невисоким як по 30 максимальним, так і по середньодобовим концентраціям, перевищень ГДК не зафіксовано. Середньомісячні концентрації діоксиду сірки були на рівні  $0,006 \text{ мг/м}^3$ , що становить  $0,1 \text{ ГДК}$  с.д.. Максимальні концентрації були близькими до  $0,014 \text{ мг/м}^3$

та спостерігались в районі Промзони, міжміського автовокзалу та обласного Палацу культури. Найбільшим забруднювачем атмосферного повітря міста протягом року є формальдегід. Його середні за місяць концентрації склали  $0,013 \text{ мг/м}^3$  (4,4 ГДК с.д.). Перевищення максимально разової ГДК в 1,2 – 1,3 рази ( $0,043 - 0,046 \text{ мг/м}^3$ ) було відмічено на всіх пунктах спостережень, крім 31 вул. Обсерваторна, 1. Рівень забруднення формальдегідом з травня по вересень мав найбільші значення [8, 10, 11].

Населення все більш стає орієнтовним на якісні умови життя та вимагає вирішення проблем екології. Крім того, соціально-економічний розвиток області безумовно тісно пов'язаний з екологічним станом довкілля.

Комплексну програму охорони довкілля Миколаївської області на 2021-2027 роки затверджено депутатами Миколаївської обласної ради на нещодавній позачерговій сесії Миколаївської обласної ради. Реалізація Програми спрямована на стабілізацію та поліпшення стану навколишнього природного середовища на території Миколаївської області та вирішення першочергових регіональних екологічних проблем [8].

Програмою передбачено зменшення обсягів скидання неочищених та недостатньо очищених стоків у водні об'єкти та зменшення рівня забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств. Також йдеться про забезпечення екологічного та безпечного збирання та знешкодження непридатних та заборонених до використання хімічних засобів захисту рослин, у тому числі пестицидів, упровадження установок для знешкодження промислових відходів [28].

Основними напрямками програми є: розвиток природно-заповідного фонду, збереження біологічного та ландшафтного різноманіття; еколого-просвітницька діяльність; здійснення заходів з озеленення населених пунктів; відновлення і підтримання сприятливого гідрологічного режиму та сприятливого стану річок. Розробка Регіонального плану управління відходами у Миколаївській області до 2030 року сприятиме якісним змінам у сфері управління відходами. Фінансування природоохоронних заходів, які зазначені у Програмі,



здійснюватимуться за рахунок коштів державного, обласного бюджетів, районних бюджетів, бюджетів територіальних громад, у тому числі фондів охорони навколишнього природного середовища, коштів підприємств та інших джерел, не заборонених чинним законодавством [12,28].

∟

## ВИСНОВКИ

За результатами дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Лабораторією ТОВ «Ліміт Плюс» проведено вимірювання вмісту забруднюючих речовин в організованих стаціонарних джерел, а саме на ПрАТ «Засільське ХПП», яке спеціалізується виробництвом олії та тваринних жирів, виробництвом продуктів борошномельно-круп'яної промисловості, виробництво хліба та хлібобулочних виробів; виробництво борошняних кондитерських виробів, тортів і тістечок нетривалого зберігання.

2. Було висвітлено аналіз способів, методів та обладнання для очистки викидів в атмосферне повітря. Розглянуто різні механічні, фізико-хімічні та хімічні методи очистки викидів в атмосферу, в яких відзначається висока ефективність застосування інерційних, гравітаційних та відцентрових сил, висока ефективність очищення газів при високих температурах та проведено порівняльну характеристику сучасних очисних установок.

З метою контролю викидів забруднюючих речовин в атмосферу повітря всі розрахунки проводимо згідно методики виконання вимірювань масової концентрації речовин у вигляді суспендованих твердих частинок в організованих викидах стаціонарних джерел гравіметричним методом.

3. Розглянуто діючі установки очистки викидів в атмосферне повітря на ПрАТ «Засільське ХПП» циклону 4БЦШ-450.

4. Ступінь ефективності очистки складала - 97,17%, згідно технічної характеристики за технічною документацією повинна складати від 88 до 98%.

Отже, за даними вимірами та розрахунками ефективність очистки від пилу зернового на ПрАТ «Засільське ХПП» відповідає нормативним даним, що свідчить про кваліфіковану роботу спеціалістів, які проводять технічні обслуговування даної системи очистки.

## ПРОПОЗИЦІЇ

1. На підставі проведених досліджень та отриманих результатів можна говорити про те, що рівень ефективності очищення, яка проводиться на ПрАТ «Засільське ХПП» складає 93,17%, що свідчить про ефективність даної системи, що відповідає нормам.

2. Для більш ефективного очищення пропоную встановити додатковий циклон 4-х циклонів 4БЦШ-450, для зменшення навантаження на основний циклон та забезпечити контроль і планові обмеження фактичного впливу на навколишнє середовище межах зони дії підприємства.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 4БЦШ-450 (4БЦШ 450) циклон для зернової пылі Источник: <https://systemax.ua/ciklony/cikloni-dlja-zernovoj-pili/4bcsh/4bcsh-450.html> (дата звернення: 10.09.2021).
2. Барабашова Н.В. Правове забезпечення екологічної безпеки в процесі господарської діяльності. / Барабашова Н.В. // - К., 2008. – 58 с.
3. ВГО «Жива планета» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.zhiva-planeta.org.ua/pvsus/sapu.html> ( дата звернення: 09.09.2021).
4. Викиди газопилові промислові. Методика виконання вимірювань масової концентрації сірководню в організованих викидах стаціонарних джерел титриметричним методом МВВ 081/12-0180-05.
5. Визначення обсягів викидів стаціонарними джерелами [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.visnuk.com.ua> (дата звернення: 15.10.2021).
6. ДИСЕРТАЦІЯ БУЧАВИЙ Ю.В. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://nmapo.edu.ua/zagruzka2/DrAr/Ar-09\\_06\\_17-9.pdf](https://nmapo.edu.ua/zagruzka2/DrAr/Ar-09_06_17-9.pdf). (дата звернення: 11.10.2021).
7. Электроаспиратор "Тайфун" Р-20-20-2-2 (ДМ) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://spectrolab.com.ua/p16222416-elektroaspirator-tajfun.html> (дата звернення: 12.10.2021).
8. Екологічний паспорт [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://mkrada.gov.ua/files/OXOPONADOBKIJ9I/ECO\\_PASPORT.pdf](https://mkrada.gov.ua/files/OXOPONADOBKIJ9I/ECO_PASPORT.pdf). ( дата звернення: 15.10.2021).
9. ЗАКОН УКРАЇНИ Про внесення змін до Закону України "Про охорону атмосферного повітря" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ips.ligazakon.net/document/T012556?an=477912>. (дата звернення: 20.10.2021).
10. Закон України "Про охорону атмосферного повітря" від 16.10.1992 р. № 2707-ХІІ.

11. Інструкція про здійснення державної екологічної експертизи затверджена Наказом Мінекобезпеки України від 7.06.1995 р. №55.

12. Охорона довкілля - один з пріоритетних напрямів стратегічного розвитку Миколаївщини [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mk-oblrada.gov.ua/news.php?news=2651&group=32>. (дата звернення: 26.10.2021).

13. Клименко М.О., Прищепя А.М., Вознюк Н.М. Моніторингдовкілля: Підручник. – К.: Видавничий центр «Академія», 2006. – 360 с.

14. Конспект лекцій з дисципліни «Пиловловлювання та очищенняпромисловихвикидів»длястудентів за напрямом 6.050601 – Теплоенергетиказаочноїформинавчання / Укл. Глущенко О.Л., – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2012 – 82 с.

15. Метрологічні характеристики [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki> ( дата звернення: 24.11.2021).

16. Класифікаціякласівефективності очистки промисловихфільтрів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://fresh-air.ua> (дата звернення: 10.11.2021).

17. МАНОВАКУУММЕТР ЦИФРОВОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ МЦ-1 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://aep.kiev.ua/shop/> ( дата звернення: 05.11.2021).

18. Магістерська кваліфікаційна робота Удосконалення природоохоронної діяльності на підприємстві [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [Morarenko\\_O.V\\_Udoskon\\_pryrado\\_diyal\\_M\\_2017.pdf](#).

19. МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО Н А К А З 27.06.2006 N 309 ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА УКРАЇНИ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/> (дата звернення: 12.10.2021).

20. МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЯДЕРНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ [Електронний ресурс] –

Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/>. (дата звернення: 25.10.2021).

21. Методика виконання вимірювань МВВ) «ВИКИДИ ГАЗОПИЛОВІ ПРОМИСЛОВОСТІ. методики виконання вимірювань масової концентрації речовин у вигляді суспендованих твердих частинок в організованих викидах стаціонарних джерел гравіметричним методом №081/12-0161-05 від 25.02.2005р.

22. Негативний вплив на людину забрудненого повітря [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://olexrda.kr-admin.gov.ua/negativniy-vpliv-na-lyudinu-zabrudnenogo-povitrya/>. (дата звернення: 12.11.2021).

23. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України «Про затвердження нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел» від 27.06.2006р. № 309

24. Оксид азота [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://auagroup.kz/terms/>. (дата звернення: 12.11.2021).

25. Організація цивільної оборони на об'єктах господарської діяльності [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: Xreferat.com » Реферати по военной кафедре » Організація цивільної оборони на об'єктах господарської діяльності (дата звернення: 24.11.2021).

26. Основні забруднювачі атмосферного повітря : характеристики, вплив на організм людини [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://eco.aep.kiev.ua/novini/osnovni-zabrudnyuvachi-atmosfernogo-povitrya-harakteritstiki-vpliv-na-organizm-lyudini/> (дата звернення: 27.11.2021).

27. Про забруднення атмосферного повітря [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://kitaygorodska-gromada.gov.ua/news/1549272314/> (дата звернення: 23.10.2021).

28. Про забруднення атмосферного повітря [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://kitaygorodska-gromada.gov.ua/news/1549272314/> (дата звернення: 29.11.2021).

29. Положення про екологічну лабораторію ТОВ «Ліміт плюс» від 2008р.

30. ТОВ «Ліміт Плюс» Настанова з якості вимірювальної лабораторії НЯВЛ-1-2008.

31. Технічні засоби очищення газових викидів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://tgp.vntu.edu.ua> (дата звернення: 22.10.2021).

32. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25 червня 1991 року № 1264-ХІІ [Текст] // Відомості Верховної Ради України. – 1991. – № 41. (Із останніми змінами).

33. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16 жовтня 1992 року № 2707-ХІІ [Текст] // Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 50. (Із останніми змінами).

34. Постанова КМУ «Про затвердження Порядку розроблення та затвердження нормативів гранично-допустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел» від 28.12.2001 р. № 1780.

35. Право довкілля (екологічне право): навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. / за ред. П.Д. Пилипенка // К.: Ін-Юре, 2010. 360 с.

36. Принцип роботи циклонів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://skyprom.ru> (дата звернення: 15.10.2021).

37. Принцип роботи рукавного фільтра [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://vudos.com.ua> (дата звернення: 13.11.2021).

38. Причини нещасних випадків на виробництвах [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://pidruchniki.com>. (дата звернення: 23.10.2021).

39. Причини нещасних випадків на виробництвах [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://pidruchniki.com>. (дата звернення: 26.11.2021).

40. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Основи екології та охорони довкілля. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. К.: Центр навчання і літератури, 2006. – 394 с.

41. Термометр автономный цифровой ТР-3001 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://napitkidoma.ru/termometr-avtonomnyj-czifrovoj-tr-3001>. (дата звернення: 24.10.2021).

42. Трубка напорная модификации НИИОГАЗ 0,5 м исполнение "В" [Електронний ресурс] (дата звернення: 10.10.2021).

43. УДК 658.382.2 Науково-технічний журнал «ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА», № 3(1/2018) ISSN 2522-1892 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/pdf>.

44. УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ Методика виконання вимірювань МВВ) «ВИКИДИ ГАЗОПИЛОВІ ПРОМИСЛОВОСТІ. методики виконання вимірювань масової концентрації речовин у вигляді суспендованих твердих частинок в організованих викидах стаціонарних джерел гравіметричним методом №081/12-0161-05 від 25.02.2005р.

45. УДК 658.382.2 Науково-технічний журнал «ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА», № 3(1/2018) ISSN 2522-1892 – Режим доступу до ресурсу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/6384/1/16-20.pdf>. (дата звернення: 05.10.2021).

46. Чадний газ вплив на організм людини, способи індивідуального захисту і безпечної поведінки [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://dspace.pdaa.edu.ua>: (дата звернення: 11.10.2021).

47. Шкаф сушильно-стерилизационный ШСС-80 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://medinstrument.com.ua/shkaf-sushilno-sterilizatsionniy-shss-80/>(дата звернення: 28.10.2021).