

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ

Кафедра *екології*

допускається до захисту

« ____ » _____ 2023 р.

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ

наук. ступ., вч. зв. (ім'я та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

(рівень вищої освіти)

на тему «Аналіз еколого-технологічних рішень щодо захисту
атмосферного повітря на підприємстві «Діскавері-бурове обладнання
(Україна)» у місті Стрий Львівської області»

Виконав студент групи Тз-41
спеціальності 183 – Технології захисту
навколишнього середовища
Мартинюк Вадим-Дем'ян Андрійович

Керівник Тетяна ДАЦКО

Консультант Юрій КОВАЛЬЧУК

Дубляни 2023

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет агротехнологій та екології
Кафедра екології
Рівень вищої освіти «Бакалавр»
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри _____
доцент, к.б.н. Петро ХІРІВСЬКИЙ
« _____ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Мартинюку В.-Д. А.

1. Тема роботи: **«Аналіз еколого-технологічних рішень щодо захисту атмосферного повітря на підприємстві «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» у місті Стрий Львівської області»**
Керівник кваліфікаційної роботи: Дацко Тетяна Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Затверджені наказом по університету від 30 грудня 2022 р. № 453 к-с
2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 06 червня 2023 року
3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи
Літературні джерела, нормативні документи, методики виконання лабораторних досліджень
4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)
Вступ
1 Огляд літератури
1.1 Забруднення атмосферного повітря у результаті виробничої діяльності підприємств металообробної та машинобудівної галузей
1.2 Аналіз сучасних технологій та методів захисту атмосферного повітря від шкідливих промислових викидів
2 Умови, об'єкти та методика досліджень
2.1 Природно-кліматичні умови району розміщення підприємства
2.1 Загальна характеристика «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» та його виробничої діяльності
2.3 Методика відбору та аналізу проб повітря
3 Результати досліджень
3.1 Аналіз технології виробництва та технологічного обладнання
3.2 Характеристика дільниць, що є джерелами утворення забруднюючих речовин
3.3 Шкідливі речовини, що викидаються в атмосферу при здійсненні виробничих операцій

3.4 Розрахунково-аналітична частина: викиди забруднюючих атмосферне повітря речовин

3.5 Розрахунок та аналіз розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі

3.5.1 Встановлення необхідності розрахунку розсіювання забруднюючих речовин

3.5.2 Аналіз розсіювання забруднюючих речовин

3.6 Технологічні заходи для попередження забруднення атмосферного повітря

4 Охорона праці

4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки

Висновки

Бібліографічний список

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості) _____

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3	Дацко Т.М., доцент кафедри екології			
4	Ковальчук Ю.О., доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання 12 вересня 2022 р. _____

Календарний план

№п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	При-мітка
1	Написання вступу та розділу «Огляд літератури»	12.09.22-11.11.22	
2	Написання розділу «Об'єкт, умови та методи досліджень»	12.11.22-30.12.22	
3	Написання розділу «Результати досліджень»	02.01.23-17.04.23	
4	Написання розділу «Охорона праці», формулювання висновків за результатами проведених досліджень, укладання списку використаних джерел	18.04.23-05.06.23	

Студент _____ **Вадим-Дем'ян МАРТИНЮК**
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ **Тетяна ДАЦКО**
(підпис)

УДК 504.06:628.5

Аналіз еколого-технологічних рішень щодо захисту атмосферного повітря на підприємстві «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» у місті Стрий Львівської області. Мартинюк В.-Д. А. – Кваліфікаційна робота. Кафедра екології. – Дубляни, Львівський НУП, 2023.

53 стор. текст. част., 7 табл., 1 рис., 31 джерело, 5 додатків.

Розглянуто питання забруднення атмосферного повітря на підприємствах машинобудівної промисловості. Визначено основні ризики технологічних процесів металообробки. Проведено огляд технологічних принципів попередження та захисту атмосферного повітря від забруднення.

Проаналізовано особливості впливу виробничої діяльності підприємства ТОВ «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» на атмосферне повітря. З'ясовано основні джерела впливу підприємства, перелік забруднюючих речовин. Здійснено розрахунок потужності викиду шкідливих речовин. Доведено необхідність розрахунків розсіювання 12 забруднюючих речовин, проведено аналіз їх розсіювання в атмосферному повітрі.

Обґрунтована доцільність застосування пиловловлюючого устаткування на джерелах викидів. Доведена ефективність наявного газоочисного устаткування на підприємстві. Встановлено клас небезпеки підприємства, обґрунтовано відповідність розміру його санітарно-захисної зони.

Розроблено питання охорони праці на підприємстві «Діскавері-бурове обладнання (Україна)».

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1 Забруднення атмосферного повітря у результаті виробничої діяльності підприємств металообробної та машинобудівної галузей.....	8
1.2 Аналіз сучасних технологій та методів захисту атмосферного повітря від шкідливих промислових викидів.....	12
2 УМОВИ, ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	17
2.1 Природно-кліматичні умови району розміщення підприємства.....	17
2.2 Загальна характеристика «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» та його виробничої діяльності.....	19
2.3 Методика відбору та аналізу проб повітря.....	21
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
3.1 Аналіз технології виробництва та технологічного обладнання.....	24
3.2 Характеристика діляниць, що є джерелами утворення забруднюючих речовин.....	27
3.3 Шкідливі речовини, що викидаються в атмосферу при здійсненні виробничих операцій.....	28
3.4 Розрахунково-аналітична частина: викиди забруднюючих атмосферне повітря речовин.....	30
3.4.1 Лиття чавуну.....	30
3.4.2 Зберігання піску та щебню.....	31
3.4.3 Експлуатація котлів.....	32
3.4.4 Зберігання бензину.....	33
3.4.5 Експлуатація автотранспорту.....	35
3.5 Розрахунок та аналіз розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.....	37

3.5.1	Встановлення необхідності розрахунку розсіювання забруднюючих речовин.....	37
3.5.2	Аналіз розсіювання забруднюючих речовин.....	38
3.6	Технологічні заходи для попередження забруднення атмосферного повітря.....	41
4	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	46
4.1	Аналіз стану охорони праці на підприємстві.....	46
4.2	Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки на підприємстві «Діскавері-бурове обладнання (Україна)».....	48
	ВИСНОВКИ.....	50
	БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	51
	ДОДАТКИ.....	54

ВСТУП

Актуальність теми. Господарська діяльність людини неминуче призводить до змін атмосферного повітря. З кожним історичним періодом ці зміни набувають глобального характеру [4]. Негативний вплив людини на якісний стан атмосфери полягає в забрудненні не лише шкідливими хімічними речовинами, а й шумом, вібрацією, електромагнітними та радіоактивними випромінюванням; зменшенні запасів кисню; руйнуванні буферної оболонки – озонового шару. Якісний стан атмосфери безпосередньо впливає також на рослинний світ, особливо ліси, світовий океан та ґрунти, а також на стан здоров'я людей [5, 28, 30].

Чисте повітря є запорукою здоров'я. На сьогодні існує безліч переконливих доказів, як забруднення повітря впливає на різні аспекти здоров'я навіть при низьких концентраціях. Щороку вплив забрудненого повітря спричиняє мільйони смертей і втрату здорових років життя. Вважається, що небезпеку хвороб, пов'язаних із забрудненням повітря, необхідно зрівнювати з іншими глобальними ризиками для здоров'я, такими як нездорове харчування та куріння. У 2015 році Всесвітня асамблея охорони здоров'я прийняла знакову резолюцію щодо якості повітря та здоров'я, визнавши забруднення повітря фактором ризику неінфекційних захворювань, таких як ішемічна хвороба серця, інсульт, хронічна обструктивна хвороба легень, астма і рак, і економічні втрати, які вони завдають [31].

Глобальний характер виклику вимагає посиленої масштабної відповіді. Докази впливу на здоров'я різних забруднювачів повітря є ключовим кроком у формуванні глобальної відповіді, щоб покращити якість повітря та зменшити неприпустимий тягар для довкілля, спричинений забрудненням повітря. Боротьба із забрудненням повітря сприятиме глобальній боротьбі зі зміною клімату та виграє від неї, і має стати ключовою частиною глобального відновлення, як передбачено Маніфестом ВООЗ щодо здорового відновлення після COVID-19 [30, 31].

На жаль, забруднення повітря спричиняють практично всі галузі промисловості головним чином тому, що першочерговою є економічна ефективність виробництва, а питання захисту довкілля вважають другорядними. Можливості, які сучасний технічний прогрес має в сфері охорони компонентів навколишнього середовища, використовуються обмежено. Постійний моніторинг стану повітря, впровадження сучасних вискоєфективних методів очищення здатні обмежити масштаби шкідливих викидів у атмосферу.

Вагомим забруднювачем атмосферного повітря є підприємства металообробної та машинобудівної промисловості. **Метою** даної кваліфікаційної роботи стало дослідження викидів забруднюючих речовин та аналіз еколого-технологічних рішень щодо захисту атмосферного повітря на підприємстві «Діскавері-бурове обладнання (Україна)», що розташоване у місті Стрий Львівської області.

Для досягнення мети необхідним стало вирішення наступних **завдань**:

1. З'ясувати джерела утворення забруднюючих речовин в циклі виготовлення основної та додаткової продукції на обраному підприємстві.
2. Навести перелік забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря, та здійснити розрахунок їх викидів від окремих джерел.
3. Провести аналіз розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.
4. Розглянути та проаналізувати ефективність заходів, що впроваджені на підприємстві для попередження забруднення атмосферного повітря.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Забруднення атмосферного повітря у результаті виробничої діяльності підприємств металообробної та машинобудівної галузей

Металообробні підприємства та машинобудівна галузь є вагомими джерелами забруднення повітря паро- і газоподібними речовинами. Незважаючи на те, що їх технологічні процеси різні, однак для них спільні хімічні реакції окислення, відновлення, заміщення, розкладання, процеси електролізу, випарування, дистиляції, азеотропної дистиляції тощо [1, 23].

Найбільшу частку викидів складають продукти окисних реакцій горіння. Так, при окисленні вуглецю утворюється CO та CO₂, при окисленні азоту за високих температур в печах – оксид і діоксид нітрогену. При окисленні сульфуру утворюється діоксид сірки, а продукти горіння із печей при взаємодії з атмосферним повітрям перетворюються на гідросульфіді. При неповному згорянні органічних речовин вивільняються альдегіди, кетони або органічні кислоти [27].

Електрохімічні та фізичні процеси є вагомим джерелом забруднень у металообробній галузі [17]. Так, значними є викиди вуглеводнів, хлорпохідних вуглеводнів та інших розчинників із дуже неприємним запахом у повітря шляхом їх випаровування в процесі використання навіть у невеликих кількостях [1].

Особливим є фактор, що металообробка та машинобудування здійснюються на базі великих виробничих комплексів. Останні охоплюють різнопланові ділянки та цехи основного виробництва (ковальсько-пресові, ливарні, опоряджувальні, цехи термічної, механічної обробки тощо), а також виробничі підрозділи допоміжного характеру. Далі наводиться детальніша характеристика окремих виробництв з точки зору утворення та викиду токсичних сполук у повітряне середовище.

У ливарних цехах найбільшою проблемою є уловлення та відведення

пило-газових викидів, які утворюються в значних обсягах Так, виробництво 1 т сталевих або чавунних виливків супроводжується викидом 50 кг пилю, 1,5-2 кг оксиду сірки, 250 кг вуглекислого газу, 1 кг вуглеводнів [23]. Інші речовини (фенол, формальдегід, фурфурол, ацетон, бензол тощо) виділяються значно менше, однак через підвищену токсичність становлять серйозну небезпеку [26].

Гази ливарного виробництва включають до 80 % вільного діоксиду кремнію [17]. Тому існує ризик розвитку професійних захворювань у населення прилеглих територій.

Пило-газові викиди формуються при експлуатації вагранок, печей (електродугових та індукційних), при переробці шихти тощо [16]. Так, плавлення 1 т металу у відкритих вагранках супроводжується викидом 900-1200 м³ суміші газів (оксиди С, S та N, пари мастил, полідисперсний пил тощо). Всмоктування повітря через завантажувальне вікно вагранки призводить до збільшення кількості газів у середньому в 3 рази [19].

Хімічний склад пилових викидів варіює в межах SiO₂ – 20-50 %, CaO – 2-12 %, Al₂O₃ – 0,5-6 %, MgO – 0,5-4 %, MnO – 0,5-2,5 %, оксиди заліза – 10-36 %, С – 30-45 % та визначається типом металу, паливних матеріалів, режимом роботи вагранки [19]. Фракційний склад пилю залежить від способу дуття. Так, часточки пилю розміром 75-150 мкм при гарячому дутті складають 18,4 %, при холодному – 29,9 % [22]. Плавлення однієї тонни чавуну у закритій вагранці супроводжується утворенням та викидом близько 12 кг пилю з концентрацією 5-10 г/м³. Окрім цього викидається близько 200 кг CO₂, 400 г діоксиду сірки, 700 г вуглеводнів [18].

Технологічний процес плавлення сталі теж пов'язаний з формуванням пилю, хімічний склад якого залежить від марки виплавленої сталі. Окрім цього у повітря викидаються оксиди карбону та нітрогену в обсязі близько 1,3 та 0,27 кг/т відповідно [1].

Значне пилогазовиділення спостерігається на дільницях ливарних цехів під час складування, приготування, переробки, використання шихти та

формуючих матеріалів (шихтові подвір'я, сумішоприготувальні дільниці, дільниці формування та приготування стержнів тощо). Так, пил із значною концентрацією кремнію (до 35-50 %) утворюється при розпилюванні матеріалів у кульових млинах, в дробарках, при приготуванні сумішей ситами, у змішувачах, грохотах [17]. При розвантаженні ливарного коксу, вапняку, піску виділяється до 2-2,5 кг/год пилу на одиницю задіяного обладнання [19].

Запиленість газів (оксид вуглецю, оксид сірки, оксид азоту та інші речовини), що відводяться від сушильних апаратів, становить 10-15 г/м³. Приготування 1 кг стержневої суміші холодного твердіння пов'язане з викидом близько 7,5 г різних вуглеводнів у повітря [27].

Очистка та вибивка супроводжується виділенням пилу потужністю приблизно 50 кг/год з 1 м³ площі решітки. Механічна очистка виливків за допомогою абразивного інструменту забезпечує пиловиділення на рівні 1-2,5 кг/год [24].

Отже, значні обсяги пилоутворення спонукають до обов'язкового використання пилоочисних споруд. Це дає можливість досягти належного очищення газів від пилу та його повторного використання. Так, система сухої і вологої очистки газів у рукавних фільтрах з уловлюванням Fe₂O₃ та його наступним транспортуванням зарекомендувала себе у виробничих умовах як ефективна [19]. Найбільше утворюється СО. Основним методом зменшення кількості СО, якого утворюється найбільше, є допалювання його до СО₂ [1].

При нагріванні та обробці металів у ковальсько-пресових та прокатних цехах виділяються пил, кислоти і масляні аерозолі (туман), оксид вуглецю, діоксид сірки тощо. Потужність викиду пилу прокатного цеху в середньому 200 г/т товарного прокату [24]. За вогневого зачитування поверхні заготовок пиловиділення зростає до 0,5-2 кг/т [17]. Полум'яні печі ковальсько-пресових цехів є джерелом викидів суміші оксидів (С, S, N) та інших продуктів згорання. У термічних цехах експлуатуються ванни, агрегати для термічної обробки, нагрівальні печі, дробо-струминні, дробоскидувальні камери, які є джерелами викидів токсичних парів, продуктів горіння мастил, аміаку,

ціанистого водню, пилу тощо. Так, концентрація пилу у вивідному повітрі при зачищенні металу після термообробки досягає 200-700 мг/м³. При роботі агрегату ціанування виділяється до 600 мг/год ціанистого водню [16].

Основними забруднювачами повітря у гальванічних цехах є пил, тонкодисперсний туман, пари й газу. Гальванічні цехи є особливо еколого небезпечними через високі концентрації HCl, H₂SO₄, HCN, Cr₂O₃, NO₂, NaOH. Так, при фосфатуванні виробів концентрація фтористого водню у вивідному повітрі становить в межах 1200-1500 мг/м³ [1].

Механічне оброблення металів на верстатах є джерелом утворення пилу, стружки, туманів мастил та емульсій. Ці речовини потрапляють в атмосферу через вентиляційні установки. Пил при абразивній обробці включає 30-40 % матеріалу шліфувального круга і 60-70 % матеріалу, що обробляється. Інтенсивність пиловиділення при шліфуванні залежить від діаметра шліфувального круга [17].

Значне пиловиділення відбувається при механічній обробці навіть неметалевих матеріалів (текстоліту, склотканини, карболіту, органічного скла, графіту тощо) [27]. Крім цього можливе виділення парів фенолів, формальдегіду, стиролу тощо, які є складовими оброблюваного матеріалу.

В інструментальному цеху при роботі загострювальних верстатів утворюються дисперсні частинки неправильної форми [24].

Перелік та обсяг шкідливих речовин, що викидаються у повітря при зварюванні металів, залежить від особливостей технологічного процесу, властивостей електродів і флюсів та матеріалів зварювання. Найнебезпечнішим вважається ручне електродугове зварювання. Так, при використанні 1 кг електродів у процесі зварювання сталі утворюється до 40 г пилу, 2 г фтористого водню, 1,5 г оксидів вуглецю та азоту, а в процесі зварювання чавуну – до 45 г пилу і 1,9 г фтористого водню [1]. Напівавтоматичне та автоматичне електродугове зварювання зменшує викиди шкідливих сполук в 1,5-2 рази, а зварювання під флюсом – в 4-6 разів [24].

Пило- та газовиділення спостерігається при газовому та плазмовому різанні металів. Розмір частинок утвореного пилу оксидів металів не перевищує 2 мкм [27]. Хімічний склад пилу залежить від матеріалу, що розрізається. Відбувається виділення сполуки хрому, нікелю, марганцю, газів – CO, NO, NO₂, озону тощо [24].

Речовини з токсичними властивостями у фарбувальних цехах виділяються при попередньому знежиренні поверхонь розчинниками, при підготовці лакофарбних матеріалів, при безпосередньому фарбуванні, при сушінні фарбованих поверхонь. Відповідно, змішувачі фарб, фарбувальні камери, сушарки, ванни з розчинами для знежирення є джерелами забруднення повітря токсичними сполуками. Їх концентрація залежить від типу фарбуючого матеріалу, обсягу витрат, способу нанесення. Так, при знежиренні випаровується близько 70 г/(м² · хв) бензину, 25 г/(м² · хв) гасу, 90 г/(м² · хв) уайт-спіриту [26].

Отже, технологічні процеси металообробки на машинобудівних підприємствах є потужним і вагомим джерелом забруднення атмосферного повітря, тому вимагають розробки та впровадження комплексу заходів для його попередження. А діюче на виробничих комплексах пилогазовловлююче устаткування потребує періодичного моніторингу та контролю за ефективністю роботи.

1.2 Аналіз сучасних технологій та методів захисту атмосферного повітря від шкідливих промислових викидів

Процес очищення та знешкодження пилогазових технологічних і вентиляційних викидів машинобудівних підприємств має низку особливостей. Зокрема, газо- і пароподібні домішки, що викидаються, дуже різні за хімічним складом. Часто джерела викидів характеризуються достатньо високою температурою. Як показано попередньо, викиди містять значну кількість пилу, а це утруднює процес газоочищення, вимагає

попередньої підготовки відвідних газів. Концентрація домішок у вентиляційних викидах змінна та невелика.

Сучасні газоочисні установки призначені для вловлення технологічних та вентиляційних викидів. У певних випадках уловлені домішки можуть у подальшому бути утилізовані. Апарати, які не передбачають наступного використання домішок, характеризуються санітарними обмеженнями у процесах видалення, транспортування та захоронення вилученого матеріалу. Установки, які дозволяють виділити концентрований продукт та використовувати його для потреб народного господарства, є найбільш перспективними. Виробництво та впровадження таких установок є особливо важливим при розробці мало- та безвідходних технологій [11].

Для захисту атмосфери від небезпечних викидів використовують методи аб-, ад- та хемосорбції, термічної нейтралізації каталітичного або хімічного знешкодження [18].

Абсорбцію технологічно називають скрубєрним процесом очищення повітря від парогазових викидів. Принцип методу полягає в розкладі суміші газів шляхом поглинання одного або кількох компонентів абсорбентом – рідким поглиначом з утворенням розчину. Визначальним у процесі є градієнт концентрації на межі фаз «газ-рідина», розчинений у рідині адсорбат проникає у внутрішні шари абсорбента дифузним шляхом [5].

Адсорбція базується на здатності твердих тіл з ультрамікроскопічною структурою вибірково вилучати та втримувати на своїй поверхні деякі складові газової суміші. Пористі матеріали з капілярною структурою крім поверхневого поглинання здатні до капілярної конденсації [27].

Розрізняють фізичну адсорбцію та хемосорбцію. За фізичної адсорбції молекули газу притягуються до поверхні твердого тіла під впливом сил Ван-дер-Ваальса (так звані «міжмолекулярні сили притягання»). Вивільнена при цьому енергія залежить від сили притягання і відповідає кількості тепла конденсації випарів. Фізична адсорбція є зворотним процесом: зменшення тиску адсорбату в потоці газу або зростання температури спричиняє

десорбцію поглиненого газу без зміни його хімічного складу. Це важливо, коли доцільно рекуперувати адсорбований газ або адсорбент [18].

В основі методу хемосорбції покладена здатність поглинання газів і парів твердими або рідкими поглиначами. При цьому утворюються малолеткі або малорозчинні хімічні сполуки. Хемосорбція доцільна за низьких концентрацій шкідливих речовин у відповідних газах. Поглинальна здатність хемосорбента практично не залежить від тиску. Головним чином, реакції під час хемосорбції екзотермічні та зворотні. Підвищення температури розчину викликає розклад хімічних сполук з виділенням вихідних елементів. Це лежить в основі механізму десорбції хемосорбенту [1].

Метод термічної нейтралізації заснований на здатності деяких токсичних речовин, що легко горять, окислюватись до менш токсичних. Обов'язковою умовою є наявність вільного кисню та висока температура газової суміші. Застосування методу доцільне при великих об'ємах викидів і значних концентраціях забруднювальних речовин [1].

Методи термічної нейтралізації токсичних викидів досить поширені у машинобудівній промисловості. У порівнянні з іншими методами мають низку переваг. Зокрема, відсутність шламів, габаритна компактність установок, нескладність у технічному обслуговуванні, установки часто автоматизовані [16]. Ці методи забезпечують високу ефективність знешкодження забруднюючих речовин. Однак, є певні обмеження в застосуванні цієї групи методів. Вони недоцільні, коли при термічній нейтралізації утворюються речовини, більш токсичні за вихідний газовий викид. Так, це стосується спалювання фосфоро-, галогено- та сірковмісних сполук. Базуючись на цьому, термічне знешкодження можливе лише для викидів без токсичних компонентів. Головним чином, знешкодженню підлягають органічні речовини, що не містять фосфор, сірку, галогени [11].

Трансформація токсичних компонентів викидів на нешкідливі чи малошкідливі для навколишнього середовища за використання каталізаторів лежить в основі каталітичних методів. Ця група методів ґрунтується на

взаємодії речовин з компонентами очищеного газу. Каталізатор при взаємодії з однією із реагуючих сполук спричиняє утворення проміжної речовини. Згодом вона розпадається, утворюючи продукт регенованого каталізатора [18].

Каталітичні методи мають певні переваги над термічними. Так, сам процес є короткочасним, реактор негабаритний, температура для нагрівання газів порівняно невелика (до 300 °C) тощо. А головне – каталізатори активні та довговічні. Каталізаторами можуть бути платина, паладій та інші метали або їх сполуки, зокрема оксиди міді, марганцю тощо [1]. Активність каталізатора визначається об'ємною швидкістю каталітичного процесу або кількістю отриманого з одиниці об'єму каталізатора продукту. При цьому забезпечується необхідний ступінь знешкодження промислових викидів. Ступінь знешкодження 0,85-0,95 досягається за об'ємної швидкості 2000-60000 год⁻¹. Об'ємна швидкість визначається відношенням витрати газу (м³/год) до об'єму каталізаторної суміші (м³) [27].

Каталізаторну масу формують з кульок, кілець, пластин або дроту, сплетеного у вигляді спіралі із хрому, нікелю, оксиду алюмінію. На їх поверхню наносять мікроскопічні дози благородних металів. Цей каталітичний шар повинен забезпечувати максимально велику поверхню контакту з газовою сумішшю та належну довговічність каталізатора. Необхідний об'єм каталізаторної маси розраховують беручи до уваги максимальну швидкість знешкодження газу. Важливими є природа та концентрація шкідливих речовин у відповідній газовій суміші, температура й тиск каталітичного продукту, активність каталізатора [27].

В основі біохімічного методу очищення повітря від шкідливих газів лежить мікробіологічна руйнація та перетворення різних сполук. Розпад речовин відбувається під дією ферментів, що виробляються мікроорганізмами під впливом наявних у газах певних речовин або їх груп. Такий метод газоочищення найбільш доцільний для очистки відвідних газів з постійним складом. Часта зміна складу унеможлиблює швидку адаптацію

мікроорганізмів до нових речовин. Мікроби тоді виробляють недостатню кількість ферментів для їх деструкції. Відтак, біологічна система не матиме достатньої руйнівної здатності щодо токсичних складників газової суміші. Високоєфективне газоочищення забезпечується за умови, коли швидкість біохімічного розпаду вилучених речовин більша, аніж швидкість їх надходження із газової суміші [11].

Отже, виробнича діяльність металообробних та машинобудівних підприємств вимагає постійного моніторингу за станом компонентів навколишнього середовища, зокрема атмосферного повітря. На сьогодні існує низка технологічних способів та методів попередження та усунення забруднення. Важливим є розробка конкретних заходів, що відповідають тому чи іншому технологічному процесу, забезпечують максимальну ефективність.

2 УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Природно-кліматичні умови району розміщення підприємства

Заводські приміщення «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» розташовані на території міста Стрий, що є одним з районних центрів Львівської області та знаходиться на відстані близько 70 км південніше Львова. Площа району становить 808 км² або приблизно 4 % території Львівської області [25].

Клімат Стрийщини характеризується як помірно-континентальний, перехідний від морського до континентального. У місті Стрий впродовж року налічується 50 ясних днів, 150 – хмарних і 165 днів із змінною хмарністю. Річний радіаційний баланс додатний і складає 40 ккал/см².

Повітря помірних широт переважає над територією Стрийщини. Морське тропічне повітря, яке проникає в окремі періоди, є причиною теплої хмарної погоди з туманами і мжичкою. Погода Стрия і району залежна від циклонів, що рухаються на території впродовж року. Місцеві вітри формуються в Карпатах і значно різняться від пори року. Так, влітку формуються гірськодолинні вітри, для яких характерний добовий холод. Вдень ці вітри дмуть уверх по долині, а вночі – навпаки, вниз по долині. Взимку і навесні віють фени, що пов'язані з циклічною діяльністю, є неперіодичними і сухими вітрами.

Середньорічні температури повітря в межах 5,2-8,0 °С. Річна кількість опадів у середньому становить 750-800 мм. Найбільш дощовими є літні місяці, а найменш – зимові [7].

Сніговий покрив утворюється наприкінці листопада - на початку грудня. Нестійкий, розтає в першій або в другій декадах березня.

Внутрішні води Стрийщини представлені в основному річками, ставками, озерами, болотами, колодзями, джерелами та підземними водами. Річки належать до басейну Чорного моря. Середня густота річкової мережі

становить 0,7 кв/км². Територією району протікають притоки Дністра: Стрий, Бережниця, Свіча, Колодниця. Підземні води прісні, термальні і мінеральні.

Прикарпаттю властивий хвилясто-рівнинний рельєф. Територія Стрийщини має загальний нахил у бік Дністра [6].

Рельєф, умови зволоження, різновидності материнських порід зумовили формування строкатого ґрунтового покриву. Так, поширені і дерново-підзолисті, і сірі, і опідзолені (лісові), і лучні болотні та бурі гірські.

Територія Стрийщини у фізико-географічному відношенні належить до підзони Лісостепу, що переходить у зону мішаних лісів Карпат на південному заході та в зону широколистяних лісів на південному сході [7].

Рослинність поділяється на лісову, лучну та культурну. Тваринний світ відзначається багатством. Стрийщина належить до Передкарпатського зоогеографічного району [6].

На території району виділяють три функціональні зони: сільськогосподарська, промислово-складська, рекреаційна [25]. Стрийщина є індустріально-аграрним районом. Функціонують підприємства машинобудівної, металообробної, деревообробної, харчової та легкої промисловості.

Основними корисними копалинами Стрийщини є нафта, природний газ, кам'яна і калійна сіль, мінеральні і питні води, будівельні матеріали. Інтенсивне використання природних ресурсів спричинює значні порушення у режимі природних комплексів.

На території міста та району функціонує понад 150 об'єктів, що мають стаціонарні джерела забруднення атмосферного повітря. Основними забруднювачами атмосферного повітря є викиди забруднюючих речовин при спалюванні природного газу, при його транспортуванні за межі України. Суттєвим та вагомим джерелом забруднення повітря є автотранспорт. Застаріле енерго- та паливоємне технологічне обладнання, використання малоефективних пило- та газоуловлюючих установок зумовлює значний об'єм викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря [25].

2.2 Загальна характеристика «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» та його виробничої діяльності

Підприємство «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» відоме з давніх часів як Стрийський завод, що почав свою історію з 1885 року. Саме тоді англійці Перкінс і Макінтош започаткували випуск нафтодобувного устаткування у напівкустарній майстерні чисельністю працюючих не більше 60 чоловік, де переважала важка ручна праця. Відтоді завод виготовляв і проводив капітальний ремонт бурового обладнання та інструменту для нафтоносних районів Борислава, а також Румунії.

У 1920 році, коли закінчилась Перша Світова війна та розпалась Австро-Угорська імперія, до власників заводу доєднався поляк Зданович. Цей капіталіст згодом став одноосібним власником заводу.

У 1939 році підприємство стало називатись завод «Металіст». У період війни 1939-1945 рр. завод не функціонував, інколи виконував одноразові замовлення для фронту – скоби і кріпильний матеріал для відновлення залізничних колій. По закінченню війни розпочалось виробництво бурового геологорозвідувального устаткування. З часом почала проводитись активна робота щодо технічного переозброєння підприємства. Були введені в дію механоскладальний, механічний, ливарно-ковальський цехи, цехи з ремонту двигунів, тракторів та інші дільниці. Основне виробництво почало займати загальну площу понад 12 тис. м².

На початку 80-х років ХХ століття завод «Металіст» був оснащений сучасною технікою, обладнанням і верстатами з числовим програмним управлінням. На ньому виготовлялась важлива народногосподарська продукція, що вимагала закритого циклу виробництва. На заводі здійснювались майже всі технологічні операції: механічна обробка, різні види зварювальних робіт, термообробка, гальванопокриття, ковальські роботи, холодне і гаряче штампування, ливарні роботи тощо. До 1991 року завод був структурним підрозділом ВПО «Союз геотехніка» Міністерства геології

колишнього союзу.

У період з 1945 до початку 90-х на заводі здійснювалось виробництво геологорозвідувального обладнання. До переліку випущеної в ті часи продукції належали такі марки: кран автомобільний АК-8 на шасі УРАЛ-375; крани для обслуговування бурового устаткування КПБ-3М, КПМ-6,3; крани ТКЭ-53; УГ-5; АМГ-6; транспортний засіб ТС-20 для перевезення бурових бригад на базі шасі ГАЗ-66, ГАЗ-53 і ГАЗ-3307; вертлюг-сальники СП-25 і ВС-12,5; запчастини для бурових насосів У8-МА2, НБТ-600, бурових верстатів ЗИФ-650, ЗИФ-1200, СКБ-5 і кранів АК-8. На заводі також здійснювався капремонт двигунів типу В-6, Д-12 «Воля», тракторів типу 1-130.

З 1991 року перелік продукції заводу розширився. Так, випускали ведучі мости для автонавантажувачів різної вантажопідйомності, кранове устаткування «Надра», бурові вишки ВБ-53М; основу приводного блоку ОБ 53М-02 і вишкового блоку ОБ 53М1-01; приводні роликові ланцюги; шківни для кронблоку і талевої системи; агрегати для ремонту і освоєння скважин типу АОРС; запчастини для бурових насосів У8-МА2, НБТ-600 і устаткування АОРС.

У 1999 році контрольний пакет акцій ВАТ Стрийський завод «Металіст» перейшов до ЗАТ «Концерн Надра». Водночас до статутного фонду державної акціонерної холдингової компанії «Укргеолреммаш» було передано 30 відсотків акцій ВАТ Стрийський завод «Металіст». У 2008 році підприємство мало назву IGM Group Стрийський завод «Металіст», а 26 січня 2009 року були внесені зміни до статуту і підприємство отримало назву ТзОВ «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» – Discovery Drilling Equipment. Офіційна зміна назви мало вплинула на відоме широкому загалу ймення заводу – «Металіст».

ТОВ «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» здійснює проектування, виробництво та сервісне обслуговування бурових установок. На сьогодні – це виробничий підрозділ британської компанії Discovery Industrial Services Ltd (Лондон). Проектування та керівництво виробництвом продукції проводиться

з офісів в Англії та США, а реалізуються проекти на заводі в Україні. Штат заводу включає понад 60 висококваліфікованих інженерів і близько 200 досвідчених у промисловій галузі технічних фахівців [29].

На заводі здійснюється виробництво комплектуючих (відповідно до ліцензії монограми API – американський нафтовий інститут) та нових бурових установок (стаціонарних і мобільних), їх обслуговування – сервісне та технічне; ремонт бурових установок, модернізація та управління проектами.

Продукція «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» працює для транснаціональних провідних бурових та нафтових компаній в різних країнах на п'яти континентах світу [29].

2.3 Методика відбору та аналізу проб повітря

Відбір проб повітря можна здійснювати аспіраційним способом і способом заповнення посудин відомого об'єму. Для дослідження газоподібних домішок застосовують обидва способи. Відбір проб з аерозольними домішками і пилом здійснюється лише аспіраційним способом [3, 18].

При аспіраційному відборі повітря пропускають зі швидкістю десятки і сотні літрів за хвилину через поглинальний прилад. При цьому відбувається концентрування речовини в поглинальному середовищі. Залежно від періоду відбору проби поділяють на разові (відбір впродовж 20-30 хв.) та середньодобові (відбір через однакові проміжки часу впродовж доби, не менше 4-ох разів). Кращі результати забезпечує безперервний відбір проб повітря впродовж доби. Використовують електроаспіратори, пилотяги, інші прилади для пропускання повітря, прилади для реєстрації його об'єму [18].

Відбір проб заповненням посудини обмеженого об'єму використовують для визначення оксиду вуглецю та інших газових домішок, зокрема. Відбір передбачає декілька особливостей: скляний посуд заповнюється продуванням посудини десятикратним об'ємом повітря;

застосовують вакуумне заповнення; відбувається заміщення попередньо залитої в посудину інертної рідини повітрям [18].

Для визначення та оцінки забруднення повітря використовують лабораторні, експресні та автоматичні методи.

Лабораторні дослідження включають хроматографічні, масспектральні, спектральні, електрохімічні методи аналізу забруднення атмосферного повітря [3].

Суть хроматографічних методів аналізу полягає в розподілі, якісному виявленні та кількісному визначенні компонентів газової суміші на хроматографі. Найбільш придатні для визначення складних домішок у пробах. Розрізняють: газова хроматографія (визначають мікродомішки летких органічних сполук); рідинна хроматографія (визначають домішки токсичних органічних сполук); іонно-рідинна хроматографія (визначають мікродомішки, що здатні до вступу в реакції синтезу органічних і неорганічних сполук); полуменево-іонізаційний метод (визначають сумарну кількість вуглеводнів) [18].

Массспектральний метод дозволяє провести кількісний та якісний аналізи усіх наявних в пробі сполук. В його основі лежить іонізація газоподібної проби шляхом електронного бомбардування. Потім іони піддають дії магнітного поля. Відхилення різних іонів проходить з різною швидкістю за характерними траєкторіями. Це дає підстави визначити всі наявні сполуки та їх концентрації [21].

Спектральні методи застосовуються для дослідження якісного і кількісного складу забруднення повітря. Їх суть полягає у визначенні складу та будови речовини за її спектром, впорядкованим за довжиною хвилі електромагнітного випромінювання. За допомогою цих методів можна встановити склад речовини, її будову (атомно-емісійний спектральний аналіз), концентрацію (атомно-абсорбційний спектральний аналіз) [3]. Окрім згаданих до спектральних методів належить теж ультрафіолетова та інфрачервона спектроскопія. Ультрафіолетова дозволяє аналізувати

ароматичні сполуки, неорганічні речовини (SO_2 , NO_2 , Hg). Інфрачервона - забезпечує якісне та кількісне визначення промислових забруднень органічного та неорганічного походження [18].

За допомогою люмінесцентного методу визначають невеликі сліди органічних і неорганічних домішок у повітрі. В основі методу лежить принцип збудження лазерами та високоінтенсивними газорозрядними лампами молекул SO_2 , NO_2 , Cl_2 випроміненням з довжиною хвилі, характерною для поглинання цих сполук в окремих ділянках спектра. Довжину хвилі вимірюють світлофільтрами [14].

Електрохімічні методи застосовують при систематичному контролі стану атмосферного повітря і повітря робочих зон. Найпоширеніші серед цієї групи методів кондуктометричні та кулонометричні. Суть кондуктометричного методу, що є високочутливим, швидкодіючим та виконується компактною апаратурою, полягає у вимірюванні електропровідності аналізованого розчину. Кулонометрія полягає у визначенні електричного заряду, що потрібен для електрохімічного процесу виділення на електроді речовини, за якою проводять аналіз досліджуваної проби. Це метод високої точності та чутливості [18].

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Аналіз технології виробництва та технологічного обладнання

ТОВ «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» є машинобудівним підприємством, де в цехах і на дільницях здійснюються технологічні процеси металообробки.

Основне виробництво представлене:

Цех № 1 – Зварювальна дільниця. Виготовляють металеві конструкції, здійснюється зварюванню, заточуванню деталей. Під час роботи зварювальних апаратів і заточних верстатів в атмосферне повітря викидається оксид заліза, марганець, хром (VI), діоксид азоту, оксид вуглецю, пил абразивно-металевий. (Джерела № 37-42, 44, 47, 48, 49).

Цех № 2. Проводиться ремонт та випробування трубопроводів паливної системи двигунів, заточування інструменту, гальванічне покриття, миття головок двигуна, інших деталей, попередня хімічна обробка деталей, їх зварювання. На дільниці фарбування здійснюється фарбування та сушка металевих конструкцій. В атмосферне повітря виділяється: ацетон, бутиловий спирт, бутилацетат, толуол, етиловий спирт, етилцелозольв, ксилол, уайт-спірит, сольвент. (Джерела № 50-56).

На гальванічній дільниці проводять знежирювання, травлення, хромування. В атмосферу викидаються гідроксид натрію, хлористий водень, хром (VI). (Джерела № 66, 67, 69).

На зварювальному посту зварювання здійснюють електродами АНО-4. В атмосферу викидаються оксид заліза, марганець. (Джерела № 86, 103).

При нарізці труб на відрізнному верстаті, при роботі заточного верстату в атмосферу викидається пил абразивно-металевий (джерела № 101, 102).

Цех № 3 – Термічна дільниця, де проводять термічну обробку деталей, зварювальні роботи, підготовку та заточування інструменту, виготовлення ланцюгів та деталей для бурових вишок, виготовлення запчастин до бурових

насосів. В атмосферу виділяється аерозоль мінеральних масел, вуглецю оксид, ангідрид сірчистий, заліза оксид, марганець, пил абразивно-металевий. (Джерела № 80, 81, 82, 93, 94, 98, 99, 100).

Цех № 4 забезпечує роботи зі складання та зварювання деталей бурового устаткування, монтування на шасі. У процесі роботи верстату для нарізки труб, зварювального апарату, заточного верстату в атмосферне повітря виділяється пил металічний, фтористий водень, діоксид марганцю, оксид заліза.

Цех № 5 об'єднує ливарну дільницю, ковальсько-пресове відділення, модельну дільницю. Лиття чавуну, сталі, алюмінію, мідних сплавів та очистка ливарних заготовок супроводжується викидом в атмосферу речовин: пил неорганічний, пил абразивно-металевий, азоту діоксид, вуглецю оксид, ангідрид сірчистий. (Джерела № 15, 17, 19, 20, 22, 23,27).

У ковальсько-пресовому відділенні виготовляють заготовки штампуванням, куванням, пресуванням, гнуттям, різкою на ножицях, пилах, нагрівом прокату під ковку в печах нагріву, газонарізкою листового металу. При цьому в атмосферу викидаються азоту діоксид, вуглецю оксид. (Джерела № 28, 30, 32, 35).

На модельній дільниці задіяний деревообробний, токарний верстат, вертикально-свердлильний верстат. В атмосферу викидається пил деревини (Джерело № 36).

Цех № 7 представлений ремонтною дільницею, де проводиться заточування інструменту. Викидається пил абразивно-металевий. (Джерело № 107).

Цех № 8 – Ремонтно-механічна дільниця, на якій здійснюється заточування інструменту, токарні та фрезерні роботи. У повітря викидається абразивно-металевий пил. (Джерело № 109).

Допоміжне виробництво включає котельну, транспортну, деревообробну дільниці, дочірнє підприємство «Оберіг», матеріальний склад, станцію заправки автотранспорту, лабораторію.

При роботі котлів, які працюють на природному газі взимку на опалення підприємства і 10 % на технологію, в атмосферне повітря викидається діоксид азоту, оксид вуглецю [8]. Влітку вони забезпечують лише технологічні потреби.

На транспортній дільниці проводиться зарядку акумуляторів, заточування інструменту (в атмосферу пил не попадає). В атмосферу викидається аерозоль сірчаної кислоти (джерело № 13).

В столярній дільниці проводяться деревообробні роботи для задоволення потреб підприємства та надання різноманітних послуг населенню. В процесі роботи деревообробного, рейсмусного, стрічкопилного верстатів в атмосферне повітря виділяється пил деревини. (Джерело № 114).

Дільниця дочірнього підприємства «Оберіг» забезпечує виготовлення будконструкцій, ремонт заводських приміщень, виготовлення виробів з дерева тощо. У процесі роботи та зберіганні сипучих матеріалів в атмосферне повітря виділяється пил з вмістом $\text{SiO}_2 > 70\%$.

На компресорній дільниці здійснюється очистка і подача стиснутого повітря до технологічних процесів. В атмосферне повітря виділяється оксид вуглецю.

У приміщеннях складу зберігаються фарби, лаки, розчинники. Викид ацетону, уайт-спіриту, бутанолу, ксилолу, бутилацетату, сольвенту здійснюється при наливі рідин.

На станції заправки проводиться заправка паливом транспортних засобів підприємства, зберігається пальне в ємностях. В атмосферне повітрі виділяються вуглеводні і бензин.

В лабораторії проводиться аналіз металів, фізичний аналіз масел, хімічний аналіз електролітів та аналіз стічних вод. При цьому в атмосферне повітря виділяється сірчана кислота, азотна кислота, соляна кислота, оцтова кислота, аміак [15].

3.2 Характеристика ділень, що є джерелами утворення забруднюючих речовин

Технологічний процес виготовлення бурового обладнання пов'язаний з впливом на компоненти довкілля, зокрема – на якість атмосферного повітря. Необхідно аналізувати всі стадії виробництва, щоб з'ясувати ланки виробничого процесу з найбільшим ризиком забруднення приземного шару атмосфери. Саме на цих ділень необхідно проводити моніторинг та контроль з метою попередження масштабного забруднення.

Отже, у результаті детального вивчення встановлено, що саме ливарні ділень, ковальсько-пресові відділення, пости електрозварювання, заточні верстати, пости фарбування, деревообробні ділень є джерелами утворення забруднюючих речовин [15]. Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин наведена у таблиці додатку А. Ливарна, ковальсько-пресова ділень, зварювальний цех є основними джерелами утворення забруднюючих атмосферне повітря речовин. Зокрема, там здійснюється утворення та викид діоксиду азоту, оксиду вуглецю, неорганічного та абразивно-металевого пилу, хрому, марганцю та оксиду заліза.

Викиди забруднюючих атмосферу речовин необхідно охарактеризувати. Прийнятними є параметри, що характеризують вид виробництва, називають конкретне джерело утворення шкідливих речовин, джерело їх викиду. Безумовно, при дослідженні потрібно знати види та кількість забруднюючих речовин. Важливими є число джерел викидів, координати їх розташування, висота, діаметр, параметри газоповітряної суміші на виході з джерела викиду (швидкість, об'єм, температура). Обов'язковою умовою є характеристика газопилоочисного устаткування [11].

Характеристика окремих джерел викидів забруднюючих речовин на заводі ТОВ «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» наведена у таблиці додатку Б. Приведені дані вказують на значні викиди в атмосферне повітря неорганічного пилу, оксиду вуглецю, діоксиду азоту та сірчистого ангідриду

на ливарній дільниці та металів і їх сполук на зварювальній дільниці. Висота джерел викиду при цьому від 2 до 20 м. Температура газоповітряної суміші на різних джерелах викидів від 22 до 90 °С.

3.3 Шкідливі речовини, що викидаються в атмосферу при здійсненні виробничих операцій

Металообробка при машинобудуванні на досліджуваному об'єкті та виконання допоміжних технологічних операцій супроводжується виділенням в атмосферне повітря речовин, що змінюють його хімічний склад. Викид забруднюючих речовин здійснюється з різною потужністю. У таблиці 3.1 наведений перелік забруднюючих речовин, потужність їх викиду, ГДК (або ОБРВ), клас небезпеки.

Таблиця 3.1 – Перелік забруднюючих речовин та обсяги їх викиду в атмосферне повітря

№ п/п	Речовина	Потужність викиду, т/рік	ГДК, мг/м ³			Клас небезпеки
			м.р.	с.д.	ОБРВ	
1	2	3	4	5	6	7
1	Кислота сірчана	0,001019	0,3	0,1	-	2
2	Пил абразивно-металевий	0,17348	-	-	0,4	-
3	Пил неорганічний SiO ₂ = 20-70%	0,4006	0,3	0,1	-	3
4	Вуглецю оксид	2,11782	5,0	3,0	-	4
5	Азоту діоксид	2,8014	0,2	0,04	-	3
6	Ангідрид сірчистий	0,05378	0,5	0,05	-	3
7	Пил деревини	0,0565	-	-	0,1	-
8	Заліза оксид	0,03317	-	0,04	-	3

Кінець таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
9	Марганець	0,003224	0,01	0,001	-	2
10	Хром шестивалентний	$2,1 \times 10^{-6}$	0,0015	0,0015	-	1
11	Ксилол	0,4863	0,2	0,2	-	3
12	Сольвент нафта	0,3501	-	-	0,2	-
13	Ацетон	0,00084	0,35	0,35	-	4
14	Спирт бутиловий	0,00120	0,1	0,1	-	3
15	Бутилацетат	0,00120	0,1	0,1	-	4
16	Толуол	0,0060	0,6	0,6	-	3
17	Спирт етиловий	0,0018	5,0	5,0	-	4
18	Етилцелозольв	0,00096	-	-	0,7	-
19	Уайт-спірит	0,1800	-	-	1,0	-
20	Аерозоль фарби	0,0102	-	-	0,1	-
21	Натрію гідроксид	0,00407	-	-	0,01	-
22	Натрію триполіфосфат	0,00162	-	-	0,5	-
23	Водень хлористий (соляна кислота по молекулі HCl)	0,04217	0,2	0,2	-	2
24	Масло мінеральне	0,0327	-	-	0,05	-
25	Ртуть	$3,6 \times 10^{-6}$	-	0,0003	-	1
26	Азоту оксид	0,0036	0,4	0,06	-	3
27	Метан	0,036	-	-	50,0	-
28	Вуглецю діоксид	2136,4	-	-	-	-
29	Кислота азотна	0,00036	0,4	0,15	-	2
30	Кислота оцтова	0,00014	0,2	0,06	-	3
31	Аміак	$3,5 \times 10^{-5}$	0,2	0,04	-	4
	Всього	6,8002937				

Згідно наведених у таблиці даних, перелік забруднюючих речовин включає 31 одиницю, серед них – оксиди азоту, вуглецю, заліза, марганець, хром, ртуть та ін.

Забруднюючі речовини, що викидаються в атмосферне повітря внаслідок проведення технологічних операцій, належать до 1, 2, 3 та 4 класу небезпеки.

Групу речовин односпрямованої дії становлять ангідрид сірчистий, азоту діоксид, ангідрид сірчистий, сірчана, азотна та соляна кислоти. Цим речовинам властивий ефект сумації [10, 11].

З найбільшою потужністю викидається діоксид вуглецю та діоксид азоту. З найменшою – хром шестивалентний, ацетон, ртуть, азотна та оцтова кислоти.

3.4 Розрахунково-аналітична частина: викиди забруднюючих атмосферне повітря речовин

3.4.1 Лиття чавуну

Розрахунок шкідливих викидів при литті чавуну (джерело № 21) виконуємо згідно [13].

Розрахунок викидів шкідливих речовин здійснюється за формулами:

$$П (\text{зола вугілля}) = G(\text{зола вугілля}) * D * B * (1 - n), \text{ кг/год} \quad - 12,06$$

$$П (\text{оксид вуглецю}) = G(\text{оксид вуглецю}) * D * B * (1 - n), \text{ кг/год} \quad - 188,94$$

$$П (\text{ангідрид сірчистий}) = G(\text{ангідрид сірчистий}) * D * B * (1 - n), \text{ кг/год} \quad - 2,613$$

$$П (\text{вуглеводні}) = G(\text{вуглеводні}) * D * B * (1 - n), \text{ кг/год} \quad - 0,6935$$

$$П (\text{оксид азоту}) = G(\text{оксид азоту}) * D * B * (1 - n), \text{ кг/год} \quad - 0,0241$$

де:

G – питомі викиди шкідливих речовин на одиницю продукції, кг/т:

$$G (\text{зола вугілля}) \quad - 20$$

$$G (\text{оксид вуглецю}) \quad - 200$$

G (ангідрид сірчистий)	- 1,3	
G (вуглеводні)	- 2,3	
G (оксид азоту)	- 0,012	
D розрахункова продуктивність агрегату, т/год		- 3
B поправочний коефіцієнт з врахуванням умов плавки		- 0,67
n ефективність засобів по зменшенню викидів з долях одиниці:		
n (зола вугілля)	- 0,7	
n (оксид вуглецю)	- 0,53	
n (ангідрид сірчистий)	- 0	
n (вуглеводні)	- 0,85	
n (оксид азоту)	- 0	
t кількість годин роботи обладнання в рік, год/рік		- 260
Q Валові викиди шкідливих речовин, т/рік		
	$Q = n*t/1000$, т/рік	
Q (зола вугілля), т/рік		- 3,153
Q (оксид вуглецю), т/рік		- 52,26
Q (ангідрид сірчистий), т/рік		- 0,731
Q (вуглеводні), т/рік		- 1,115
Q (оксид азоту), т/рік		- 0,006

3.4.2 Зберігання піску та щебню

Розрахунок шкідливих викидів від неорганізованих джерел виконуємо згідно [21].

Розрахунок потужності викидів шкідливих речовин (джерело № 118, 119) при зберіганні матеріалів, які пилять (пісок і щебінь), визначається за формулою, наведеною в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок викидів забруднюючих речовин при зберіганні піску і щебню

Показник для розрахунку		пісок	щебінь
$g = (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot K5 \cdot K7 \cdot V \cdot G \cdot 1000000) / 3600 + K3 \cdot K4 \cdot K5 \cdot K6 \cdot K7 \cdot g' \cdot F$, г/с		0,0002	0,0003
Валовий викид: $\Pi = g \cdot 3600 \cdot t / 1000000$, т/рік де:		0,00028	0,00039
t	час пиління матеріалу, години	400	400
K1	вагова доля пилової фракції в матеріалі	0,05	0,05
K2	кількість пилу (від всієї маси пилинок), який переходить в аерозоль	0,03	0,03
K3	коефіцієнт, який враховує місцеві метеорологічні умови	1,2	1,2
K4	коефіцієнт, який враховує місцеві умови, степінь захищеності вузла від зовнішніх дій, умови пилоутворення	0,5	0,5
K5	коефіцієнт, який враховує вологість матеріалу	0,01	0,01
K6	коефіцієнт, який враховує профіль поверхні матеріалу, що складається 1,3-1,6	1,3	1,3
K7	коефіцієнт, який характеризує розміри матеріалу	0,8	0,8
V	коефіцієнт, який залежить від висоти пересипання матеріалу	0,4	0,4
F	площа поверхні, м ²	9,0	9,0
G	кількість матеріалу переробленого за годину, т/год	0,1	0,2
g'	виніс з одного метра квадратного фактичної поверхні	0,002	0,002

3.4.3 Експлуатація котлів

Розрахунок викидів забруднюючих речовин, представлений у таблиці 3.3, при роботі котлів продуктивністю менше 30 т/год проводиться згідно [8, 20, 22].

Таблиця 3.3 – Розрахунок викидів забруднюючих речовин при роботі котлів

1. Розрахунок викидів оксиду вуглецю за одиницю часу:		Джерело № 1 (газ)
$M_{CO} = 0,001 * C_{CO} * V * (1 - g^4/100)$, т/рік		36,207
V	розхід палива (тис.м ³ /рік)	4332
C _{CO}	вихід оксиду вуглецю при спалюванні твердого, рідкого або газоподібного палива (кг/т, кг/тис.м ³): $C_{CO} = g^3 * R * Q_H$,	8,400
g ³	втрати тепла внаслідок хімічної неповноти згорання палива, (%)	0,5
R	коефіцієнт, що враховує частку втрат тепла внаслідок хімічної неповноти згорання палива, обумовленою наявністю в продуктах неповного згорання оксиду вуглецю (для газу приймається - 0.5)	0,5
Q _H	теплота згорання натурального палива (МДж/м ³)	33,6
g ⁴	втрати тепла внаслідок механічної неповноти згорання палива, (%)	0,5
2. Розрахунок викидів оксидів азоту.		
$M_{NO} = 0,001 * V * Q_H * K_{NO} * (1 - b)$, т/рік		14,556
V	розхід палива (тон/рік)	4332
Q _H	теплота згорання натурального палива (МДж/м ³ , МДж/кг)	33,6
K _{NO}	коефіцієнт, що характеризує кількість оксидів азоту, які утворюються на 1 ГДж тепла	0,1
b	коефіцієнт який враховує ступінь зниження викидів окислів азоту, в результаті застосування технічних рішень	0

3.4.4 Зберігання бензину

Розрахунок шкідливих викидів при зберіганні бензину з резервуарах виконуємо згідно [21].

Розрахунок викидів вуглеводнів (дж. №123) визначається за 6 холодних та 6 теплих місяців року, які розраховуються за формулою, що в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок шкідливих викидів при зберіганні бензину з резервуарах

Пз;л.=Vз;л.*(Pнас.з.;л./Pатм.)*Rоз.;л.*K1з.;л.*K2*K3з.;л.*0,0001		Потужність
1	2	3
Пз.	Кількість шкідливих викидів за холодний період року, т/рік	0,05877
Пл.	Кількість шкідливих викидів за теплий період року, т/рік	0,14319
П рік	Сума викидів за рік: П рік = Пз. + Пл., т/рік	0,20196
t	Час збереження нафтопродукту в резервуарі, години	7800
Пвал.	Потужність викиду: Пвал. = (Прік * 1000000)/(t* 3600), г/с	0,00719
Vз.	Об'єм нафтопродукту за зимовий період, м ³	22
Vл.	Об'єм нафтопродукту за літній період, м ³	22
Vрез.	Об'єм резервуара, м ³	25
n	Кількість резервуарів в одному джерелі, шт.	1
Nз.	Обертання наф.прод. за зимовий період в резервуарах $N=Vз. / (Vрез. * n)$	0,9
Nл.	Обертання наф.прод. за літній період в резервуарах $N=Vл. / (Vрез. * n)$	0,9
K1 з.	Коефіцієнт, що характеризує питомі втрати в залежності від обертання резервуарів за зимовий період	6
K1 л.	Коефіцієнт, що характеризує питомі втрати в залежності від обертання резервуарів за літній період	6
K2	Коефіцієнт, що враховує наявність технічного обладнання для зменшення викидів	1,1
K3 з.	Коефіцієнт, що враховує кліматичні умови зимового періоду при випаровуванні	1
K3 л.	Коефіцієнт, що враховує кліматичні умови літнього періоду при випаровуванні	1,14
Tн.з.	Середня температура нафтопродукту в резервуарі за зимовий період, °С	8

Кінець таблиці 3.4

1	2	3
Тн.л.	Середня температура нафтопродукту в резервуарі за літній період, °С	20
Тв.ср.з.	Середня температура атмосфери за зимовий період, °С	-4
Тв.ср.л.	Середня температура атмосфери за літній період, °С	18,1
Тср.з.	Середня температура газового простору резервуарів за зимовий період $T_{ср.з.} = (T_{н.з.} + T_{в.ср.з.}) / 2$	2
Тср.л.	Середня температура газового простору резервуарів за літній період $T_{ср.л.} = 0,7 * T_{н.л.} + 0,3 * T_{в.ср.л.}$	19,43
Рнас.з.	Тиск насичених парів в газовому просторі за зимовий період резервуару, мм рт.ст.	110
Рнас.л.	Тиск насичених парів в газовому просторі за літній період резервуару, мм рт.ст.	250
Тнк	Нижня температура кипіння нафтопродукту, °С	40
М	Молекулярна маса парів бензинових фракцій $M = 60 + 0,3 * (T_{нк} - 30) + 0,001 * (T_{нк} - 30)^2$	63,1
Ратм.	Середній атмосферний тиск, мм рт.ст.	720
Ро	Атмосферний тиск при нормальних умовах, мм рт.ст.	760
То	Температура по Кельвіну, °С	273
Ро з	Середня густина парів нафтопродукту за зимовий період, кг/м ³	2,64929
Ро л.	Середня густина парів нафтопродукту за літній період, кг/м ³ $R_{о з.л.} = (M/22,4) * (P_{атм}/P_o) * (T_o / (T_o + T_{в.ср.з.;л.}))$	2,49139

3.4.5 Експлуатація автотранспорту

Викиди забруднюючих речовин від пересувних джерел розраховують згідно [22].

Кількість забруднюючих речовин, що виділяються в атмосферу при

русі автомобілів по території підприємства, а також на відкритих і закритих стоянках, зонах ТО та ТР, визначається за формулою:

$$M_j = 10 - 6 * \sum^n g_j * L * A_s * K_c * D ,$$

де M_j – маса викидів j -тої забруднюючої речовини, т/рік;

n – кількість груп автомобілів;

g_j – питомий викид j -тої забруднюючої речовини одним автомобілем з врахуванням коефіцієнта $K_{вт}$, що враховує вплив середнього віку парку та рівня його технічного стану;

L – умовний пробіг одного автомобіля за цикл на території підприємства з врахуванням часу запуску двигуна, руху по території підприємства, роботи в зонах стоянки, ТО та ТР;

A_s – кількість автомобілів на стоянках;

K_c – коефіцієнт, що враховує вплив швидкості руху автомобіля;

D – кількість робочих днів в році;

Враховуючи, що рухомий склад нараховує 36 автомобілів, визначаємо кількість шкідливих речовин, що попадає в атмосферу. Коефіцієнти вибираємо, і наводимо в таблиці 3.5.

Розрахунки проводимо, виходячи з того, що по території заводу їздять виключно вантажні автомобілі, а легкові автомобілі та автобуси заїжджають тільки на місце стоянки.

При русі автомобілів та автобусів по території підприємства, а також на відкритих і закритих стоянках, зонах ТО та ТР в атмосферу виділяється:

діоксиду вуглецю -	0,6620 т/рік
азоту діоксиду -	0,0518 т/рік
вуглеводні насичені C_{12} - C_{19} -	0,1013 т/рік

Таблиця 3.5 – Викиди забруднюючих речовин від пересувних джерел

Тип автомобілів	Qj, г/км			L	As	Kc			Д	Mj		
	CO	CH	NO _x			CO	CH	NO _x		CO	CH	NO _x
Легкові автомобілі (бензин)	17,2	1,4	0,55	1,32	3	1,2	1,1	1,0	260	0,0213	0,0016	0,0006
Автобуси(бензин)	64,0	7,6	3,20	1,32	6	1,2	1,1	1,0	260	0,1581	0,0172	0,0066
Малі вантажні автомобілі (бензин)	59,5	7,2	2,20	1,32	2	1,2	1,1	1,0	260	0,0490	0,0054	0,0015
Середні вантажні автомобілі (бензин)	65,3	8,6	3,40	1,32	13	1,2	1,1	1,0	260	0,3496	0,0422	0,0152
Великі вантажні автомобілі (дизпаливо)	17,0	7,7	6,80	1,32	12	1,2	1,1	1,0	260	0,0840	0,0349	0,0280
Всього:					36					0,6620	0,1013	0,0518

3.5 Розрахунок та аналіз розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі

3.5.1 Встановлення необхідності розрахунку розсіювання забруднюючих речовин

Шкідливі речовини в атмосфері зазнають розсіювання завдяки розчиненню в повітрі та перенесенню рухомими потоками повітря в просторі. Для розробки гранично допустимих викидів та встановлення розміру санітарно-захисної зони необхідно визначити розсіювання забруднюючих речовин [11].

Поширення забруднюючих речовин в атмосфері залежить від метеорологічних умов, рельєфу місцевості, залісненості, наявності водоймищ, гір тощо, а також від загальної потужності викидів, параметрів висоту джерела викиду.

Доцільність здійснення розрахунку забруднення атмосфери проводять

за формулою [11]:

$$\frac{M}{ГДК} > \Phi \quad \Phi = 0,01Н \text{ при } Н > 10 \text{ м}; \quad \Phi = 0,1 \text{ при } Н < 10 \text{ м}$$

де М – сумарне значення викиду від усіх джерел підприємства, г/с

ГДК – максимальна граничнодопустима концентрація, мг/м³

Н - середньозважена по підприємству висота джерел викидів, м

Розрахунки розсіювання забруднюючих речовин необхідно проводити для 12 забруднюючих речовин (додаток В). Для решти 19 забруднюючих речовин розрахунки розсіювання у приземному шарі атмосферного повітря проводити недоцільно.

Для групи речовин односпрямованої дії – ангідрид сірчистий, сильні мінеральні кислоти (сірчана, азотна, соляна), проведення розрахунків розсіювання також недоцільне.

Нормативний документ [10] регламентує розрахунок розсіювання і визначення приземних концентрацій викидів промислових підприємств. Принцип методики полягає в тому, що сумарна концентрація кожної забруднюючої речовини не повинна перевищувати ГДК_{мр}.

Розрахунки розсіювання забруднюючих речовин здійснювали за програмою ЕОЛ+, версія 5.30.

При проведенні розрахунків розсіювання до уваги брались такі показники та коефіцієнти: коефіцієнт стратифікації - 200; коефіцієнт рельєфу місцевості - 1; середня температура липня - (+ 22,0); середня температура січня - (- 9). Розрахунковий прямокутник 1500 м x 1500 м; кроку сітки 150 м x 150 м; масштаб 1 : 10000. В розрахунках до уваги взяте фонове забруднення приземного шару атмосфери.

3.5.2 Аналіз розсіювання забруднюючих речовин

Розрахунок розсіювання 12-ти забруднюючих речовин у нашому випадку з врахуванням ряду зовнішніх чинників дозволив передбачити концентрацію тієї чи іншої речовини в приземному шарі атмосфери на

території СЗЗ та житлової зони. Їх кількісна характеристика наведена у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Характеристика максимальних приземних концентрацій забруднюючих речовин

Речовина	Розрахункова максимальна приземна концентрація забруднюючих речовин (частки ГДК)		Джерела, що дають найбільший вклад в максимальну концентрацію забруднюючих речовин		Належність джерела (цех, дільниця)
	житлова зона	межа СЗЗ	№ джерела	%	
Пил абразивно-металевий	0,42	0,41	15,22,47,98,99,100	100	Цех № 5, 1, 3, 7, 8
Пил неорганічний	0,47	0,47	17,19, 20, 23, 27,118, 119	100	Цех № 5
Азоту діоксид	0,58	0,56	17, 27-44,115	100	Цех № 1, 5 Котельня
Пил деревини	0,44	0,44	36,114,117	100	Цех №5, Деревообробна дільниця
Заліза оксид	0,45	0,44	37-44, 86,103, 100	100	Цех № 5
Марганець	0,42	0,42	37-44, 86,103, 100	100	Цех № 5
Сольвент нафта	0,45	0,44	50-55	100	Цех № 1 Фарбувальна дільниця
Спирт бутиловий	0,43	0,43	50-55	100	Цех № 5
Бутилацетат	0,43	0,43	50-55	100	Цех № 1 Фарбувальна дільниця
Толуол	0,42	0,42	50-55	100	Цех № 5
Натрію гідроокис	0,42	0,42	66	100	Цех № 1 Гальваніка
Масло мінеральне	0,43	0,42	80,82, 93	100	Цех № 3 Термічна дільниця

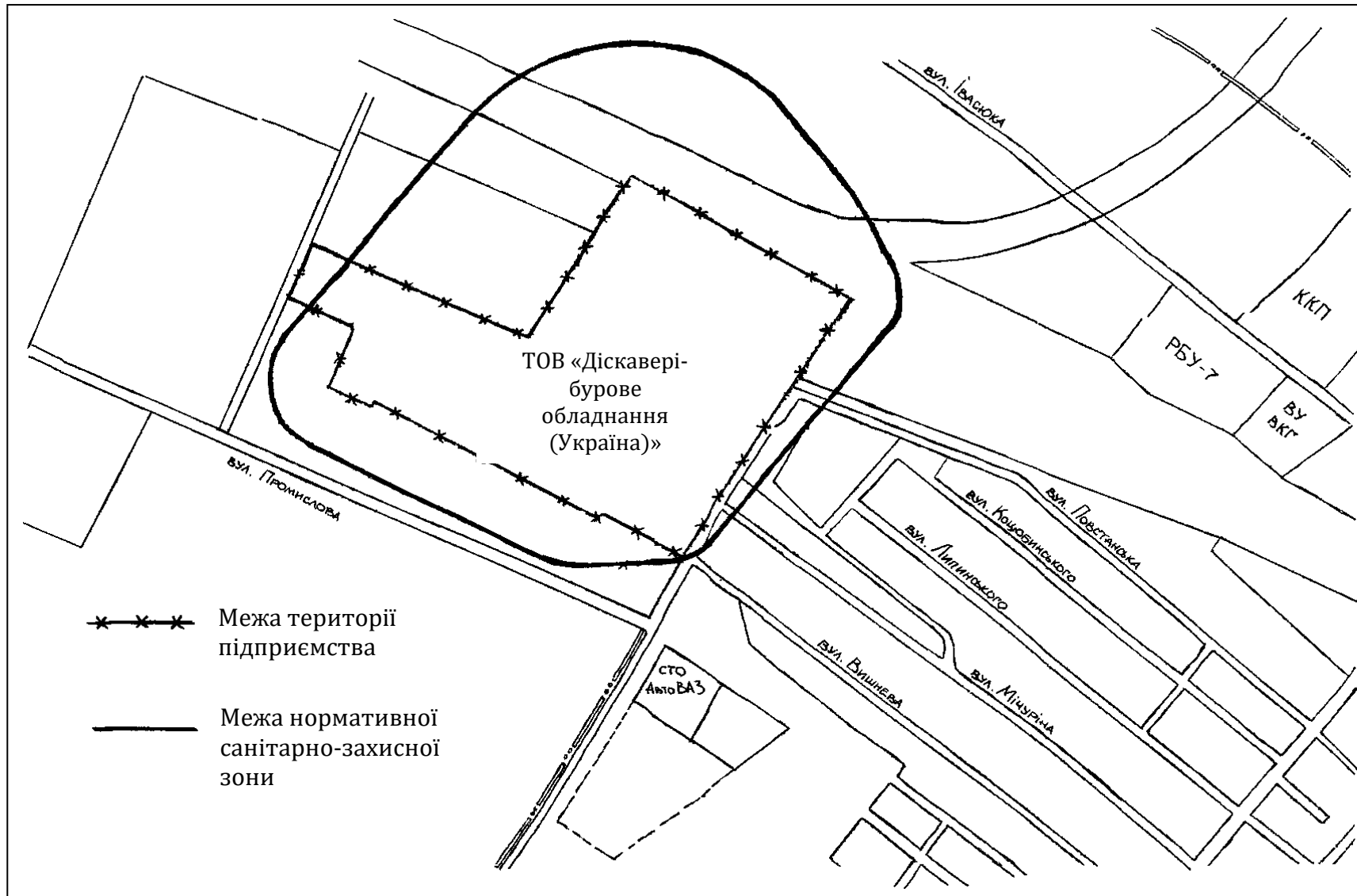


Рисунок 3.1 – Схема санітарно-захисної зони заводу ТОВ «Діскавері-бурове обладнання (Україна)»

Розрахунки розсіювання забруднюючих речовин для досліджуваного машинобудівного заводу показали, що максимальна приземна концентрація у житловій зоні та на межі СЗЗ не перевищує нормативного показника ГДК.

Досліджуване підприємство належить до 4 категорії небезпечності. Санітарно-захисна зона (СЗЗ) для таких об'єктів згідно з нормативами складає 100 м (Металургійні, машинобудівні та металообробні підприємства і виробництва. Клас IV п.1) [10]. Встановлено, що в межу СЗЗ (рис. 3.1) не потрапляють ні будинки мешканців, ні заклади освіти, ні медико-оздоровчі установи (лікарні, санаторії тощо). Межа санітарно-захисної зони витримана.

3.6 Технологічні заходи для попередження забруднення атмосферного повітря

Утворення шкідливих речовин на окремих джерелах та їх викид в атмосферне повітря у вигляді пилу, газів, аерозолів зумовлює необхідність застосування відповідного комплексу обладнання для попередження негативного впливу на газову оболонку Землі. Так, на ТОВ «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» передбачено сухе пилоуловлення, мокра скруберна очистка, працює під допалювання газів та пиловідсікач.

Завдяки пиловловленню вдається вловити пил в точках його виділення та нагромадження шляхом всмоктування до витяжної вентиляційної системи запиленого повітря і подальшого очищення у спеціальних апаратах. На підприємстві працюють такі установки: циклони центробіжні циліндричні модифікацій ЛІОТ-555, ЦН-15-900х6сп, ЦН-15-600п, ЦН-11-600, ЛІОТ-765, ЦН-15-500п. За їх допомогою повітря очищається від завислих речовин, неорганічного пилу, металічного пилу. Це устаткування задіяне на джерелах інтенсивного пилоутворення, зокрема, там, де проходять технологічні операції заточування.

Характеристика діючого пилогазоуловлюючого устаткування наведена в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Характеристика газоочисного устаткування

Номер джерела викиду	Газоочисна установа	Параметри ПГПС на вході		Параметри ПГПС на виході		Забруднююча речовина	Номер ступеня очищення	Концентрація речовини на вході, мг/м ³	Ефективність очищення, %	Концентрація речовини на виході, мг/м ³
		Об'ємні витрати газу, м ³ /с	Температура, °С	Об'ємні витрати газу, м ³ /с	Температура, °С					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	Циклон центробіжний циліндричний ЛІОТ-555	0,47	19,0	0,4773	18,0	Завислі речовини	1	30,0	85,0	4,5
						Пил неорганічний (SiO ₂ ≥70%)	1	83,3	84,99	12,5
						Пил металічний	1	63,3	84,99	9,5
15	Циклон центробіжний циліндричний ЦН-15-900хбсп	3,19	19,0	3,1973	18,0	Завислі речовини	1	5,4	0	5,4
	Циклон центробіжний циліндричний ЦН-15-600п	3,19	19,0	3,1973	18,0	Пил неорганічний (SiO ₂ ≥70%)	1	96,6	84,98	14,5
		3,19	19,0	3,1973	18,0	Пил металічний	1	76,0	85,0	11,4

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
19	Циклон центробіжний циліндричний ЦН-11-600	0,62	19,0	0,6193	18,0	Завислі речовини	1	108,5	85,99	15,2
20	Циклон центробіжний циліндричний ЦН-11-600	0,62	19,0	0,6251	18,0	Завислі речовини	1	112,6	84,99	16,9
						Пил неорганічний (SiO ₂ ≥70%)	1	72,0	85,0	10,8
21	Піч допалювання газів	5,65	990,0	5,652	980,0	Вуглецю оксид	1	10623,9	53,2	4972,8
						Гексан	1	1473,3	85,0	221,4
	Пиловідсікач	5,65	990,0	5,652	980,0	Зола вугілля	1	1879,6	70,0	612,0
22	Циклон центробіжний циліндричний ЛИОТ-555	0,43	19,0	0,429	18,0	Пил металічний	1	81,9	78,99	17,2
36	Циклон центробіжний циліндричний ЛИОТ-765	0,95	19,0	0,9524	18,0	Завислі речовини	1	162,2	86,49	21,9

Кінець таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
47	Циклон центробіжний циліндричний ЦН-15-500п	0,44	21,0	0,4451	20,0	Пил металічний	1	64,9	80,12	12,9
49	Циклон центробіжний циліндричний ЦН-15-500п	0,19	21,0	0,1927	20,0	Пил металічний	1	60,7	85,99	8,5
50	Мокра очистка скрубера швидкісного КМП-8,0	2,55	21,0	2,5548	20,0	Ксилол	1	17,4	71,72	4,92
						Толуол	1	13,86	71,78	3,91
						Спирт н- бутиловий	1	3,19	71,78	0,9
						Спирт етиловий	1	1,8	71,66	0,51
						Бутилацетат	1	3,32	71,68	0,94
						Ацетон	1	2,51	71,71	0,71
						Уайт-спірит	1	30,2	71,78	8,52
51	Мокра очистка скрубера швидкісного КМП-8,0	2,64	21,0	2,6483	20,0	Ксилол	1	16,69	71,77	4,71

У циклонах очищення повітря від завислих твердих частинок відбувається під впливом відцентрових сил, що виникають при тангенціальній подачі вихідного газу під тиском і осьовому розвантажуванні продуктів розділення.

У цеху № 2 встановлені низьконапірні скрубери Вентурі – коагуляційні мокрі пиловловлювачі модифікації КМП-8,0. Ці апарати суміщають трубу-коагулятор і циклон ЦВП. Мокра очистка повітряної суміші відбувається шляхом осадження частинок пилу на краплі рідини. Застосування скруберів доцільне в умовах утворення тонкодисперсного пилу у газовій суміші, що складається з речовин з токсичними властивостям: ксилол, толуол, ацетон, спирти н-бутиловий та етиловий, бутилацетат.

У печі допалювання газів на верхню частину полум'я через отвори дозовано подається попередньо прогрітий кисень, який при високій температурі запалює чадний газ і гексан.

Про доцільність використання названих модифікацій установок свідчить ефективність очищення атмосферного повітря.

Так, пилогазовловлюючі установки характеризуються високим ступенем очищення газоповітряної суміші – 70,0-86,49 %. Але в печі допалювання газів ефективність уловлення СО складає лише трохи більше 50 %. Циклон центробіжний циліндричний модифікації ЦН-15-900х6сп, що призначений для уловлення завислих речовин на джерелі № 15 – є недоцільним, оскільки має там нульову ефективність.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Інтенсивний поступ науково-технічного процесу в наш час дозволяє полегшити працю, підвищити її продуктивність, але разом з тим несе у собі небезпеку для життя і здоров'я працюючих. Конституційне право громадян нашої держави на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності відображено у Законі України «Про охорону праці» [12]. Закон закріпив гарантії прав громадян України на охорону праці, порядок організації охорони праці на виробництві, визначив основні положення щодо видів стимулювання роботи з охорони праці, дії державних, міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці; затвердив структуру і порядок функціонування державного управління охороною праці, державний нагляд і громадський контроль за охороною праці тощо.

Проте рівень травматизму у нашій державі досить високий, що спричинено непростим економічним становищем у державі. Створення таких умов праці на виробництві, які б гарантували повну безпеку життєдіяльності працюючих, та при яких максимальна продуктивність праці відповідала б найменшим затратам енергії організму людини, а організм людини не зазнавав би шкідливої дії різних виробничих факторів, можливе лише при розроблені комплексних програм, які б включали технічні, технологічні та психологічні заходи та засоби вирішення цієї проблеми.

4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Охорона праці на підприємстві спрямована на реалізацію на виробництві системи безперервного навчання з питань охорони праці, яке проводиться з працівниками в процесі трудової діяльності [2].

Для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам на підприємстві,

професійним захворюванням і аваріям в процесі праці на ТОВ «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» створена, відповідно до Закону України «Про охорону праці» та «Типового положення про службу охорони праці» затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці, служба охорони праці. Служба охорони праці вирішує питання забезпечення безпеки виробничих процесів, безпечної експлуатації обладнання, будівель і споруд; забезпечення працюючих засобами індивідуального і колективного захисту; професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, пропаганди безпечних методів праці; вибору оптимальних режимів праці і відпочинку працюючих; професійного добору виконавців для визначених видів робіт.

Служба охорони праці входить до структури підприємства, як одна з основних виробничо-технічних служб, функціонує як самостійний підрозділ і підпорядковується тільки директору. Працівники служби охорони праці мають право видавати керівникам структурних підрозділів обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків. Припис працівника служби охорони праці, у тому числі про зупинення робіт, може скасувати, в письмовій формі, лише директор.

Усі працівники, які приймаються на постійну або тимчасову роботу і при подальшій роботі, проходять на підприємстві інструктаж з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих. Перевірка знань працівників з питань охорони праці проводиться за тими нормативними актами про охорону праці, дотримання яких входить до їх службових обов'язків.

Формою перевірки знань з питань охорони праці працівників є іспит. За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці підрозділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий, цільовий інструктаж.

Контроль за дотриманням правил з охорони праці на підприємстві

покладений на адміністрацію та інженерно-технічний персонал, а відповідальність за стан охорони праці – на директора та технічного директора. Оперативна робота з охорони праці здійснюється згідно встановленого графіку. Перевірки робочих підрозділів, що є об'єктом підвищеної небезпечності, проводяться не менше шести разів на рік.

Заходи, які проводяться з питань охорони праці, мають свої позитивні результати, але все-таки, трапляються нещасні випадки. У різних цехах і допоміжних приміщеннях спостерігається недостатній рівень освітлення робочих місць. Також під час роботи в цехах на працівників впливають такі несприятливі фактори, як пил, шум, вібрація, що спричиняє небажане нервово-емоційне напруження. Вимоги безпеки в основному дотримані, хоча можна зазначити, що не усі рухомі частини машин мають огорожі і попереджувальні знаки.

На основі проведеного аналізу стану охорони праці на підприємстві необхідно провести ряд заходів, що дасть можливість уникнути травматизму, покращити умови праці. Насамперед, доцільно створити оптимальні мікрокліматичні умови, які забезпечують високу працездатність і продуктивність праці.

4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки на підприємстві «Діскавері-бурове обладнання (Україна)»

Дотримання правил техніки безпеки є запорукою покращення умов праці. Щоб забезпечити нормальні та безпечні умови праці в кожному виробничому приміщенні, необхідно проводити контроль повітряного середовища. Забруднюючі речовини можуть проникати в повітряне середовище деяких виробничих приміщень підприємства з інших загазованих приміщень, де порушуються технологічні процеси [9]. Потрапляючи у дихальні шляхи, шкідливі речовини негативно впливають на здоров'я людини, якщо в повітрі робочої зони вони перевищують гранично допустиму

концентрацію (ГДК). А тому контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони повинен встановлюватись як безперервний (для речовин 1 класу небезпеки) та періодичний – 2, 3 і 4-го класів небезпеки [26].

Основні напрями роботи по боротьбі з професійними захворюваннями, що спричиняються дією отруйних шкідливих газів та парів, повинні характеризуватись удосконаленням технологічних процесів та обладнання з метою зменшення викидів у повітряний простір шкідливих газів та організацією системи вентиляції виробничих приміщень. Контроль за станом повітряного простору в приміщеннях підприємства та вмістом шкідливих речовин у ньому здійснюється спеціалізованою лабораторією. Різні сполуки потребують різних методів аналізу, тому прилади вибираються для конкретних умов виробництва. Вміст шкідливих сполук у повітрі визначається безпосередньо вимірюванням їх концентрації або посередньо за вмістом кисню в досліджуваному середовищі.

На основі аналізу стану охорони праці на підприємстві встановлено, що існує потреба покращення умов праці у виробничих приміщеннях шляхом удосконалення існуючих заходів і засобів з охорони праці з метою зменшення пливу шкідливих і небезпечних факторів збагачувального виробництва на працюючих. Проблемам виробничої санітарії та гігієни на ТОВ «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» приділяють велику увагу. Працюючим видається спеціальний одяг та взуття. Працівники один раз на рік проходять медичний огляд. Є кімнати відпочинку, що служать і місцем для прийому їжі, забезпеченість гарячим харчуванням становить 85%.

Для покращення вимог охорони праці необхідно вжити такі заходи: інструктаж і навчання працівників підприємства, щодо дотримання правил техніки безпеки, стовідсоткове фінансування заходів по охороні праці. Внаслідок покращення умов охорони праці на даному підприємстві очікується: збільшити кількість робочих місць, які відповідають нормативним вимогам, зниження кількості нещасних випадків і професійних захворювань пов'язаних з незадовільними умовами праці.

ВИСНОВКИ

1. ТОВ «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» належить до підприємств металообробки та машинобудування, де виробляють бурові установки та їх комплектуючі. У цехах і на дільницях заводу здійснюють увесь виробничий цикл: від механічної обробки металу, зварювання, гальванопокриття, штампування, аж до фарбування металовиробів тощо.
2. У результаті здійснення технологічних операцій на заводі в атмосферне повітря виділяються забруднюючі речовини. Перелік включає 31 одиницю. Джерелами забруднення є транспортна, ливарна, зварювальна, фарбувальна, термічна дільниці, електрозварювальний пост, ковальсько-пресове відділення.
3. Забруднюючі речовини належать до 1, 2, 3 та 4 класу небезпеки. Групу речовин односпрямованої дії становлять ангідрид сірчистий, азоту діоксид, ангідрид сірчистий, сірчана, азотна та соляна кислоти.
4. Доцільним є визначення розсіювання в атмосферному повітрі 12 забруднюючих речовин, зокрема – діоксид азоту, пи́л деревини, заліза оксид, сольвент нафта, бутилацетат, марганець, толуол, масло мінеральне. Їх максимальна приземна концентрація у житловій зоні та на межі СЗЗ не перевищує нормативного показника ГДК.
5. Джерела утворення забруднюючих речовини оснащені відповідними установками для пило- та газоуловлення. Ефективність пиловловлюючих установок типу циклон становить 70,0-86,49 %. Однак в печі допалювання газів ефективність уловлення оксиду вуглецю складає лише 53,2 %. Неефективним є використання на ливарній дільниці циклону центробіжного щодо завислих речовин.
6. Досліджуване підприємство належить до 4 категорії небезпечності з санітарно-захисною зоною розміром 100 м. Встановлено, що в межу СЗЗ не потрапляють об'єкти громадсько-побутового призначення. Межа санітарно-захисної зони витримана.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Апостолюк С. О., Джигирей В. С., Апостолюк А. С. Промислова екологія: навч. посібн. Київ: Знання, 2005. 474 с.
2. Бедрій Я. І., Джигирей В. С., Кидасюк А. І. Охорона праці: навч. посібн. Львів, ПТВФ Афіша, 1997. 258 с.
3. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С. Практикум із загальної екології: навч. посібн. Київ: Либідь, 1997. 160 с.
4. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С., Костіков І. Ю. Основи екології: підручник. Київ: Либідь, 2006. 408 с.
5. Бойчук Ю. Д., Солошенко Є. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища: навч. посібн. Суми: ВДТ Університетська книга, 2002. 284 с.
6. Гавриленко О. П. Екогеографія України: навч. посібн. Київ: Знання, 2008. 646 с.
7. Географічна енциклопедія України: в 3-х томах / О.М. Маринич. Київ: Українська енциклопедія ім. М.П. Бажана, 1993. 480 с.
8. ГКД 34.02.305-2002 «Викиди забруднювальних речовин в атмосферу від енергетичних установок». Київ: Науково-технічний центр вугільних енерготехнологій, 2002. 36 с.
9. Гряник Г. М., Лехман С. Д., Бутко Д. А. Охорона праці. Київ: Урожай, 1994. 272 с.
10. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць, ДСП-201-97. Київ: МОЗ України, 1996. 48 с.
11. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. посібн. Київ: Знання, 2006. 319 с.
12. Законодавство України про охорону праці: у 4-х т. Т.1. Київ, 1995. 558 с.
13. Збірник методик з розрахунку викидів в атмосферу забруднюючих речовин різними виробництвами, 1986. 268 с.
14. Збірник методик по визначенню шкідливих речовин в газоповітряних

сумішах. Київ, Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 1993. 121 с.

15. Звіт по інвентаризації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та розрахунок викидів забруднюючих речовин в приземному шарі атмосферного повітря ТОВ «Діскавері-бурове обладнання (Україна)», 2019. 98 с.

16. Карпіщенко О. І., Казбан Д. Ю. Вплив машинобудівних підприємств на навколишнє середовище. *Економічні проблеми сталого розвитку*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції імені проф. Балацького О. Ф. (м. Суми, 27 травня 2015 р.) Суми: СумДУ, 2015. С. 212-213.

17. Клименко Л. П. Техноекологія: посібник. Сімферополь: Таврія, 2000. 544 с.

18. Клименко М. О., Прищепя А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля: підручник. Київ: Академія, 2006. 360 с.

19. Коробочка О. М. Інженерна екологія машинобудівних і автотранспортних підприємств. Дніпропетровськ: Вид-во ДНТУ, 2002. 98 с.

20. Методика підрахунку викидів забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок ГКД 34.02.305-2002. Київ, 2002.

21. Методичні рекомендації та нормативні матеріали з нормування, врахування шкідливих викидів в атмосферу. Київ, 1990. 87 с.

22. Нормативні показники питомих викидів шкідливих речовин в атмосферу від основних видів технологічного обладнання підприємств галузі. Харківський державний проєктний інститут. Харків, 1991. 231 с.

23. Носовський Т. А. Основи промислової екології. Київ: ІСДО, 1996. 80 с.

24. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від процесів електрогазозварювання, наплавлення, електро-газорізання та напилювання металів. Київ, 2003. 76 с.

25. Сакаль Є. В. Географія Стрийщини. Стрий: Щедрик, 2005. 170 с.

26. Скобло Ю. С., Тішенко Л. М., Цапко В. Г. Безпека життєдіяльності. Вінниця: Нова книга, 2002. 368 с.

27. Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: навч. посібн. Львів: Новий світ-2000, 2004. 256 с.
28. Хилько М. І., Кушерець В. І. Екологічна безпека України: у запитаннях та відповідях. Київ: Знання України, 2006. 144 с.
29. <http://discoveryde.com/> [Офіційний сайт ТОВ «Діскавері-бурове обладнання (Україна)»]
30. <https://www.nrdc.org/stories/air-pollution-everything-you-need-know#whatis> [Забруднення повітря: все, що вам потрібно знати]
31. [www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health). [World Health Organization. Ambient (outdoor) air pollution]

Додаток А – Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин

Виробництво, цех, дільниця	Джерело утворення забруднюючих речовин	Етапи технологічного процесу	Завантаження обладнання, год/рік	Об'ємна витрата газу, V, м ³ /сек	Температура, T, °C	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючих речовин, мг/м ³
Транспортна дільниця	Пункт заправки акумуляторів	Заправка акумуляторів сірчаною кислотою	1600	0,54	22	Кислота сірчана	0,3
Цех № 5	Дробоструминний верстат	Дробоструминна очистка	300	3,0	22	Пил абразивно-металевий	6,0
Ливарна дільниця	Піч ДСП-0,5	Лиття сталі, чавуну	500	1,7	70	Пил неорганічний SiO ₂ =20-70%	84,7
						Вуглецю оксид	7,2
						Азоту діоксид	3,1
						Ангідрид сірчистий	9,2
Ливарна дільниця	Сито	Транспортування формовочної суміші	500	0,6	22	Пил неорганічний SiO ₂ =20-70%	13,8
	Вибивна решітка	Бігуни	500	0,62	70	Пил неорганічний SiO ₂ =20-70%	15,0
	Заточний верстат	Заточування інструментів	200	0,40	22	Пил абразивно-металевий	14,8
	Дефлектор	Пил від технологічного обладнання	500	0,40	22	Пил неорганічний SiO ₂ =20-70%	21,2
	Піч ИСТ-0,4	Електропіч нагріву		500	1,3	70	Пил неорганічний SiO ₂ =20-70%
Вуглецю оксид							3,0
Азоту діоксид							1,2
Ангідрид сірчистий							3,4
Цех № 5, ковальсько-пресова дільниця	Газова піч	Піч нагріву	2000	2,4	90	Азоту діоксид	52,5
						Вуглецю оксид	315,3
Цех № 1 складальний, зварювальна дільниця	Пункт зварювання	Електрозварювальні роботи	3000	2,0	22	Заліза оксид	7,1
						Марганець	0,57
						Хром шестивалентний	0,001
						Азоту діоксид	0,35
						Вуглецю оксид	1,45

Додаток Б – Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин

Найменування джерела	Висота, м	Діаметр джерела викиду, м	Характеристика ПГПС*			Забруднююча речовина	Потужність викиду	
			об'єм, м ³ /с	швидкість м/с	температура °С		г/с	т/рік
Транспортна дільниця (труба)	14	0,4	0,48	3,82	22	Кислота сірчана	0,00017	0,0010
Цех № 5 Ливарна дільниця								
Труба	5,8	0,53	3,0	13,6	22	Пил абразивно-металевий	0,018	0,0194
Труба	7,5	0,4	1,7	13,5	70	Пил неорганічний	0,144	0,2592
Труба						Вуглецю оксид	0,0122	0,02196
						Азоту діоксид	0,0053	0,0096
						Ангідрид сірчистий	0,01556	0,0280
Труба	6,0	0,35	0,6	6,24	22	Пил неорганічний	0,0083	0,0149
Труба	6,0	0,35	0,62	4,45	22	Пил неорганічний	0,0093	0,0167
Труба	2,0	0,3	0,4	5,66	22	Пил абразивно-металевий	0,0059	0,00425
Дефлектор	15	0,4	0,4	3,13	22	Пил неорганічний	0,0170	0,0306
Труба	15	0,35	1,3	13,5	50	Пил неорганічний	0,0444	0,0792
						Вуглецю оксид	0,0039	
						Азоту діоксид	0,00156	
						Ангідрид сірчистий	0,0044	
Труба	20	0,3	0,6	8,49	90	Азоту діоксид	0,0315	
						Вуглецю оксид	0,1892	
Труба	20	0,3	0,6	8,49	90	Азоту діоксид	0,0315	
						Вуглецю оксид	0,1892	
Труба	10	0,6	0,6	2,12	90	Азоту діоксид	0,0315	
						Вуглецю оксид	0,1892	
Труба	20	0,35	0,6	6,24	90	Азоту діоксид	0,0315	
						Вуглецю оксид	0,1892	
Труба	7,0	0,3	0,95	13,4	22	Пил деревини	0,0172	0,0248
Цех № 1 Складальний - Зварювальна дільниця								
Дефлектор	16	0,6	0,4	1,41	22	Заліза оксид	0,00287	0,00406
						Марганець	0,00025	0,00039
						Хром (VI)	4,0x10 ⁻⁷	2,9x10 ⁻⁷
						Азоту діоксид	0,00014	0,00010
						Вуглецю оксид	0,00058	0,00042
Дефлектор	16	0,6	0,4	1,41	22	Заліза оксид	0,00287	0,00406
						Марганець	0,00025	0,00039
						Хром (VI)	4,0x10 ⁻⁷	2,9x10 ⁻⁷
						Азоту діоксид	0,00014	0,00010
						Вуглецю оксид	0,00058	0,00042

Примітка. ПГПС* – параметри газоповітряної суміші на виході з джерела викиду

Додаток В – Коефіцієнти доцільності проведення розрахунків

розсіювання

№	Забруднююча речовина	Ф	Доцільність проведення розрахунків $\frac{M}{ГДК} > \Phi$ (так, чи ні)
1.	Кислота сірчана	0,14	$0,0001967 : 0,3 = 0,0007 < 0,14$ ні
2.	Пил абразивно-металевий	0,1	$0,07662 : 0,4 = 0,191 > 0,1$ так
3.	Пил неорганічний	0,1	$0,2230 : 0,3 = 0,74 > 0,1$ так
4.	Вуглецю оксид	0,22	$1,02915 : 5 = 0,206 < 0,22$ ні
5.	Азоту діоксид	0,23	$1,03244 : 0,085 = 0,29 > 0,23$ так
6.	Ангідрид сірчистий	0,1	$0,02525 : 0,5 = 0,05 < 0,1$ ні
7.	Пил деревини	0,1	$0,0392 ; 0,1 = 0,39 > 0,1$ так
8.	Заліза оксид	0,1	$0,02388 : 0,04 = 0,597 > 0,1$ так
9.	Марганець	0,1	$0,002163 : 0,01 = 0,2163 > 0,1$ так
10.	Хром шестивалентний	0,1	$3,6 \times 10^{-6} : 0,0015 = 0,0024 < 0,1$ ні
11.	Ксилол	0,16	$0,1191 : 0,2 = 0,045 < 0,16$ ні
12.	Сольвент нафта	0,16	$0,13176 : 0,2 = 0,65 > 0,16$ так
13.	Ацетон	0,16	$0,02340 : 0,35 = 0,067 < 0,16$ ні
14.	Спирт бутиловий	0,16	$0,0336 : 0,1 = 0,336 > 0,16$ так
15.	Бутилацетат	0,16	$0,0336 : 0,1 = 0,336 > 0,16$ так
16.	Толуол	0,16	$0,1668 : 0,6 = 0,27 > 0,16$ так
17.	Спирт етиловий	0,16	$0,0498 : 5,0 = 0,005 < 0,16$ ні
18.	Етилцелозольв	0,16	$0,02640 : 0,7 = 0,039 < 0,16$ ні
19.	Уайт-спірит	0,16	$0,0714 : 1,0 = 0,0714 < 0,16$ ні
20.	Аерозоль фарби	0,16	$0,0018 : 0,1 = 0,018 < 0,16$ ні
21.	Натрію гідроксид	0,1	$0,00113 : 0,01 = 0,113 > 0,1$ так
22.	Натрію триполіфосфат	0,1	$0,00045 : 0,5 = 0,0009 < 0,1$ ні
23.	Водень хлористий	0,1	$0,02303 : 0,2 = 0,065 < 0,1$ ні
24.	Масло мінеральне	0,1	$0,0114 : 0,05 = 0,228 > 0,1$ так
25.	Ртуть	0,3	$1,27 \times 10^{-6} : 0,0003 = 0,004 < 0,3$ ні
26.	Діазоту оксид	0,3	-
27.	Метан	0,3	$0,0127 : 50 = 0,0002 < 0,3$ ні
28.	Вуглецю діоксид	0,3	-
29.	Кислота азотна	0,18	$5,0 \times 10^{-4} : 0,4 = 0,00125 < 0,1$ ні
30.	Кислота оцтова	0,18	$1,92 \times 10^{-4} : 0,2 = 0,0009 < 0,1$ ні
31.	Аміак	0,18	$4,92 \times 10^{-5} : 0,2 = 0,0002 < 0,1$ ні

Схема розсіювання оксиду заліза (в перерахунку на залізо)

