

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

Кафедра *екології*
допускається до захисту
«___»_____2021 р.
Зав. кафедри _____
(підпис)

к.б.н., доцент Хірівський П. Р.
наук. ступ., вч. зв. (ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістр

(рівень вищої освіти)

на тему **«Вплив на довкілля процесів металообробки та оцінка ефективності заходів з його попередження (на прикладі Приватного акціонерного товариства «Стрий-інжиніринг»)»**

Виконав студент групи Еко-61
спеціальності 101 «Екологія»
Левицький Олег Іванович

Керівник Дацко Т. М.

Консультант Ковальчук Ю. О.

Дубляни 2021

Міністерство освіти та науки України
Львівський національний аграрний університет
Факультет агротехнологій та екології
Кафедра екології
Рівень вищої освіти «Магістр»
Спеціальність 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри. _____
к.б.н., доцент Хірівський П.Р.

«_____» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Левицькому О. І.

1. Тема роботи: **«Вплив на довкілля процесів металообробки та оцінка ефективності заходів з його попередження (на прикладі Приватного акціонерного товариства «Стрий-інжиніринг»)».**

Керівник дипломної роботи Дацко Тетяна Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Затверджені наказом по університету від «16» листопада 2020 р. № 390/К-С

2. Строк подання студентом дипломної роботи 20 листопада 2021 року

3. Вихідні дані для дипломної роботи

Літературні джерела, нормативні документи, методики виконання досліджень, результати лабораторних досліджень

4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)

Вступ

1 Огляд літератури

1.1 Забруднення атмосфери в процесах металообробки на машинобудівних підприємствах

1.2 Стічні води металообробки та машинобудування

1.3 Відходи металообробних та машинобудівних підприємств

1.4 Основні методи захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу металообробних та машинобудівних підприємств

2 Умови, об'єкти та методика досліджень

2.1 Природно-кліматичні умови

2.2 Загальна характеристика підприємства та його виробничої діяльності

2.3 Методика відбору та аналізу проб повітря

3 Результати досліджень

3.1 Необхідні ресурси та обсяги їх використання

3.2 Характеристика технології виробничого процесу та задіяного технологічного обладнання

3.3 Джерела утворення забруднюючих речовин

3.4 Перелік забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря

3.5 Розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі

3.6 Заходи з попередження забруднення атмосферного повітря

3.7 Використання водних ресурсів

3.8 Утворення відходів

4 Охорона праці та захист населення

4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки на ПрАТ

«Стрий-інжиніринг»

4.3 Захист населення від наслідків надзвичайних ситуацій

Висновки

Бібліографічний список

Додатки

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

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		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 _____ 30 вересня 2020 р. _____

Календарний план

№п/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	При-мітка
1	Написання вступу та розділу «Огляд літератури»	30.09.20-29.03.21	
2	Написання розділу «Умови, об'єкт та методи досліджень»	30.03.21-20.05.21	
3	Написання розділу «Результати досліджень»	21.05.21-20.09.21	
4	Написання розділу «Охорона праці та захист населення», формулювання висновків за результатами проведених досліджень, укладання списку використаних джерел	21.09.21-19.11.21	

Студент _____
(підпис)

Керівник дипломної
роботи _____ Дацко Т.М.
(підпис)

УДК 504.06:628.5

Вплив на довкілля процесів металообробки та оцінка ефективності заходів з його попередження (на прикладі Приватного акціонерного товариства «Стрий-інжиніринг»). Левицький О. І. – Кваліфікаційна робота. Кафедра екології. – Дубляни, Львівський НАУ, 2021.

69 стор. текст. част., 9 табл., 44 джерела, 3 додатки.

Розглянуто питання забруднення компонентів навколишнього середовища на підприємствах металообробної та машинобудівної промисловості. Визначено основні ризики технологічних процесів металообробки.

Проаналізовано особливості впливу виробничої діяльності заводу ПрАТ «Стрий-інжиніринг» на атмосферне повітря. З'ясовано основні джерела впливу підприємства, перелік забруднюючих речовин та потужність їх викиду. Доведено необхідність розрахунків розсіювання 12 забруднюючих речовин, проведено аналіз їх розсіювання в атмосферному повітрі. Обґрунтована доцільність застосування пилогазоуловлюючого устаткування на джерелах викидів.

Встановлено категорію небезпечності підприємства, обґрунтовано відповідність розміру санітарно-захисної зони підприємства та періодичність контролю за дотриманням нормативів ГДВ.

Проведено аналіз особливостей водокористування та водовідведення на підприємстві, проаналізовано відповідність цих процесів чинному законодавству. Подано інформацію щодо нагромадження та поводження з різними видами відходів, що утворюються на об'єкті.

Розроблено питання охорони праці на ПрАТ «Стрий-інжиніринг».

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1 Забруднення атмосфери в процесах металообробки на машинобудівних підприємствах.....	8
1.2 Стічні води металообробки та машинобудування.....	11
1.3 Відходи металообробних та машинобудівних підприємств.....	12
1.4 Основні методи захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу металообробних та машинобудівних підприємств	15
2 УМОВИ, ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1 Природно-кліматичні умови району розміщення ПрАТ «Стрий-інжиніринг».....	19
2.2 Загальна характеристика ПрАТ «Стрий-інжиніринг» та його виробничої діяльності.....	21
2.2.1 Відомості з історії заснування та розвитку підприємства.....	21
2.2.2 Спеціалізація підприємства.....	22
2.3 Методика відбору та аналізу проб повітря.....	23
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
3.1 Необхідні ресурси та обсяги їх використання на ПрАТ «Стрий-інжиніринг».....	26
3.2 Характеристика технології виробничого процесу та задіяного технологічного обладнання.....	27
3.3 Джерела утворення забруднюючих речовин.....	32
3.4 Перелік забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря.....	39
3.5 Розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.....	41
3.5.1 Обґрунтування доцільності здійснення розрахунку розсіювання...	41

3.5.2 Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.....	43
3.5.3 Аналіз проведених розрахунків розсіювання.....	44
3.6 Заходи з попередження забруднення атмосферного повітря.....	45
3.7 Використання водних ресурсів.....	49
3.8 Утворення відходів.....	50
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ.....	53
4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві.....	53
4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки на ПрАТ «Стрий-інжиніринг»	56
4.3 Захист населення від наслідків надзвичайних ситуацій.....	58
ВИСНОВКИ.....	61
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	63
ДОДАТКИ.....	67

ВСТУП

Актуальність теми. Результати життєдіяльності людини можуть чинити негативний вплив як на саму людину, так і безпосередньо на інші організми та ресурси неживої природи. Розвиток промислового комплексу, розробка та впровадження більш ефективних технологічних процесів зумовили одночасно зі зростанням кількості готової продукції збільшення обсягу виробничих відходів. Тобто, людина своєю діяльністю призводить до різноманітних забруднень навколишнього середовища.

Кожен виробничий процес має індивідуальну взаємодію з компонентами довкілля: потребує певного набору ресурсів та продукує комплекс специфічних відходів. Іноді непрофільні процеси шкодять навколишньому середовищу більше, ніж саме виробництво продукції [44].

Вироби з металів мають широке господарське застосування. Обробка металевих заготовок, процеси різання, зварювання металів здійснюються у різних комплексах майже всіх галузей. Підприємства, де здійснюється металообробка, пов'язані з виробництвом металевих виробів. Тому вони є часто входять до складу цілих машинобудівних комплексів. Існує певна специфіка впливу процесів металообробки на компоненти навколишнього середовища. Це зумовлено специфікою взаємодії різних обробних поверхонь на метал, з вібраціями і шумами металообробного обладнання, випромінюваннями тощо. У процесах обробки металів можна виділити одночасно кілька чинників негативного впливу. Передусім, це різні види забруднення – шумове, теплове, електромагнітне, а також матеріальне. У машинобудуванні та металообробці забруднення повітряного середовища зумовлюють різноманітні джерела пилу. Виробничі стічні води є емульсіями не розчинних у воді рідин (наприклад, масел), зважених у вигляді дрібних крапельок, і суспензіями твердих частинок, розміром навіть декілька міліметрів. Тверді відходи машинобудування і металообробки – це металева стружка, окалина, зола, деревні відходи, гума, різноманітне сміття. Загалом,

вони не є токсичними. Однак, токсичними твердими відходами є шлами, які утворюються при роботі гальванічних цехів і травильних дільниць [23, 43].

Ситуацію ускладнює той факт, сфера металообробки в Україні часто зберігає застарілий промисловий арсенал. Багато підприємств використовує енергозатратне обладнання, яке окрім цього неефективно обробляє заготовки, потребує додаткових ресурсів.

Мета і задачі дослідження. Метою даної роботи стало дослідження та аналіз викидів забруднюючих речовин в результаті виробничої діяльності підприємства металообробної та машинобудівної промисловості, що є типовим в галузі, а також оцінка ефективності заходів, що впроваджуються з метою попередження забруднення.

Для досягнення вказаної мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Проаналізувати технологічну схему виробництва основної продукції.
2. Встановити джерела та особливості їх впливів на якість повітряного середовища.
3. З'ясувати джерела та умови водопостачання, водовідведення в циклі виробничих процесів.
4. Проаналізувати обсяги та особливості утворення різних видів відходів.
5. Здійснити оцінку ефективності заходів з попередження забруднення атмосферного повітря, що впроваджені на підприємстві.

Об'єкт дослідження: підприємство Приватне акціонерне товариство «Стрий-інжиніринг».

Предмет дослідження: процеси утворення забруднюючих речовин та нагромадження відходів в циклі виробництва бурового обладнання.

Методи досліджень: натурні спостереження на дільницях, постах; лабораторні досліді згідно затверджених методик; упорядкування та опрацювання отриманих даних.

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості їх використання для моніторингу за станом довкілля, а також – при розробці природоохоронних заходів на аналогічних підприємствах галузі.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Забруднення атмосфери в процесах металообробки на машинобудівних підприємствах

Утворення різних видів забруднень є типовим для металообробних підприємств. Пов'язано це з тим, що їх технологічні процеси супроводжуються реакціями окислення, відновлення, заміщення, розкладу, електролізу, випарування, дистиляції тощо.

Усі технологічні процеси галузі різняться за типом, шкідливістю, мірою виділення токсичних речовин.

Найбільша частка паро- і газоподібних викидів утворюється в процесах горіння. Окислення карбону супроводжується виділенням його діоксиду та оксиду. Діоксид сульфуру утворюється при окисленні сірки. Оксид і діоксид нітрогену вивільняється за високотемпературного процесу окислення нітрогену в печах. Неповне горіння призводить до утворення альдегідів, кетонів, органічних кислот [39].

У металообробці електрохімічні процеси є джерелом істотних забруднень [1].

Суттєвими є обсяги викидів при випаровуванні вуглеводнів, хлорпохідних вуглеводнів та інших розчинників. Як правило, це речовини із дуже неприємним запахом [25].

Металообробна та машинобудівна галузь представлена, як правило, великими виробничими комплексами, що об'єднують різноманітні цехи специфічного призначення, а допоміжні виробничі підрозділи. Для кожного з них характерний свій спектр впливу на довкілля.

Ливарні цехи є джерелом пилу та газів, які важко вловити та відвести. Зокрема, при виробництві виливків відбувається утворення та викид в повітря в значних обсягах оксиду сульфуру (II), діоксиду карбону, вуглеводнів (фенол, формальдегід, фурфурол, ацетон, бензол тощо) та

дрібнодисперсних часток у вигляді пилу [8].

Наявність в пилі значної частки діоксиду кремнію може спровокувати у місцевого населення розвиток пульмонологічних захворювань.

Утворення та викид забруднюючих речовин у ливарних цехах відбувається при роботі вагранок, печей (електродугових та індукційних), при складуванні, переробці шихти, формувальних матеріалів [27].

При плавленні металу у вагранках утворюється колошниковий газ. Він складається з суміші оксидів карбону, сульфур, нітрогену, парів мастил, пилу полідисперсного [30]. Склад пилу з вагранок визначається типом металу, видом палива, режимом роботи установки. При роботі вагранки утворюється значна кількість пилу: на 1 тонну виплавленого чавуну припадає у середньому 12 кг пилу [23].

Пилоуловлюючі споруди дозволяють очистити гази від пилу та використати зібраний пил, що містить Fe_2O_3 .

Ковальсько-пресові та прокатні цехи є джерелом утворення пилу, кислот, аерозолей масел, оксиду карбону, діоксиду сульфур тощо. Пил в прокатному цеху викидається з інтенсивністю 200 грам на одну тонну прокату [32].

При роботі полум'яних печей утворюються та викидаються в повітря оксиди карбону, сульфур, нітрогену тощо [8].

Термічні цехи оснащені ваннами, агрегатами для термообробки, печами нагрівання, дробоструминними та дробоскидувальними камерами. При їх роботі здійснюється викид в атмосферне повітря парів і продуктів горіння мастил, аміаку, ціанистого гідрогену (до 600 мг/год), пилу ($200-700 \text{ мг/м}^3$) тощо [23].

Гальванічні цехи є джерелами забруднення атмосфери особливо за умов кислотного та лугового плавлення, анодування, фосфатування тощо. При цьому утворюються пил, тонкодисперсний туман, пари й гази в різних концентраціях.

Так, виділення фтористого гідрогену досягає $1200-1500 \text{ мг/м}^3$ [23].

Високі концентрації особливо токсичних забруднюючих речовин вимагають особливої уваги до їх уловлення та знешкодження

Цехи механічної обробки металів призначені для обробки металів на верстатах. При цьому виділяється пил, стружка, масляноемульсійні тумани. Викид здійснюється через вентиляційні установки.

Шліфування металевих заготовок супроводжується виділенням пилу, що складається на третину з матеріалу абразивного круга та 70 % - оброблюваного металу. Кількість утвореного пилу визначається діаметром шліфувального круга [1].

При роботі металообробних верстатів відбувається утворення та викид в повітря певної кількості водяної пари, емульсійно-мастильного туману [25]. Заточувальні верстати є джерелом утворення дисперсних частинок неправильної форми.

Пилоутворення на підприємствах галузі відбувається не лише в процесах металообробки, а й при механічній обробці інших необхідних у виробництві матеріалів: склопластиків, графіту тощо. Варто зазначити, що одночасно з утворенням пилу виділяються й інші хімічні речовини з токсичними властивостями – фенол, стирол, формальдегід тощо.

Обсяги утворення шкідливих речовин у *зварювальних цехах* визначаються видом і режимом технологічного процесу, властивостями електродів / флюсів та зварюваних матеріалів.

Найбільш шкідливим вважається ручне електродугове зварювання. Майже вдвічі менше шкідливих речовин виділяється при напіваавтоматичному та автоматичному електродуговому зварюванні. Відносно безпечним є зварювання під флюсом [27].

Оксиди металів розміром частинок до 2 мкм, сполуки хрому, нікелю, марганцю, чадний газ, оксиди нітрогену, озон тощо утворюються за газового та плазмового різання металів [30].

Фарбувальні цехи забруднюють повітряне середовище в процесі виконання ряду специфічних виробничих процесів, які можна виокремити в

три групи: підготовка до фарбування, нанесення лакофарбових матеріалів, сушіння оброблених поверхонь [32]. Відтак джерелами забруднення є необхідне робоче обладнання типу змішувачів фарб, фарбувальних камер, сушарок тощо. Основними забруднювачами є бензин, гас, уайт-спірит, ксилол, толуол тощо.

Отже, як бачимо, виробничі процеси металообробних підприємств є джерелами забруднення компонентів навколишнього середовища, зокрема, атмосферного повітря.

1.2 Стічні води металообробки та машинобудування

Машинобудівні підприємства споживають десятку частину всієї кількості води, яку потребує промисловість. Найбільш водоемким вважається виробництво вантажних автомобілів. Так, виготовлення одиниці продукції передбачає витрати в середньому 240 м³ води. Утворення стічних вод теж вражає обсягами – близько 180 м³. Інші галузі машинобудування теж характеризуються значним водокористуванням і приблизно таким же співвідношенням в обсягах потреба/стік [24].

Машинобудівні підприємства використовують воду у різних виробничих процесах. Так, вода необхідна для охолодження / підігріву, промивання сировини і готової продукції, деталей технологічного обладнання, приготування розчинів, для господарсько-побутових потреб. Згідно даних [41] лише у країнах східної Європи підприємства галузі щорічно витрачають близько 10 млрд м³ води.

Об'єм води, що використовується, та обсяги утворених стічних вод різного складу визначаються окремими технологічними операціями.

Металургійні та ливарні цехи використовують воду для охолодження печей, для гідравлічного виливання, гідротранспортування, очистки литва, очистки повітря, гідрогенерації формуючих сумішей. Основними домішками утворених стічних вод є зважені речовини, мастила, глина, пісок, зольні

залишки [39].

Ковальсько-пресові та прокатні цехи потребують воду для процесів охолодження технологічного обладнання, продукції, збивання металеві окалини тощо. Утворені стічні води містять частинки пилу, окалини, мастил [20].

Механічні та термічні цехи використовують воду для приготування охолоджувальних рідин, технологічних розчинів, промивання виробів, для гідравлічних випробувань тощо. У стічні води потрапляє пил мінерального походження, металева окалина, абразивні частинки, важкі метали, ціаніди, сода, мастила, луги, матеріали розчинників, лакофарбні матеріали [25].

Травильні гальванічні дільниці використовують розчини для протравлення деталей, металів, потребують води для промивки та обробки. Утворені стічні води містять пил, металеву окалину, емульсії, ціаніди, сполуки хрому, луги, кислоти, важкі метали.

Інші дільниці машинобудівних підприємств (зварювальні, монтажні, збиральні, випробувальні) утворюють стічні води в значно менших кількостях.

Скорочення витрат води на підприємствах галузі можна досягнути застосуванням струминної, водоповітряної і протитечійно-каскадної систем очищення вод, утилізацією стічних вод, впровадженням систем зворотного водопостачання [44].

1.3 Відходи металообробних та машинобудівних підприємств

Процеси металообробки та машинобудування супроводжуються утворенням значної кількості твердих відходів. Так, нагромаджується амортизаційний брухт, відходи прокатного виробництва, лиття, механічної обробки на верстатах.

Основними відходами ливарного виробництва (90 %) є відпрацьовані ливарні піски. Окрім цього, утворюються металеві відходи, нагромаджується

в різних кількостях деревина, кераміка, сміття тощо. Зменшити обсяги твердих відходів на таких дільницях можливо шляхом регенерації відпрацьованих ливарних пісків [1].

Утилізують відходи шляхом попереднього сортування без переплавлення. Використання металевих відходів у машинобудуванні сприяє зменшенню енерго-, трудоемності, собівартості продукції.

Переробка металобрухту може здійснюватись із застосуванням криогенної технології. Переробку стружки ефективно проводити за порошковою технологією. Ця методика дозволяє здійснити процес під тиском без лиття. Відходи ливарних цехів утилізують методом регенерації піску формувальних сумішей. Утилізувати можна інші тверді відходи, зокрема полімерних матеріалів, деревини, гуми тощо. Регенерації підлягають і відпрацьовані мастила [25, 27].

Як відходи виробництва, особливо при механічній обробці деталей, нагромаджуються мастильно-охолоджуючі рідини, розчини електролітів, миючі розчини тощо. Лезова обробка зумовлює нагромадження металевої стружки. Утворення шламу (суміш металу, абразиву, мастильно-охолоджуючих рідин) відбувається при абразивній обробці деталей [8].

Мастильні матеріали необхідні для роботи систем гідроприводу обладнання і верстатів, для охолодження при різанні деталей. Мастила зазнають механічних забруднень, розводяться технічною водою. Усі ці процеси призводять до того, що мастила стають непридатними для використання. Відпрацьований матеріал підлягає збору в спеціальну тару та направляється на регенерацію.

Застосування мастильно-охолоджуючих рідин відбувається в процесі механічної обробки деталей. В механічних цехах ці матеріали зазнають забруднення механічними домішками в кількості 2-25 г/л, маслами з гідравлічних систем обладнання в межах 2-20 г/л. Тобто, погіршуються технологічні властивості мастильно-охолоджуючих рідин, вони стають непридатними до подальшого використання [30].

Цікавим є факт, що крім хімічного і механічного забруднення відбувається біологічне забруднення мастильно-охолоджуючих рідин, зокрема бактеріальною і грибовою мікрофлорою (дріжджевими і пліснявими грибами). Інтенсивний розвиток грибової біомаси прослідковується через відкладення у насосах, трубопроводах, фільтрах. Характерний сірководневий запах, зменшення показника кислотності середовища, поява мікробної слизи свідчить про бактеріальне забруднення. Чітко ознаки проявляються за наявності більше десяти клітин бактерій в 1 мг мастильно-охолоджуючих рідин. Мікробіологічний розвиток зумовлює біохімічне окислення масляної основи, що призводить до збільшення лужного числа. Також збільшується токсичність мастила, його корозійна агресивність.

Біологічна стійкість мастильно-охолоджуючих рідин визначається сезонністю, територіальним розташуванням підприємства, складом, властивостями, умовами приготування і зберігання мастил тощо.

Мікробіологічне забруднення відбувається через залишки відпрацьованих мастильно-охолоджуючих рідин в ємностях і трубопроводах металорізальних систем. Джерелом забруднення є технічна вода, відходи шліфувальних верстатів, повітряне середовище цеху, мікрофлора рук працівника, який обслуговує устаткування.

Металорізальні верстати продукують досить велику кількість металевої стружки – близько 6-11 кг за одну годину від одного верстата [32, 39]. Металеву стружку від механічної обробки деталей не можна без попередньої підготовки здавати в металургійну переробку. Адже вона містить залишки масел і мастильно-охолоджуючих рідин. Для цього передбачене спеціальне обладнання – стрічкові, шнекові, вібраційні, імпульсні і гідрозмивні конвеєри. Вони дозволяють транспортувати металеву стружку до місця її переробки.

Склад шламу від абразивної обробки сформований металевими частинками (50-60 %) діаметром 0,005-2,5 мм, частками абразивного

інструмента (35-45 %) $d = 5-600$ мкм, частками матеріалу зв'язування. Цей шлам містить в собі певну кількість масел і мастильно-охолоджуючих рідин. Зважаючи на розміри часток шламу відділити їх від твердої фракції практично неможливо. Відтак, цей вид відходів важко утилізувати.

1.4 Основні методи захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу металообробних та машинобудівних підприємств

Для того, щоб розробити систему очищення та знешкодження викидів машинобудівних підприємств необхідно знати певні особливості. Так, усі технологічні та вентиляційні викиди в атмосферу характеризуються дуже часто високою температурою та різноманітним хімічним складом. Утруднює процес очищення газів їх висока запиленість та змінна концентрація газоподібних і пароподібних домішок.

Газоочисні установки, що застосовуються на виробництвах, дають можливість вловити домішки, а також за певних характеристик – направити їх на подальшу утилізацію. Перспективним вважається устаткування, що дозволяє зібрати домішки в концентрованому вигляді та направити їх на використання. Впровадження таких принципів лежить в основі маловідходних та безвідходних технологій [4, 5].

Захист повітряного середовища від шкідливих викидів здійснюється на основі використання таких методів: аб-, ад-, хемосорбції, термічної нейтралізації, каталітичного та хімічного знешкодження [38].

Абсорбція або скрубберне очищення атмосферного повітря. В основі лежить принцип розкладу газової суміші на окремі частини шляхом поглинання газових складових рідким абсорбентом. У результаті утворюється розчин. Важливим тут є градієнт концентрації на межі двох фаз «газ-рідина». Розчинений адсорбат дифузно надходить у середину абсорбента [37].

В основі *методу адсорбції* лежить властивість твердих пористих тіл

вибірково поглинати та нагромаджувати на поверхні окремі складові із газової суміші. У тілах з ультрамікроскопічною капілярною структурою поглинання відбувається як поверхнею, так і капілярами.

Розрізняють адсорбцію фізичну і хімічну – хемосорбцію. Фізична адсорбція полягає в здатності молекул газів притягуватись до поверхні твердого тіла за рахунок міжмолекулярної взаємодії. Фізична адсорбція характеризується зворотністю, тобто газ вивільняється без змін за умов зменшення тиску, а також – при зростанні температури. Ця властивість особливо важлива, коли рекуперація адсорбованого газу чи адсорбента є економічно вигідною [26].

Метод хемосорбції пов'язаний з поглинанням газів і парів твердими (або рідкими) тілами. При цьому утворюються малорозчинні хімічні сполуки. На відміну від фізичної сорбції, хемосорбція майже не залежить від тиску. Тому цей процес особливо ефективний, коли концентрація шкідливих речовин у вихідних газах не є великою. Реакції хемосорбції є зворотними. Коли температура зростає, хімічні сполуки зазнають розкладу, і вихідні елементи виділяються. Цей принцип використовують при десорбції хемосорбенту [29].

Для окислення горючих токсичних компонентів за високої температури застосовують *метод термічної нейтралізації*. У результаті гази, пари та ароматичні речовини окислюються до менш токсичних. Цей метод особливо ефективний, коли йдеться про значні обсяги викидів. Перевагою є й той факт, що не утворюються шлами, а самі очисні установки такого типу є малогабаритними, прості в обслуговуванні. Можливою є їх автоматизація. Характеризуються високою ефективністю. Обмежує застосування методу термічної нейтралізації хімічний склад кінцевих продуктів. Часто в результаті утворюються сполуки, що мають значно токсичніші властивості, аніж газ, який підлягав очищенню. Тому метод придатний для очищення викидів без токсичних складових, наприклад, органічні речовини, що не містять галогени, сульфур, фосфор [31].

Каталітичні методи базуються на використанні каталізаторів для знешкодження токсичних складових у промислових викидах. При цьому відбувається взаємодія речовини з компонентом в очищуваному газі з наступним утворенням проміжної речовини. Ця речовина зазнає розпаду. Як наслідок, утворюється продукт регенованого каталізатора. Метод вирізняється швидкоплинністю процесу, невеликими розмірами установки, відносно невисокими робочими температурами (до 300° С). Каталізаторами можуть бути метали, зокрема платина, паладій тощо, або сполуки (оксиди металів тощо) [27]. Каталізатори підбирають за їх активністю (об'ємною швидкістю каталітичного процесу) та довговічністю [30].

В основі *біохімічного методу* лежить здатність мікроорганізмів до перетворення різних сполук. Розпад відбувається під дією ферментів, що виділяють мікроорганізми. Біохімічний метод очищення найбільш ефективний в очистці тих газів, що мають постійний склад та за умови, коли швидкість окислення є більшою швидкості надходження речовин із газової фази.

Організаційні та технічні заходи дозволяють попередити забруднення стічних вод, що утворюються у виробничому процесі на машинобудівних підприємствах. Так, організаційні заходи направлені на недопущення скидів неочищених стічних вод у водні об'єкти. Технічні охоплюють широкий спектр заходів. Зокрема, вони включають очищення стоків, їх повторне використання, впровадження водооборотних/замкнених систем. Технічні методи передбачають також розробку та впровадження безвідходних та маловідходних технологій тощо [20].

Очистка виробничих стічних вод може здійснюватись на власних очисних спорудах, на заводських очисних спорудах з подальшою доочисткою на міських та наступним скидом у природні водні об'єкти [20]. Також виробничі стічні води безперервно очищуються на локальних очисних спорудах, надходять у використання, а при неможливості поновлення надходять уже на заводські очисні споруди, де підлягають утилізації.

Очистка виробничих стічних вод здійснюється механічними, фізичними, фізико-механічними, хімічними, фізико-хімічними, біологічними та комплексними методами [20]. Вибір методу залежить від типу забруднень.

Так, *механічним способом* очищують стоки, забруднені твердими частинками та залишками масел. *Фізичні способи* базуються на термічному очищенні мінералізованих стічних вод. Застосування *хімічних способів* ефективно перед біоочищенням, перед подачею стоків у систему оборотного водопостачання, перед скидом їх у водні об'єкти чи міську каналізацію.

Фізико-механічні й фізико-хімічні способи ефективні для очищення стічних вод з великою кількістю забруднювачів.

На основі аналізу літературних джерел можна здійснити узагальнення: екологодеструктивний вплив металообробної та машинобудівної галузі полягає у викидах шкідливих речовин в атмосферне повітря технологічним обладнанням та агрегатами, викидах відпрацьованої води, накопиченні значної кількості твердих відходів. На сьогодні особливо важливим є розробка ефективних засобів захисту довкілля, що забезпечать мінімальний вплив технологічних процесів галузі, розробка та впровадження мало- та безвідходних технологій, а також – постійний моніторинг стану навколишнього середовища.

2 УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Природно-кліматичні умови району розміщення ПрАТ «Стрий-інжиніринг»

ПрАТ «Стрий-інжиніринг» розташований на території міста Стрий, що є одним з районних центрів Львівської області. Стрий сполучений із обласним центром Львовом залізничною (відстань 75 км) і шосейною дорогами (відстань 72 км).

Стрийський район розташований у південній частині Львівської області. Площа району близько – 800 км², що становить майже 4 % території Львівської області [9].

Стрийщина належить до Прикарпатського регіону. Її рельєф хвилясто-рівнинний. Загалом, територія нахилена у бік річки Дністер.

Клімат району характеризується як помірно-континентальний. За багаторічними спостереженнями місцевої метеостанції в місті Стрий протягом року нараховується 50 сонячних днів; 150 – хмарних і 165 днів із змінною хмарністю. Радіаційний баланс – додатний (40 ккал/см²).

Над територією панує повітря помірних широт. Тепла хмарна погода з туманами і так званою «мжичкою» зумовлена вторгненням морського тропічного повітря. Погоду впродовж року визначають циклони та сформовані карпатські місцеві вітри. Гірськодолинні вітри утворюються в літню пору й відзначаються добовим ходом. Неперіодичні сухі вітри (фени) характерні для зими та весняної пори. Середньорічна температура повітря становить 5,2-8,0 °С. Річна кількість опадів – 750-800 мм. Найбільш дощовими є літні місяці, а найменше – зимові [10].

Сніговий покрив нестійкий, утворюється кінець листопада – початок грудня. Зникає до середини березня.

Внутрішні води району представляють природні та штучні водні об'єкти: річки, озера, ставки, болота, колодязі, джерела, підземні води

(прісні, термальні і мінеральні). Усі ріки Стрийщини (густота річкової мережі – 0,7 км/км²) відносяться до басейну Чорного моря. Територія району розсічена притоками Дністра: Стрий, Бережниця, Свіча, Колодниця.

Умови рельєфу, зволоження, різноманіття материнських порід сприяли формуванню строкатого ґрунтового покриву: дерново-підзолисті, сірі, опідзолені (лісові), лучно-болотні та бурі гірські.

Корисні копалини району представлені групою горючих (нафта, природний газ), будівельних матеріалів, кам'яною і калійною солями, водами різного складу.

У природному районуванні територія розташована у підзоні Лісостепу. Лише південний захід потрапляє у зону мішаних лісів Карпат, а південний схід належить до зони широколистяних лісів. Це, відповідно, пояснює різноманіття рослинності (лісова, лучна, культурна).

Фауна Стрийщина дуже багата. Територія району належить до Передкарпатського зоогеографічного району.

З точки зору функціонального районування територія ділиться на три зони, які можна охарактеризувати як агропромислову, промислово-складську та рекреаційну зони. Загалом, Стрийський район є індустріально-аграрним. Тут працюють підприємства машинобудівної, металообробної, деревообробної галузей, харчової та легкої промисловості. Природні ресурси Стрийщини зазнають інтенсивного використання. Наслідком цього є серйозні зміни природних комплексів.

В регіоні функціонує понад 150 об'єктів, на території яких є стаціонарні джерела забруднення атмосфери. Забруднюючі атмосферне повітря речовини утворюються при спалюванні природного газу, при його транспортуванні, в процесі виробничої діяльності підприємств. Істотним джерелом шкідливих речовин є автотранспорт. Експлуатація фізично- та морально застарілого енерго-, паливоємного технологічного обладнання, пило-, газоуловлюючих пристроїв є причиною значних обсягів викидів небезпечних речовин у повітряне середовище [35].

2.2. Загальна характеристика ПрАТ «Стрий-інжиніринг» та його виробничої діяльності

2.2.1 Відомості з історії заснування та розвитку підприємства

Стрийський завод починає свою історію з 1885 року, коли англійці Перкінс і Макінтош створили підприємство з випуску нафтодобувного устаткування. З часу заснування завод виготовляв і проводив капітальний ремонт бурового обладнання та інструменту для нафтоносних районів Борислава і Румунії. Це була напівкустарна майстерня, де переважала важка ручна праця, а чисельність працюючих не перевищувала 60 чоловік.

Після закінчення Першої світової війни та розпаду Австро-Угорської імперії в 1920 році до власників заводу Перкінса і Макінтоша приєднався польський капіталіст Зданович, який згодом став його одноосібним власником. Так завод працював до вересня 1939 року.

У 1939 році підприємство було перейменовано в завод «Металіст». У період з 1939 до 1945 рр., під час Другої світової війни, завод фактично не працював, лише час від часу виконувались разові замовлення для потреб фронту. Зокрема, тут виготовляли скоби і кріпильний матеріал для будівництва та відновлення залізничної колії. З 1945 року почалось виробництво бурового геологорозвідувального устаткування. У міру введення в експлуатацію нових виробничих потужностей, зокрема цехів механоскладального, механічного, ливарно-ковальського, з ремонту двигунів, тракторів та інших цехів і дільниць, загальною площею понад 12 тис. кв. м велась активна робота щодо технічного переозброєння виробництва.

На початок 80-х років «Металіст» перетворився в оснащене сучасною технікою, обладнанням і верстатами, в т. ч. з числовим програмним управлінням, підприємство, якому стало під силу вирішення найскладніших і відповідальних завдань з виготовлення важливої народногосподарської

продукції. Значною мірою це пов'язано з тим, що завод мав закритий цикл виробництва і можливість здійснювати майже всі технологічні операції: механічну обробку, різні види зварювальних робіт, термообробку, гальванопокриття, ковальські роботи, холодне і гаряче штампування, ливарні роботи і т.д. У 1999 році контрольний пакет акцій ВАТ Стрийський завод «Металіст» придбало ЗАТ «Концерн Надра». Водночас, згідно з Постановою Кабінету Міністрів України було створено державну акціонерну холдингову компанію «Укргеолреммаш», до статутного фонду якої 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 до статуту і підприємство отримало назву ТзОВ «Діскавері-бурове обладнання (Україна)» – Discovery Drilling Equipment. Згодом, завдяки розширенню спектру послуг, зокрема, технічне консультування з інжинірингу, інженерно-проектні роботи з розробки металоконструкцій, механіки, гідравліки, підприємство дістало назву ПрАТ «Стрий-інжиніринг». Однак широко вживаною лишилась стара назва – завод «Металіст».

2.2.2 Спеціалізація підприємства

За період з 1945 до 1991 року на заводі була освоєна і вироблялась широка гамма продукції для геологорозвідувальних організацій: 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; капітальний ремонт двигунів типу В-6; Д-12 «Воля» і тракторів типу 1-130. До 1991 року завод був структурним підрозділом ВПО «Союз геотехніка» Міністерства геології СРСР.

З 1991 року на заводі випускалась така продукція: ведучі мости для

автонавантажувачів вантажопідйомністю 1,6, 3 і 5 тонн, кранове устаткування «Надра», вишка бурова ВБ-53М; основа приводного блоку ОБ 53М-02 і вишкового блоку ОБ 53М1-01; ланцюги приводні роликові $t = 38,1; 44,45; 50,8$ мм двох, чотирьох і шестирядні типу НП згідно ГОСТ21834-84; шківи для кронблоку і талевої системи; агрегати для ремонту і освоєння скважин типу АОРС; запчастини для бурових насосів У8-МА2, НБТ-600 і устаткування АОРС.

Продукція заводу експлуатується в різних кранах світу: Куба, В'єтнам, Пакистан, ОАР, Мозамбік, Німеччина, Польща, країни пострадянського простору.

2.3 Методика відбору та аналізу проб повітря

Визначення складу та властивостей атмосферного повітря на певній території є складним завданням, що потребує спеціальних знань та навичок.

Повітря є особливим компонентом середовища, оскільки відзначається рухливістю. Ця ознака сприяє швидкому розсіюванню забруднюючих речовин, їх взаємодії з іншими компонентами. Також відбувається зміна хімічного складу за зміни умов середовища [12].

Хімічний склад компонентів довкілля змінюється в часі та при зміні умов середовища, визначається рельєфом, геологічною будовою, антропогенною діяльністю тощо. Знання про обсяги та динаміку забруднення дають можливість прогнозувати, визначати ймовірності самоочищення, загрози для живого світу. Відтак, принцип відбору проб, що охоплює не лише вибір точок, а й особливості зберігання/транспортування зразків, надзвичайно важливий [21].

Достовірність санітарно-хімічних досліджень повітря залежить від техніки відбору проб та дотримання усіх необхідних умов. Ці умови встановлюються на етапі розробки методу для кожної забруднюючої речовини окремо.

Проби повітря відбирають завдяки обмінному, вакуумному і аспіраційному способам. Обмінний спосіб передбачає забір проб повітря через газоприймач шляхом пропуску його крізь посудину визначеного об'єму. Вакуумний відбір здійснюється у вакуумовані посудини, які відкривають в точці відбору проб. Найскладнішим, але одночасно найбільш вживаним методом на практиці є аспіраційний. Він потребує аспіратора, який дозволяє протягнути визначений об'єм повітря через фільтруючі матеріали або поглинальне середовище [31].

Контролювати стан повітряного середовища можна контактними і дистанційними методами. Група контактних методів передбачає пробовідбір аспіраційним шляхом.

Вважається, що найвірогідніші дані стосовно газо-пилового забруднення отримують при нетривалому відборі проб.

Щодо техніки пробовідбору, то вона постійно змінюється через технічне удосконалення самих приладів.

Пробовідбір повітря здійснюється у вигляді разових та середньодобових проб. Для цього потрібні різні способи відбору і прилади.

Так, пробовідбір на відстані до 3000 м від джерела забруднення рекомендується здійснювати поглиначем Ріхтера впродовж 4-5 хвилин, при цьому $v = 20$ л/хв. У випадку, відстані до 10000 м пробовідбір здійснюється до 3 хвилин зі швидкістю $v = 50$ л/хв. [31].

Відбір разових проб пилу виконується за допомогою фільтруючих матеріалів. Для пробовідбору на фільтруючі матеріали використовують водяний аспіратор або електроаспіратор. Для відбору проб аерозолів використовують пристрої модифікації «Тайфун». Високодисперсні аерозолі вловлюють за допомогою аналітичних аерозольних фільтрів АФА або паперових фільтрів типу «блакитна стрічка» [21, 26].

Для відбору проб повітря використовують прилад Зайцева, апарат Мігунова, мікрокомпресори МК-1, Малюк-1, ПРУ-4-150 та інші. На жаль, вважається, що усі вони мають малу працездатність.

Якісний аналіз здійснюють органолептично (тобто, за запахом) або індикаційним методом (з використанням сорбентів). Індикаційні способи придатні для визначення озону, гідрогенсульфуру, аміаку.

Аналіз забрудненого повітря виконують за допомогою хроматографічного, маспектрального, спектрального, електрохімічного методів [12].

Використання зондів, авіації, космічних супутників передбачено для дистанційних методів. Вони дозволяють визначити турбулентність повітряних потоків, забруднення пилом, вміст водяної пари, а також – вміст шкідливих речовин.

Здійснити оцінку виду та ступеня забруднення атмосферного повітря можна використовуючи лабораторні, експресні та автоматичні методи. Ступінь забруднення повітря декількома речовинами одночасно визначають за індексом забрудненості атмосфери.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Необхідні ресурси та обсяги їх використання на ПрАТ «Стрий-інжиніринг»

Підприємство ПрАТ «Стрий-інжиніринг» розташовано на земельній ділянці площею 19,7 га. На підприємстві розроблена схема розміщення об'єктів та закріплені відповідні території за цехами та підрозділами для утримання їх в належному стані. Територія підприємства огорожена та частково заасфальтована (пішохідні доріжки, автомобільні проїзди та майданчики).

Основні технологічні та допоміжні процеси на досліджуваному підприємстві передбачають використання ряду природних ресурсів. Обсяги сировини, допоміжних матеріалів, що використовуються у процесі випуску продукції, наведене в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Фактичне використання сировини, допоміжних матеріалів в технологічному циклі виробництва бурового обладнання

Назва сировини, матеріалів	Річне використання	
	одиниця виміру	кількість
1	2	3
метал	кг	2577149,1
метал	м	819
арматура	кг	172
балка	кг	1199040
круг+кругла заготовка	кг	54148,47
кутник	кг	111057,3
лист	кг	1117451
швелер	кг	92694,01
аргон	балон	4

Кінець таблиці 3.1

1	2	3
ацетилен	балон	429
електроди	кг	2552,7
дріт зварний	кг	28101,37
канат	м	682
шлак гранульований	т	444
затверджувач	л	1883
розчинник	л	1465
суміш зварювальна	балон	3555
кисень	балон	3067
фарба	л	15411,6
інтертейн	л	13544,6
колерін емаль	л	517
труби	м	24428,78

Фактичне використання природного газу становило за 2019 рік по підприємству всього – 522,0 тис. м³, в т.ч. на технологічні потреби – 185 тис.м³, допоміжні потреби – 337 тис.м³.

Використання природного газу за 2018 рік виявилось меншим у зв'язку із змінами у випуску продукції і становило по підприємству всього 167 тис. м³, в т.ч. на технологічні потреби – 31 тис.м³, допоміжні потреби – 136 тис.м³.

Паливо-мастильні матеріали використовуються протягом року в кількості: бензину – 67,2, дизельного палива – 70,8, стисненого газу – 8,31 тон.

3.2 Характеристика технології виробничого процесу та задіяного технологічного обладнання

ПрАТ «Стрий-інжиніринг» належить до підприємств металообробки та машинобудування. На підприємстві задіяні цехи і дільниці.

До основного виробництва належать [22].

Цех № 1

Зварювальна дільниця.

На дільниці виготовлення металевих конструкцій проводяться роботи по зварюванню і заточуванню деталей. Дільниця обладнана зварювальними апаратами і заточними верстатами. В процесі роботи на даному обладнанні в атмосферне повітря виділяється заліза оксид, марганець, хром шестивалентний, азоту діоксид, вуглецю оксид, пил абразивно-металевий (Джерела № 37-42, 44, 47, 48, 49).

Цех №2

В цеху проводиться ремонт та випробування трубопроводів паливної системи дизельних двигунів, заточування інструменту, гальванічне покриття деталей двигуна, миття головок двигуна, притирання прицевійних пар, очищення деталей кісточковою крихтою, миття деталей у розчині їдкого натрію, попередня хімічна обробка деталей, зовнішнє миття двигунів та зварювання деталей. Цех обладнаний відрізним, заточним, круглошліфувальним верстатом, стендом випробування форсунок, фарбувальним постом, ваннами обезжирення і хромування.

Фарбувальна дільниця. На дільниці проводять фарбування та сушку металевих конструкцій. Дільниця обладнана напівзакритою та закритою фарбувальними камерами, а також сушильною камерою. В процесі роботи в атмосферне повітря виділяється: ацетон, бутиловий спирт, бутилацетат, толуол, етиловий спирт, етилцелозольв, ксилол, уайт-спірит, сольвент (Джерела № 50-56).

Гальванічна дільниця.

Проводяться гальванічні роботи: знежирювання, травлення, хромування. В атмосферу викидаються: гідроокис натрію, хлористий водень, хром шестивалентний (Джерела № 66, 67, 69).

На зварювальному посту проводяться зварювальні роботи електродами АНО-4. В атмосферу викидаються: заліза оксид, марганець. (Джерело № 86).

Встановлено відрізний верстат (різка труб). В атмосферу викидається пил абразивно-металевий (джерело № 101), заточний верстат (джерело № 102), пост електрозварювання (джерело № 103).

Цех № 3.

Термічна дільниця.

В цеху проводять термічну обробку деталей, зварювальні роботи і підготовку та заточування інструменту, виготовлення ланцюгів та деталей для бурових вишок, виготовлення запасних частин до бурових насосів. Цех обладнаний ванною для гартування деталей, піччю нагріву та відпуску, установкою ВЧГ - 63/10.044, заточним, круглошліфувальним верстатом, шахтними та камерними печами і ваннами гартування деталей. В процесі роботи в атмосферу виділяється аерозоль масла мінерального, вуглецю оксид, ангідрид сірчистий, заліза оксид, марганець, пил абразивно-металевий (Джерела № 80, 81, 82, 93, 94, 98, 99, 100).

Цех №4

В цеху виконуються роботи по складанню та зварюванню деталей бурильного устаткування і монтування його на шасі пересувної техніки. Цех обладнаний верстатом для різки труб, зварювальним апаратом та заточним верстатом. В процесі роботи на даному обладнанні в атмосферне повітря виділяється пил металічний, фтористий водень, діоксид марганцю, оксид заліза.

Цех №5.

Ливарна дільниця.

На ливарній дільниці проводяться роботи по литтю чавуну, сталі, алюмінію, мідних сплавів та очистці ливарних заготовок. В цеху встановлено печі електричні ДСП-05, СМБ-06С2, САТ-025, піч індукційна ІСП-04, вагранка та піч відпалу сталюого литва, в яких проводять плавку металів, сито (решітка стрічкового транспортера), вибивна решітка (бігун). Від технологічних процесів в атмосферу викидаються забруднюючі речовини: пил неорганічний, пил абразивно-металевий, азоту діоксид, вуглецю оксид,

ангідрид сірчистий (Джерела №№ 15, 17, 19, 20, 22, 23,27).

Ковальсько-пресове відділення.

На ділянці встановлені газові печі нагріву. Проводять виготовлення заготовок методом штампування, кування, пресування, гнуття, різки на ножицях, різка на пилах, нагрів прокату під ковку в печах нагріву, газорізку листового металу. В цеху встановлено піч для нагріву заготовок, молоти марки М-213, М-21-45, М-13-43; прес марки К 9538, Ф-17-34, КВ-21-32, Ф-12-26; прес ножиці «Югославія», ножиці листові марки Н3121; марки Н3222; верстат газорізки металу СГУ - 160. В атмосферу викидаються: азоту діоксид, вуглецю оксид (Джерела №№ 28, 30, 32, 35).

На *модельній ділянці* виготовляють дерев'яні моделі. Обладнання – деревообробний верстат К-40, токарний верстат Т-63, вертикально-свердлильний верстат 2Б125, в атмосферу викидається пил деревини (Джерело № 36).

Цех № 7

Ремонтна ділянка.

В цеху проводяться роботи по заточуванні інструменту. В процесі роботи обладнання в атмосферне повітря виділяється пил абразивно-металевий (Джерело № 107).

Цех № 8

Ремонтно-механічна ділянка.

В цеху проводять заточування інструменту, токарні та фрезерні роботи. Цех обладнаний заточним верстатом, токарними та фрезерними верстатами. В процесі роботи обладнання в атмосферу виділяється абразивно-металевий (Джерело № 109).

До допоміжного виробництва відносяться наступні підрозділи:

Котельня.

В котельні використовуються котли марки ДКВГ-6,5/13, ДЕ-14-П4, як робочі, а котли марки ДКВГ-6,5/13, ДКВР-4-131 – резервні, всі вони працюють на природному газу, резервне паливо не передбачається. В

зимовий період року котли працюють на опалення підприємства і 10% на технологію. В літній період тільки для технологічних процесів. При цьому в атмосферне повітря викидається діоксид азоту, оксид вуглецю.

Цех № 10

Транспортна дільниця.

На дільниці проводять роботи: зарядку акумуляторів, заточування інструменту (в атмосферу пил не попадає). Цех обладнаний зарядним пристроєм, заточним верстатом, зварювальним апаратом. В атмосферу викидається: аерозоль сірчаної кислоти (джерело № 13).

Цех № 11

Деревообробна дільниця.

В столярній дільниці проводяться роботи по виготовленню ящиків для ЗПП, сидінь, спинок крісел та різноманітних послуг населенню. Цех обладнаний верстатом деревообробним КДС-3, УС-2М, рейсмусний СРБ -6, СРБ -8 , верстат комбінований К 40, стрічкопильний ЛС - 80 -6. В процесі роботи обладнання в атмосферне повітря виділяється пил деревини (Джерело № 114).

Дочірнє підприємство «Оберіг».

На дільниці проводиться роботи по виготовленню будівельних конструкцій, ремонт заводських приміщень, виготовлення виробів з дерева, а також роботи по заточуванню інструменту. На дільниці зберігається пісок та щебінь. В процесі роботи та зберіганні сипучих матеріалів в атмосферне повітря виділяється пил з вмістом $\text{SiO}_2 > 70\%$.

Компресорна дільниця.

В компресорній дільниці проводиться очистка і подача стиснутого повітря до технологічних процесів. Компресорна обладнана компресорами. В процесі роботи на даному обладнанні в атмосферне повітря виділяється оксид вуглецю.

Матеріальний склад.

В приміщенні складу зберігаються фарби, лаки, розчинники (ацетон,

ксилол, уайт-спірит, бутилацетат, сольвент). Виділення забруднюючих речовин здійснюється при наливі рідини для заводських споживачів. В процесі наливу в атмосферне повітря виділяється ацетон, уайт-спірит, бутанол, ксилол, бутилацетат, сольвент.

Станція заправки автотранспорту.

На станції заправки проводиться заправка бензином та дизпаливом транспортних засобів підприємства, а також зберігання пального в ємностях. В процесі роботи в атмосферне повітря виділяються вуглеводні і бензин.

Лабораторія.

В лабораторії проводиться аналіз металів, фізичний аналіз масел, хімічний аналіз електролітів та аналіз стічних вод. При проведенні хімічних аналізів в атмосферне повітря виділяється сірчана кислота, азотна кислота, хлористий водень, оцтова кислота.

3.3 Джерела утворення забруднюючих речовин

Детальне дослідження показало, що джерелами утворення забруднюючих речовин на ПрАТ «Стрий-інжиніринг» є ливарні дільниці, ковальсько-пресові відділення, пости електрозварки, заточні верстати, пости фарбування, деревообробні дільниці [22, 28]. Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин наведена у табл. 3.2.

Як видно з даних табл. 3.2, ливарна, ковальсько-пресова дільниці, зварювальний цех є основними джерелами утворення забруднюючих атмосферне повітря речовин: діоксиду азоту, оксиду вуглецю, неорганічного та абразивно-металевого пилу, хрому, марганцю та оксиду заліза.

Таблиця 3.2 – 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	Значення концентрації забруднюючих речовин, мг/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8
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	Литво 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

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Ливарна дільниця	Сито	Транспортування формовочної суміші	500	0,6	22	Пил неорганічний SiO ₂ =20-70%	13,8
	Вибивна решітка	Бегуни	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

Кінець таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Цех № 5, ковальсько- пресова дільниця	Газова піч	Піч нагріву	2000	2,4	90	Азоту діоксид	52,5
						Вуглецю оксид	315,3
	Деревообробні верстати	Виготовлення модельних форм	400	0,95	22	Пил деревини	18,1
Цех № 1 складаль- ний, зварю- вальна діль- ниця	Пункт зварювання	Електрозварю- вальні роботи	3000	2,0	22	Заліза оксид	7,1
						Марганець	0,57
						Хром шестивалентний	0,001
						Азоту діоксид	0,35
						Вуглецю оксид	1,45

Характеристика окремих джерел викидів забруднюючих речовин на ПрАТ «Стрий-інжиніринг» наведена у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин

Найменування джерела	Висота джерела викиду, 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
1	2	3	4	5	6	7	8	9
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

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
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

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
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 шестивалентний	$4,0 \times 10^{-7}$	$2,9 \times 10^{-7}$
						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 шестивалентний	$4,0 \times 10^{-7}$	$2,9 \times 10^{-7}$
						Азоту діоксид	0,00014	0,00010
						Вуглецю оксид	0,00058	0,00042

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

Наведені у табл. 3.3 дані вказують на значні викиди в атмосферне повітря неорганічного пилу, оксиду вуглецю, діоксиду азоту, сірчистого ангідриду на ливарній дільниці. На зварювальній дільниці йде утворення та викид металів і їх сполук. Висота цих джерел викиду при цьому від 2 до 20 м. Температура суміші газів з повітрям на різних джерелах викидів від 22 до 90°C.

3.4 Перелік забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря

У табл. 3.4 представлені усі забруднюючі речовини, що утворюються в технологічних процесах на підприємстві, а також – наведена їх базова характеристика.

Таблиця 3.4 – Перелік забруднюючих речовин та обсяги їх викиду в атмосферне повітря

№ п/п	Речовина	Потужність викиду, т/рік	ГДК, мг/м ³			Клас небез- пеки
			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	0,085	0,04	-	2
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
9	Марганець	0,003224	0,01	0,001	-	2
10	Хром шестивалентний	2,1x10 ⁻⁶	0,0015	0,0015	-	1
11	Ксилол	0,4863	0,2	0,2	-	3
12	Сольвент нафта	0,3501	-	-	0,2	-

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7
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 гідроокис	0,00407	-	-	0,01	-
22	Натрію триполіфосфат	0,00162	-	-	0,5	-
23	Водень хлористий (соляна кислота за молекулою 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	Діазоту оксид	0,0036	-	-	-	-
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 представлених у таблиці даних, в процесі металообробки, складання основної продукції та допоміжних операцій на ПрАТ «Стрий-інжиніринг» утворюється 31 забруднююча речовина. Ці речовини належать до 1, 2, 3 та 4 класу небезпеки. Групи речовин односпрямованої дії

становлять ангідрид сірчистий, азоту діоксид; ангідрид сірчистий, сірчана кислота; сірчана, азотна та соляна кислоти. Цим речовинам властивий ефект сумачії [3, 6].

Найбільшою потужністю характеризується викид діоксиду вуглецю (2136,4 т/рік), діоксиду азоту (2,8014 т/рік), а найменшою – хром шестивалентний, ацетон, ртуть, азотна та оцтова кислоти.

3.5 Розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі

3.5.1 Обґрунтування доцільності здійснення розрахунку розсіювання

Визначення розсіювання кожної забруднюючої речовини необхідне для розрахунку граничних викидів та встановлення розміру санітарно-захисної зони [14, 17]. Отримані нами дані представлені у таблиці 3.5

Таблиця 3.5 – Коефіцієнти доцільності проведення розрахунків розсіювання

№	Забруднююча речовина	Φ	Доцільність проведення розрахунків $\frac{M}{ГДК} > \Phi$ (так, чи ні)
1	2	3	4
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

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4
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

Розсіювання забруднюючих речовин визначають з врахуванням

потужності викидів, висоти джерел викидів та нормативу ГДК. Доцільність здійснення розрахунку розсіювання проводили за формулою [17]:

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

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

ГДК – максимальна граничнодопустима концентрація, мг/м³

H – середньозважена по підприємству висота джерел викидів, м

Отже, розрахунки розсіювання забруднюючих речовин необхідно проводити лише для 12 забруднюючих речовин.

Виявлено 3 групи речовин односпрямованої дії – SO_2 і аерозоль H_2SO_4 ; SO_2 і NO_2 ; кислоти – H_2SO_4 , HNO_3 , HCl . Для них проведення розрахунків розсіювання недоцільне.

3.5.2 Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі

В основі нормативного документу, що визначає розрахунок розсіювання, лежить принцип, за якого сумарна концентрація забруднюючої речовини не може бути більшою за норматив $ГДК_{мр}$ [34].

Розрахунки розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі проводили для 12 речовин за допомогою програми ЕОЛ-плюс.

Для розрахунку приймали такі значення вихідних величин та коефіцієнти:

- коефіцієнт, який залежить від стратифікації – 200;
- коефіцієнт рельєфу місцевості – 1;
- середня температура зовнішнього повітря найбільш теплого місяця року – (+ 22,0);
- середня температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяця року – (- 9);
- розмір сторін розрахункового прямокутника 1500м x 1500м;

- розмір розрахункового кроку сітки: 150м x 150м;
- масштаб 1 : 10000.

Вказані розрахунки розсіювання обов'язково здійснюються, враховуючи фонове забруднення атмосфери.

3.5.3 Аналіз проведених розрахунків розсіювання

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 прилеглої житлової зони.

Кількісна характеристика максимальних приземних концентрацій 12 забруднюючих речовин у частках ГДК наведена у табл. 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

Кінець таблиці 3.6

Марганець	0,42	0,42	37-44, 86,103, 100	100	Цех № 5
Сольвент нафта	0,45	0,44	50-55	100	Цех № 1 Фарбуваль- на дільниця
Спирт бутиловий	0,43	0,43	50-55	100	Цех № 5
Бутилацетат	0,43	0,43	50-55	100	Цех № 1 Фарбуваль- на 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

Виконані для ПрАТ «Стрий-інжиніринг» розрахунки розсіювання показують, що максимальна приземна концентрація у житловій зоні та на межі СЗЗ не перевищує нормативу ГДК (рис. А.2, А.3). Зокрема, на території санітарно-захисної зони не перевищує 0,56 ГДК, а на території житлової зони – 0,58 ГДК для діоксиду азоту.

Санітарно-захисна зона для підприємства, що належить до IV класу (п.1), складає 100 м. Межа та її функціональне призначення витримані.

3.6 Заходи з попередження забруднення атмосферного повітря

Джерела утворення забруднюючих речовини оснащені відповідними установками для пило- та газуловлення.

Про доцільність використання вказаних установок свідчить ефективність очищення атмосферного повітря.

Ефективність пиловловлювання характеризують загальним і фракційним показниками очищення повітря від пилу [25].

Таблиця 3.7 – Характеристика пилогазоочисного устаткування

Номер джерела викиду	Газоочисна установка	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-15-900х6сп	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 скруббер швидкісний 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 скруббер швидкісний КМП-8,0	2,64	21,0	2,6483	20,0	Ксилол	1	16,69	71,77	4,71

Пиловлівлюючі установки, що використовуються на підприємстві характеризуються високим ступенем очищення газоповітряної суміші. Так, згідно даних, наведених в табл. 3.7, ефективність очищення становить 70,0 – 86,49 %. Однак в печі допалювання газів ефективність уловлення оксиду вуглецю складає лише 53,2 %. Неефективним є використання на джерелі № 15 циклону центробіжного циліндричного ЦН-15-900хбсп щодо завислих речовин – ефективність рівна 0.

3.7 Використання водних ресурсів

Водопостачання підприємства здійснюється з водопроводу досліджуваного заводу, скид господарсько-побутових та виробничих стічних вод з цехів та інших споруд та приміщень здійснюється в існуючу каналізаційну мережу. Облік забраної з водопроводу води та скинутих в каналізаційну мережу стічних вод не проводиться, що є порушенням ст. 44 Водного кодексу України [7].

Контроль якості стічних вод, які скидаються в каналізаційну мережу, проводиться щоквартально лабораторією заводу.

На вводах в цехи та інші приміщення відсутні прилади обліку одержаної води з водопроводу.

На підприємстві ведеться журнал аварійних поломок водопостачання, водовідведення та теплопостачання службою головного енергетика.

На підприємстві відсутній розрахунок нормативно-розрахункового споживання води на господарсько-побутові та виробничі потреби та водовідведення, що є порушенням ст. 44. Водного Кодексу України [7].

На підприємстві неодиначними є випадки порушень правил раціонального використання та охорони водних ресурсів [34]. Так, в підрозділі монтажних робіт систематичним стало наявність плям розливу нафтопродуктів на площадці складання бурових вишок, що своєчасно не прибираються, а це може привести до забруднення поверхневих вод та є

порушенням ст. ст. 44, 110 Водного кодексу України. Причиною проливів нафтопродуктів при проведенні робіт по наливу та зливу зі з'єднувальних муфт є відсутність ємностей для збору рідини.

Майданчики № 2 і 3 монтажних робіт із складання вишок вкриті твердим водонепроникним покриттям не в повному об'ємі, частина обладнання розміщена на відкритій поверхні землі. Не передбачений з майданчиків відвід дощових, талих та вод від миття площадки, зворотних вод безпосередньо в каналізаційну мережу. По периметру майданчиків відсутній борт з метою попередження потрапляння зворотних вод на відкриту землю, що може привести до забруднення поверхневих вод.

3.8 Утворення відходів

В процесі виробничої діяльності на підприємстві утворюються наступні відходи:

1-й клас небезпеки : лампи відпрацьовані люмінесцентні;

2-й клас небезпеки: відпрацьовані свинцеві акумулятори; відпрацьовані нафтопродукти;

3-й клас небезпеки: відходи фарб та емалей;

4-й клас небезпеки: відпрацьовані автомобільні шини;

шлак від зварки;

шлак і порошок залізовмісний пилогазоочисних споруд;

шлак від піскострумної очистки;

окалина прокатного виробництва.

Небезпека виробничих відходів пов'язана з їх хімічним складом. Так, окремі види відходів виробничих процесів є джерелом забруднення навколишнього середовища важкими металами, зокрема кадмієм, кобальтом, марганцем, міддю, нікелем, свинцем, хромом, цинком. Особливо небезпечні за вмістом важких металів відходи з очистки гідрофільтрів (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Вміст важких металів у відходах, що утворюються на
ПрАТ «Стрий-інжиніринг»

Хімічний елемент	Гальванічні відходи	Відходи з очистки гідрофільтрів
Кадмій	7,04	7,96
Кобальт	13,67	14,07
Марганець	910,33	1081,02
Мідь	54,46	96,68
Нікель	641,29	1119,88
Свинець	7256,16	7462,57
Хром	5633	4818,21
Цинк	1541,11	1664,27

Згідно звіту про утворення, оброблення та утилізацію відходів 1-3 класу небезпеки за формою № 1 – небезпечні відходи, за 2020 рік на підприємстві утворились наступні відходи :

- відпрацьовані люмінесцентні лампи – 0,060 тонн (200 штук), які передано на знешкодження НТП Галекоресурс;

- відпрацьовані нафтопродукти – 3,78 т, які передані на утилізацію ТзОВ «Маст»;

- відпрацьовані акумулятори – 0,2 т, які передані на утилізацію ПП «Весна-плюс».

Шини зношені (відпрацьовані) – 0,45 т (16 шт), передані ПП «Сервіс-Центр Стрий».

Згідно звіту про утворення, використання і поставку вторинної сировини і відходів виробництва за 2020 рік на підприємстві утворились:

- побутові відходи – 1409 м³ (352 т), вивезено на міське сміттєзвалище;

- сталевий брухт і відходи – 263 т з них:

- 258 т передано іншим суб'єктам господарської діяльності з металобрухтом - ПП «Магніт», ТзОВ «СП Галтекс»,

- 8 т використано на власне виробництво.

Облік утворення та руху відходів, які утворюються на підприємстві по цехах та структурних підрозділах, ведеться по журналах первинного обліку утворення та руху відходів встановленого взірця.

На території, цехів, споруд та майданчиків спостерігається недотримання норм і правил поводження з виробничими і побутовими відходами, порушення правил зберігання, розміщення, складування відходів [34]. Так, в підрозділі очистки та фарбування тара від лакофарбних матеріалів зберігається в необладнаному для цього місці, під відкритим небом; на дільниці підготовки відходи лакофарбних матеріалів перемішані в контейнері з побутовими відходами; не своєчасно проводиться очистка піддонів від відходів лакофарбних матеріалів; має місце їх зберігання в необладнаному для цього приміщенні підготовки фарб, що є порушенням ст.ст. 17, 33, 42 Закону України Про відходи [34].

Відсутні обладнані у відповідності до існуючих вимог місця для тимчасового зберігання, складування, розміщення відходів, які утворюються в процесі діяльності підприємства: відпрацьованих нафтопродуктів; відпрацьованих акумуляторів; відпрацьованих лакофарбних матеріалів; тари з під лакофарбних матеріалів, тари з під мінеральних та інших олій.

На даний час зберігання та тимчасове розміщення відходів здійснюється хаотично. Не організовано повернення постачальникам тари з під лакофарбних матеріалів; мінеральних та інших олів.

На території підприємства сталевий брухт і відходи та інші види брухту і відходів чорних металів складуються хаотично та безсистемно по всій території підприємства, відсутні спеціально відведені та облаштовані для їх складування місця. Не проводиться своєчасна передача їх спеціалізованим організаціям із заготівлі та переробки сталевого брухту і відходів та інших видів брухту і відходів чорних металів.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

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 [19]. 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, а також відповідальність працівників за порушення законодавства про охорону праці.

Проте рівень травматизму у нашій державі досить високий, що спричинено непротим 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 розробленні 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 – це система правових, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. 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, 13] .

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 ПрАТ «Стрий-інжиніринг» 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 ПрАТ «Стрий-інжиніринг» покладений на адміністрацію та інженерно-технічний персонал. Відповідальність за стан охорони праці покладено на директора та технічного директора. Оперативна робота з охорони праці здійснюється згідно встановленого графіку. Перевірки робочих підрозділів проводяться не менше шести разів на рік, що є об'єктом підвищеної небезпечності.

Заходи, які проводяться з питань охорони праці, мають свої позитивні результати, але все-таки, нещасні випадки мають своє місце. Аналіз виробничого травматизму наводимо на основі актів Н-1 і форм НПВ за останні два роки. Результати аналізу виробничого травматизму наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Аналіз виробничого травматизму на ПрАТ «Стрий-інжиніринг»

Показники	2019	2020
1	2	3
Всього нещасних випадків, А	4	3
Легких	3	3
Важких	1	0
Число днів непрацездатності, Дт	89	76
Показники частоти травматизму Пч.т.=(А/В)х1000	11,2	8,5
Показники важкості травматизму Пв. т.=Дт/А	22,3	25,3

Кінець таблиці 4.1

1	2	3
Середня статистична кількість працюючих, В	358	355
Показники непрацездатності Пн=Пч.т.хПв.т.	249,8	215,1
Показники втрат робочого часу Вр.ч.=Пнх0,004	0,99	0,86

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 ПрАТ «Стрий-інжиніринг» 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 ПрАТ «Стрий-інжиніринг»

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 [13, 36].

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.

Основні напрями роботи на ПрАТ «Стрий-інжиніринг» по боротьбі з професійними захворюваннями, що спричиняються дією отруйних шкідливих газів та парів, повинні характеризуватися 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 ПрАТ «Стрий-інжиніринг» 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 ПрАТ «Стрий-інжиніринг» надають великої уваги. Працюючим видається спеціальний одяг та взуття. Працівники один раз на рік проходять медичний огляд. На заводі ПрАТ «Стрий-інжиніринг» є кімнати відпочинку, що служать і місцем для прийому їжі, забезпеченість гарячим харчуванням становить 85 %.

4.3 Захист населення від наслідків надзвичайних ситуацій

Надзвичайні ситуації – це порушення нормальних умов життя і діяльності на об'єкті або території спричинюване аварією, катастрофою, стихійним лихом, великою пожежею, застосуванням засобів ураження що призвели або можуть призвести до великих людських втрат і матеріальних збитків.

Згідно Закону України Про цивільну оборону України та Положення про цивільну оборону України кожен громадянин держави має право на захист свого життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, пожеж, стихійного лиха та на вимогу гарантій забезпечення реалізації цього права від Кабінету Міністрів України, міністерств та інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрації, органів місцевого самоврядування, керівництва підприємства, установ і організацій незалежно від форми власності і підпорядкування [18].

Основними завданнями цивільної оборони будь-якого підприємства є:

- запобігання виникнення надзвичайних ситуацій і запровадження заходів щодо зменшення збитків та втрат у разі аварій, катастроф, великим пожеж та стихійного лиха;
- оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій та постійне інформування про його наявну обставину;
- організація життєзабезпечення населення під час аварій, катастроф, стихійних лих;
- створення системи аналізу і прогнозування, оповіщення та зв'язку, спостереження та контроль за надзвичайними ситуаціями;
- організація і проведення рятувальних робіт у районах лиха і осередків ураження;
- підготовка і перепідготовка керуючого складу цивільної оборони, її органів управління та сил, навчання населення вміння застосовувати засоби індивідуального захисту і діяти в надзвичайних ситуаціях.

На підприємстві цивільна оборона організовується з метою завчасної підготовки до захисту від наслідків надзвичайних ситуацій, зниження втрат, створення умов для підвищення стійкості роботи об'єктів та своєчасного проведення рятувальних та інших невідкладних робіт.

Відповідальність за організацію і стан цивільної оборони, постійну готовність її сил і засобів до проведення рятувальних та інших невідкладних робіт несе начальник цивільної оборони об'єкта – керівник підприємства. Начальник цивільної оборони підприємства підпорядковується начальнику цивільної оборони міста(району), на території якого розміщений об'єкт [2, 13, 18].

До надзвичайних ситуацій природного характеру, які можуть виникнути на ПрАТ «Стрий-інжиніринг», належать: пожежа, ураган, смерч, великі опади дощів та граду, які призведуть до затоплення території підприємства.

До надзвичайних ситуацій техногенного характеру відносять: транспортні аварії, пожежі, вибухи, аварії із викидом забруднюючих речовин, раптове руйнування споруд та будівель, аварій на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення.

На території заводу ПрАТ «Стрий-інжиніринг» об'єктами виникнення небезпек можуть бути пожежі; великі викиди забруднюючих речовин (викиди золи з димовими газами).

Найбільш повне і організаційне виконання заходів цивільної оборони на об'єкті досягається завчасною розробкою плану заходів, які необхідно проводити при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій.

План дій органів управління і сил цивільної оборони із запобігання і ліквідації розробляється на підставі законодавчих, директивних і нормативних документів і призначений для координації і діяльності центральних і місцевих органів виконавчої влади, а також оперативності і реагування на загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій, відвернення або зниження можливої загибелі, мінімізації матеріальних збитків і втрат та

організацію задоволення першочергових потреб населення, яке постраждало.

Навчання з цивільної оборони є загальним для усіх громадян і організовується як за місцем роботи, так і за місцем проживання. Організація навчання робітників та службовців об'єктів господарської діяльності покладена на керівників цих об'єктів, які через свої штаби цивільної оборони організовують, забезпечують і керують проведенням навчальних заходів, здійснюють постійний контроль за своєчасним і якісним проведенням занять і навчань.

За даними досліджень стан охорони праці та захисту населення на ПрАТ «Стрий-інжиніринг» задовільний, але має свої недоліки, які полягають в наступному: недотриманні деяких пунктів вимог з техніки безпеки, гігієни праці, пожежної безпеки в зв'язку із недостатнім технічним забезпеченням, неповним формуванням та недостатнім фінансуванням сил і формувань цивільної оборони підприємств.

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 та цивільного захисту населення. 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, а також зниження потенційної небезпеки природних та техногенних надзвичайних ситуацій.

ВИСНОВКИ

1. ПрАТ «Стрий-інжиніринг» належить до підприємств металообробки та машинобудування. На підприємстві задіяні цехи і дільниці, на яких проводять механічну обробку, різні види зварювальних робіт, термообробку, гальванопокриття, ковальські роботи, холодне і гаряче штампування, ливарні роботи, фарбування металовиробів.
2. Джерелами атмосферного забруднення є транспортна, ливарна, зварювальна, фарбувальна, термічна дільниці, електрозварювальний пост, ковальсько-пресове відділення.
3. У переліку забруднюючих речовин, що виділяються на різних дільницях, є 31 одиниця, серед них – оксиди нітрогену, карбону, феруму, марганець, хром, ртуть та інші.
4. Забруднюючі речовини належать до 1, 2, 3 та 4 класу небезпеки. Групи речовин односпрямованої дії становлять ангідрид сірчистий і азоту діоксид; ангідрид сірчистий і сірчана кислота; сірчана, азотна та соляна кислоти.
5. Як показали розрахунки, визначення розсіювання є доцільним для 12 забруднюючих речовин, серед них – діоксид азоту, пил деревини, заліза оксид, сольвент нафта, бутилацетат, марганець, толуол, масло мінеральне.
6. Джерела утворення забруднюючих речовини оснащені відповідними установками для пило- та газоуловлення. Пиловловлюючі установки типу циклон характеризуються високим ступенем очищення газоповітряної суміші: ефективність очищення становить 70,0 – 86,49 %. Однак в печі допалювання газів ефективність уловлення оксиду вуглецю складає лише 53,2 %. Неєфективним є використання на джерелі № 15 (ливарна дільниця) циклону центробіжного циліндричного ЦН-15-900хбсп щодо завислих речовин – ефективність рівна 0.
7. ПрАТ «Стрий-інжиніринг» згідно відповідного нормативного документу належить до категорії «Клас IV п.1». Розмір санітарно-захисної зони становить 100 м. В її межу не потрапляють громадські та господарсько-

побутові об'єкти.

8. Водопостачання підприємства здійснюється з водопроводу, скид господарсько-побутових та виробничих стічних вод з цехів та інших споруд та приміщень здійснюється в існуючу каналізаційну мережу. На підприємстві відсутній розрахунок нормативно-розрахункового споживання води на господарсько-побутові та виробничі потреби, водовідведення.

9. В процесі виробничої діяльності на ПрАТ «Стрий-інжиніринг» утворюються відходи 1-4 класів небезпеки. Різні види брухту і відходів чорних металів складуються хаотично та безсистемно по всій території, відсутні спеціально відведені та облаштовані для їх складування місця. Не проводиться своєчасна передача відходів спеціалізованим організаціям із заготівлі та переробки.

Згідно результатів проведених досліджень, стан компонентів навколишнього середовища у зоні впливу підприємства потребує постійного контролю за вмістом шкідливих речовин, що головним чином виділяються в результаті роботи різного типу обладнання. Пропонується провести реконструкцію основного обладнання. Нагальним є питання з водовідведення. Необхідно удосконалити контакти з суб'єктами, що здійснюють утилізацію утворених виробничих відходів. Для покращення екологічної ситуації загалом пропонується здійснити заходи з максимально можливого озеленення території.

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. Белов С. В., Барбинов Д. А. Охрана окружающей среды. Москва: Высшая школа, 1999. 319 с.
4. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С. Практикум із загальної екології: навч. посібн. Київ: Либідь, 1997. 160 с.
5. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С., Костіков І. Ю. Основи екології: підручник. Київ: Либідь, 2006. 408 с.
6. Бойчук Ю. Д., Солошенко Є. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища: навч. посібн. Суми: ВДТ Університетська книга, 2002. 284 с.
7. Водний кодекс України. м. Київ, 6 червня 1995 року N 213/95-ВР.
8. Вороновский Г. К., Переверзев Н. П. Экология и энергетика. Харьков: Курсор, 2000. 274 с.
9. Гавриленко О. П. Екогеографія України: навч. посібн. Київ: Знання, 2008. 646 с.
10. Географічна енциклопедія України: в 3-х томах / О.М. Маринич. Київ: Українська енциклопедія ім. М.П. Бажана, 1993. 480 с.
11. ГКД 34.02.305-2002 «Викиди забруднювальних речовин в атмосферу від енергетичних установок». Київ: Науково-технічний центр вугільних енерготехнологій, 2002. 36 с.
12. Горелик Д. О., Конопелько Л. А. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов. Москва, 1992. 112 с.
13. Гряник Г. М., Лехман С. Д., Бутко Д. А. Охорона праці. Київ: Урожай, 1994. 272 с.
14. Демина Т. А. Экология, природопользование, охрана окружающей

среды: учебн. пособ. Москва: Аспект Пресс, 1999. 342 с.

15. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць, ДСП-201-97. Київ: МОЗ України, 1996. 48 с.

16. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. ДСП 173-96. Київ: МОЗ України, 1996. 66 с.

17. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. посібн. Київ: Знання, 2006. 319 с.

18. Закон України Про цивільну оборону України, ВРУ, №2974-X11, 1993 р., №555-X1У, 1999р., Київ.

19. Законодавство України про охорону праці: у 4-х т. Т.1. Київ, 1995. 558 с.

20. Запольський А. К., Мешкова-Клименко Н. А., Астрелін І. М. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: підручник. Київ: Лібра, 2000. 552 с.

21. Збірник методик по визначенню шкідливих речовин в газоповітряних сумішах. Київ, Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 1993. 121 с.

22. Звіт по інвентаризації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та розрахунок викидів забруднюючих речовин в приземному шарі атмосферного повітря ПрАТ «Стрий-інжиніринг», 2016. 98 с.

23. 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.

24. Кислый В. Н., Лапин Е. В., Трофименко Н. А. Экологизация управления предприятием. Сумы: ИТД Университетская книга, 2002. 233 с.

25. Клименко Л. П. Техноекология: посібник. Сімферополь: Таврія, 2000. 544 с.

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

27. Коробочка О. М. Інженерна екологія машинобудівних і

- автотранспортних підприємств. Дніпропетровськ: Вид-во ДНТУ, 2002. 98 с.
28. Левицький О. І., Дацко Т. М. Вплив виробничої діяльності ПрАТ «Стрий-інжиніринг» на стан навколишнього середовища. *Студентська молодь і науковий прогрес в АПК: тези доп. Міжнар. студ. наук. форуму.* (Дубляни, 5-7 жовтня 2021 р.). Львів, 2021. С. 15.
29. Луконенко В. Г., Несоленов Г. Ф. Определение антропогенного воздействия производственного процесса на воздушную среду: учеб. пособ. Москва: МПУ, 1997. 68 с.
30. Мазур И. И., Молдаванов О. И. Курс инженерной экологии. Москва: Высшая школа, 2001. 510 с.
31. Методика підрахунку викидів забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок ГКД 34.02.305-2002. Київ, 2002.
32. Носовський Т. А. Основи промислової екології. Київ: ІСДО, 1996. 80 с.
33. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від процесів електрогазозварювання, наплавлення, електро-газорізання та напилювання металів. Київ, 2003. 76 с.
34. Роїна О. А. Законодавство України про екологію. Київ: КНТ, 2005. 488 с.
35. Сакаль Є. В. Географія Стрийщини. Стрий: Щедрик, 2005. 170 с.
36. Скобло Ю. С., Тішенко Л. М, Цапко В. Г. Безпека життєдіяльності. Вінниця: Нова книга, 2002. 368 с.
37. Снакин В. Экология и охрана природы: Словарь-справочник. Москва: Academia, 2000. 384 с.
38. Стадницкий Г. В., Родионов А. И. Экология. Москва: Высшая школа, 1998. 272 с.
39. Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: навч. посібн. Львів: Новий світ-2000, 2004. 256 с.
40. Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух различными производствами (на основе Руководства по инвентаризации выбросов в атмосферу CORINAIR). Донецк: Украинский научный центр технологической экологии, 2001. 178 с.

41. Хилько М. І., Кушерець В. І. Екологічна безпека України: у запитаннях та відповідях. Київ: Знання України, 2006. 144 с.
42. Хлобыстов Е. В. Оценка и моделирование экологической безопасности промышленного производства: Региональный аспект. Київ, 1998. 212 с.
43. Cobb C. L., Agogino A. M., Beckman S. L. and Speer L. *Enabling and Characterizing Twenty-First Century Skills in New Product Development Teams*. International Journal of Engineering Education 24(2) 2008, pp. 420- 433.
44. Franquesa, Josep-Llorenç Cruz, Carlos Álvarez, Fermín Sánchez, Agustín Fernández, And David López. The Social and Environmental Impact of Engineering Solutions: from the Lab to the Real World.
URL: <https://www.researchgate.net/publication/290529671> (дата звернення: 29.07.21).

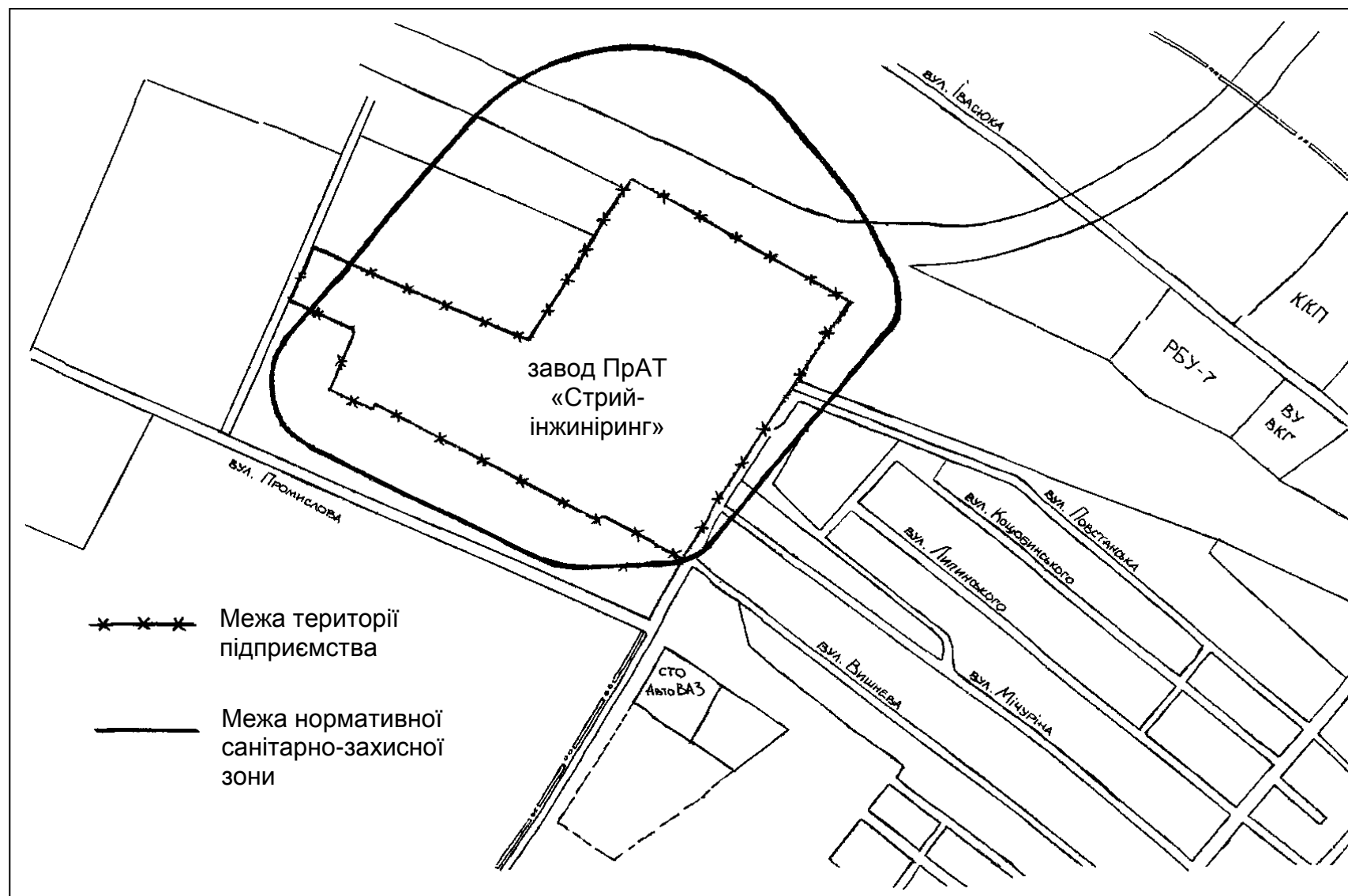


Рисунок А.1 – Схема санітарно-захисної зони заводу ПрАТ «Стрий-інжиніринг»

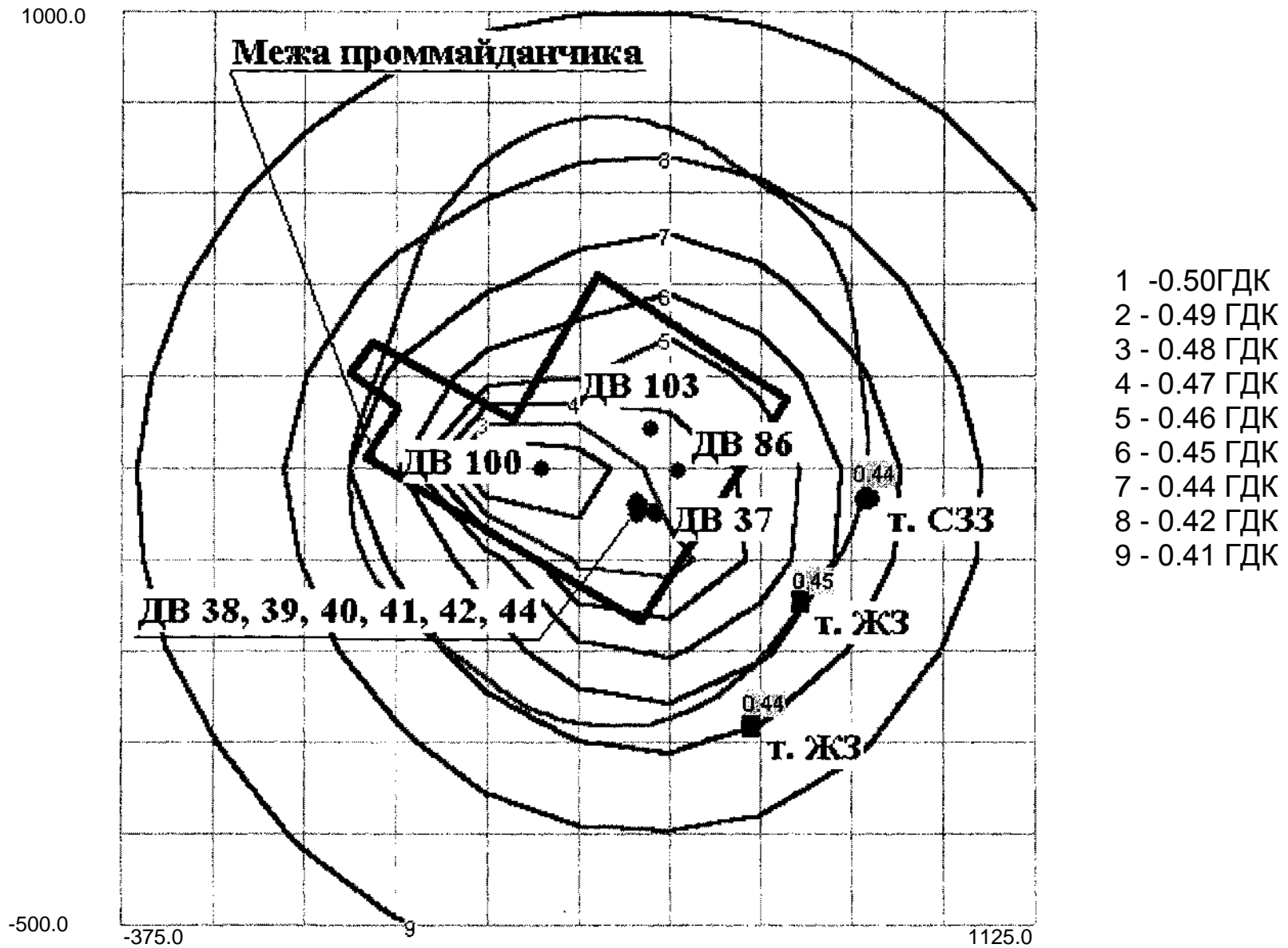


Рисунок А.2 – Схема розсіювання оксиду заліза (в перерахунку на залізо)

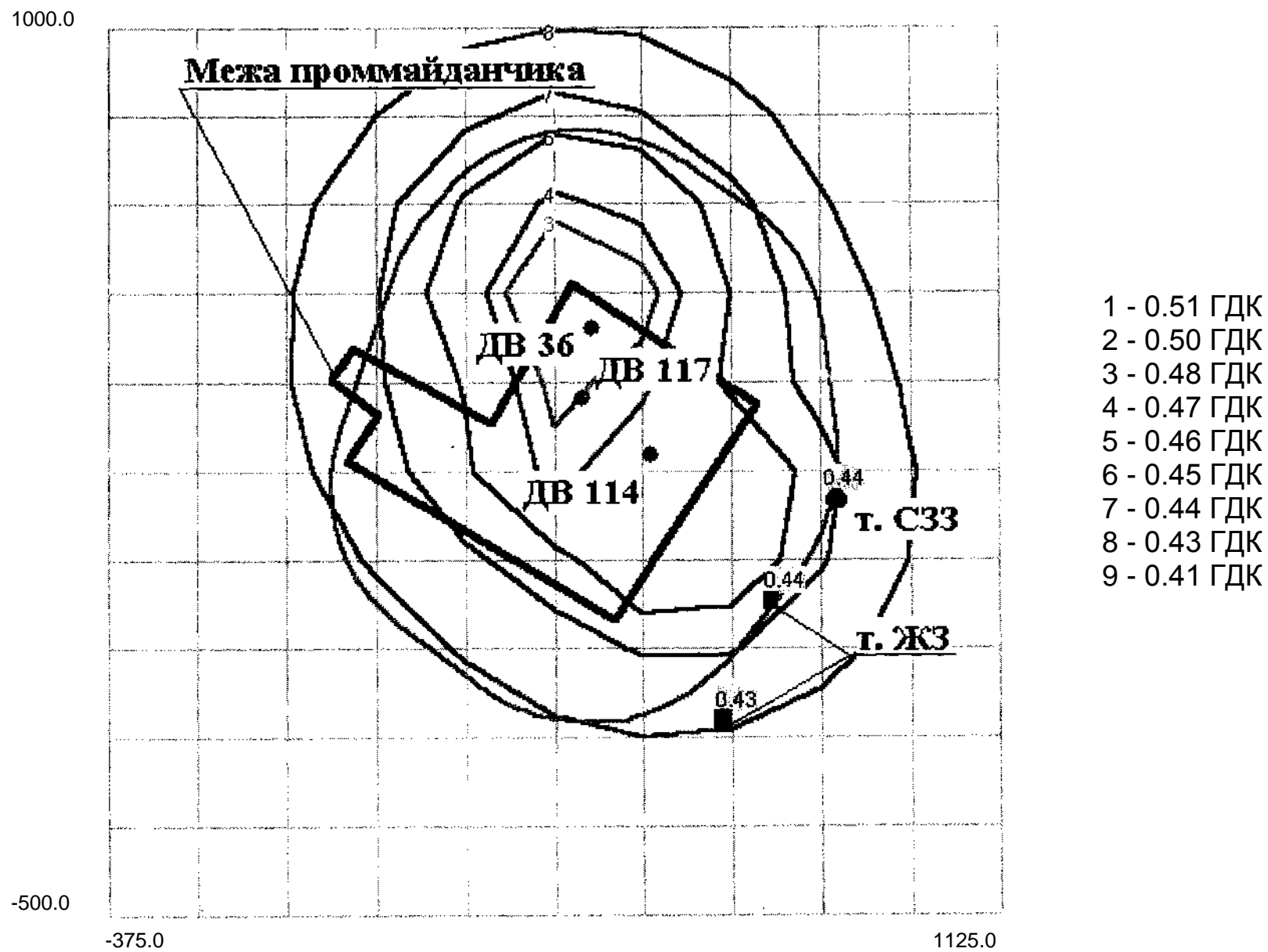


Рисунок А.3 – Схема розсіювання пилу деревини