

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

КАФЕДРА екології

Допускається до захисту

" _____ " _____ 2024 р.

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістр

(рівень вищої освіти)

на тему: «Екологічна оцінка впливу державного підприємства «Ковалівський спиртзавод» на стан атмосферного повітря та розробка науково-обґрунтованих заходів щодо його зменшення».

Виконав студент групи Еко-61
Магійович Іван-Назарій Ігорович

Керівник Наталія КАЧМАР

Консультант Юрій КОВАЛЬЧУК

Львів - 2024

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____
(підпис)

к.б.н., доцент Петро Хірівський

(звання, ступінь, прізвище та ініціали)

« » 202 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Магійович І.Н.І.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Екологічна оцінка впливу державного підприємства «Ковалівський спиртзавод» на стан атмосферного повітря та розробка науково-обґрунтованих заходів щодо його зменшення.»

Керівник роботи: Качмар Н.В. к.с.-г.н., доцент

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

Затверджена наказом по університету від “ 17 ” 02. 2023р. № 30 / к-с

2. Строк подання студентом проекту (роботи) до « 22 » 12. 2023р

3. Вихідні дані до проекту (роботи): звіти по інвентаризації стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин, наукова та навчальна література, правничо-нормативні матеріали.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

ВСТУП

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Вплив атмосферного повітря на стан екосистеми.

1.1.1 Сучасний екологічний стан атмосферного повітря Тернопільської області.

1.2 Вплив виробництва спирту на атмосферне повітря.

2 ОБ'ЄКТ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Загальна характеристика державного підприємства “Ковалівський спиртзавод”.

2.2 Природно-кліматичні умови в зоні розташування досліджуваного об'єкта.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.

3.1 Характеристика підприємства як джерела забруднення атмосфери.

3.2 Інформація про характер та розмір викидів забруднюючих речовин у повітря від постійних джерел.

3.3 Розрахунок викидів забруднюючих речовин від основних джерел.

3.4 Аналіз впливу викидів забруднюючих речовин на стан атмосферного повітря.

3.5 Оцінка відповідності реальних викидів забруднюючих речовин в атмосфері від постійних джерел до існуючих нормативів на викиди.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ І ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ.

4.1 Аналіз стану охорони праці.

4.2 Оптимізація умов санітарії на виробництві, забезпечення безпеки та запобігання пожежам.

4.3 Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
таблиці, рисунки, графіки.

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1,2,3.	Качмар Н.В. , доцент кафедри екології		
4.	Ковальчук Ю.О., доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва АПК		

7. Дата видачі завдання « 14 » 10. 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№п/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	При-мітка
1	Написання вступу та розділу 1. - Огляд літератури.	14.10.22- 27.04.23	
2	Написання розділів 2.- Об'єкт і методика дослідження; та 3.- Результати дослідження.	28.04.23- 23.08.23	
3	Написання розділу 4.- Охорона праці і захист населення. Формування висновків та бібліографічного списку	25.08.23- 22.12.23	

Студент

_____ Магійович І-Н.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ Качмар Н.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

УДК: 502.3:663.52(477.84)

Екологічна оцінка впливу державного підприємства “Ковалівський спиртзавод” на стан атмосферного повітря та розробка науково-обґрунтованих заходів щодо його зменшення. Кваліфікаційна робота. Магійович І-Н.І. Кафедра екології. Дубляни, Львівський НУП, 2024.

77 с. текстової частини, 15 табл., 3 рис., 39 літ. джерел.

У даному дослідженні був проаналізований вплив державного підприємства “Ковалівський спиртзавод” на екологічний стан навколишнього середовища. Детально розглянуті основні джерела викидів токсичних речовин у атмосферне повітря з усіх секторів виробництва. Проведено аналіз та розрахунок потужності викидів від різних джерел, а також вивчено процес розсіювання токсичних речовин, враховуючи метеорологічні умови на території розташування підприємства. Окрім того, була визначена та запропонована оптимальна санітарно-захисна зона для забезпечення безпеки навколишнього середовища в контексті функціонування даного підприємства.

Проаналізовано на підприємстві стан охорони праці, захист населення в умовах надзвичайних ситуацій.

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1 Вплив атмосферного повітря на стан екосистеми.....	8
1.1.1 Сучасний екологічний стан атмосферного повітря Тернопільської області.....	14
1.2 Вплив виробництва спирту на атмосферне повітря.....	19
2 ОБ’ЄКТ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ	22
2.1 Загальна характеристика державного підприємства “Ковалівський спиртзавод”.....	22
2.2 Природно-кліматичні умови в зоні розташування досліджуваного об’єкта.....	32
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	35
3.1 Характеристика підприємства як джерела забруднення атмосфери.....	35
3.2 Інформація про характер та розмір викидів забруднюючих речовин у повітря від постійних джерел.....	38
3.3 Розрахунок викидів забруднюючих речовин від основних джерел.....	41
3.4 Аналіз впливу викидів забруднюючих речовин на стан атмосферного повітря.....	60
3.5 Оцінка відповідності реальних викидів забруднюючих речовин в атмосферу від постійних джерел до існуючих нормативів на викиди.....	61
4 ОХОРОНА ПРАЦІ І ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ	64
4.1 Аналіз стану охорони праці.....	64
4.2 Оптимізація умов санітарії на виробництві, забезпечення безпеки та запобігання пожежам.....	66
4.3 Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій.....	72
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	78

ВСТУП

Актуальність теми. На економічній арені України галузь виробництва алкогольної продукції відіграє важливу роль. В сучасний період вітчизняна спиртова промисловість має потенціал виробляти понад 60 мільйонів декалітрів спирту щорічно. Задача полягає в покращенні якісних характеристик горілки, зниженні її собівартості та підвищенні ефективності переробки. Враховуючи, що всі аспекти виробництва, реалізації та споживання етилового спирту та алкогольних напоїв в Україні піддані державному регулюванню, це стає надзвичайно важливим. Виробництво спирту визначає економічну безпеку та технологічну незалежність країни, що підкреслює важливість дослідження стану та перспектив розвитку підприємств спиртової та лікєро-горілкової промисловості. Це особливо актуально, враховуючи, що діяльність цих підприємств має прямий вплив на фінансову частину бюджету.

Спиртова галузь відзначається своєю ключовою роллю в промисловості, визначаючи розвиток понад 150 різноманітних галузей виробництва. Зазначимо, що це не обмежується лише виробництвом спирту для харчового та медичного вжитку. Важливо відзначити, що спиртова галузь є ключовою складовою сектору паливно-енергетичної промисловості, де вона спеціалізується на виробництві біоетанолу та похідних добавок.

Українські спиртзаводи активно виробляють різноманітні продукти, включаючи етиловий ректифікований та денатурований спирти, сировину для виробництва антисептиків, біоетанол, спирт етиловий-сирець, фракцію головну етилового спирту, сивушне масло та діоксид вуглецю.

Зазначимо, що українські заводи додатково оснащені цехами для виробництва лікєро-горілчанних виробів, що дозволяє їм укладати контракти на виробництво високоякісних алкогольних напоїв. Таким чином, спиртова галузь в Україні є багатогранною і важливою галуззю, яка впливає на різноманіття секторів економіки країни.

Мета роботи полягає в дослідженні взаємодії людини із природою та

соціумом, яка повністю охоплює і промислову екологію, де виявляється вплив промислових підприємств на навколишнє середовище.

Ці взаємодії передбачаються переважно в напрямку, де від промислових підприємств постійно надходять викиди у формі забрудненої стічної води, забрудненого повітря, шуму, вібрацій та інших видів забруднень. Ці викиди негативно впливають на стан ґрунту, водойм, повітря та на живі організми, включаючи людину.

Основним завданням нашого дослідження було знаходження шляхів для зменшення чи повного усунення негативного впливу підприємств спиртової галузі на навколишнє середовище. Ми ставили за мету розробити та запропонувати заходи щодо зменшення впливу цих підприємств на атмосферу та інші компоненти навколишнього середовища.

Наукова новизна. В результаті виконання цієї роботи ми провели аналіз технічного стану об'єктів, що виділяють токсичні речовини, як у випадку організованих, так і неорганізованих джерел викидів на Ковалівському спиртовому заводі. Ми зосередилися на детальному аналізі та надали характеристику цим джерелам викидів, щоб отримати повний обсяг їхнього впливу на навколишнє середовище.

За результатами аналізу, ми розробили конкретні рекомендації, спрямовані на оптимізацію функціонування підприємства спиртової галузі з метою зменшення викидів токсичних речовин в навколишнє середовище. Ці рекомендації враховують найсучасніші технологічні та екологічні підходи, спрямовані на покращення екологічної стійкості підприємства та мінімізацію його впливу на природні ресурси. Мета наших рекомендацій – створити ефективні та сталі практики для управління викидами, забезпечуючи при цьому високий рівень екологічної відповідальності підприємства.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Вплив атмосферного повітря на стан екосистеми

Сучасний розвиток суспільства супроводжується значною кількістю населення і, отже, збільшенням економічних та енергетичних потреб. Великі викиди промислових шкідливих речовин у повітря, викиди газів від автомобілів та використання фреонів в побуті сприяють утворенню парникового ефекту на планеті та зміні клімату загалом.

Стійкий розвиток країни передбачає регулювання всіх галузей діяльності таким чином, щоб економічний зростання сприяло соціальному благополуччю населення, не завдаючи при цьому шкоди довкіллю. Важливо забезпечити, щоб цей розвиток не створював загрози існуванню майбутніх поколінь та не обмежував їх доступ до природних ресурсів.

Атмосферне повітря є важливим елементом навколишнього середовища, стан якого має великий вплив на здоров'я людини. Забруднення повітря негативно впливає на всі живі організми, змушуючи їх шукати чистіше середовище для існування і призводячи до дисбалансу в екосистемах.

Екологічний стан атмосферного повітря, яке ми вдихаємо, визначає наскільки середовище, є чистим і здоровим. Значення екологічного стану атмосферного повітря оцінюється на основі концентрацій різноманітних забруднюючих речовин у повітрі та їхнього впливу на здоров'я людей, екосистем та клімату. Основні аспекти значення екологічного стану атмосферного повітря включають:

Здоров'я населення:

Високий рівень забруднення повітря може викликати ряд захворювань дихальної системи, серцево-судинної системи та інших органів. Зокрема, частки PM_{2.5} та PM₁₀ можуть проникати в дихальні шляхи і викликати проблеми зі здоров'ям.

Вплив на екосистеми:

Забруднення повітря може мати негативний вплив на рослинність, водні екосистеми та інші природні середовища. Оксиди азоту та сірки можуть викликати кислотні дощі, що може завдати шкоди лісам, ґрунтам та водоймам.

Кліматичні зміни:

Деякі гази, такі як вуглекислий газ (CO_2), метан (CH_4) і деякі фторовані сполуки, є парниковими газами, які впливають на парниковий ефект та клімат. Збільшення концентрації цих газів у повітрі може призводити до глобального потепління та інших змін клімату.

Збереження біорізноманіття:

Забруднення повітря може мати прямий чи опосередкований вплив на біорізноманіття, зокрема на великі екосистеми та види, які можуть бути чутливі до змін у якості повітря.

Якість життя та комфорт:

Якість повітря також впливає на загальний комфорт життя. Чисте повітря сприяє здоров'ю та володіє позитивним впливом на фізичне та психічне самопочуття людей.

Регулювання викидів та сталий розвиток:

Моніторинг та контроль за рівнями забруднюючих речовин у повітрі дозволяють вживати заходів для зменшення викидів та покращення екологічного стану повітря, сприяючи сталому розвитку. Забезпечення чистого та здорового повітря є ключовим завданням для забезпечення сталого розвитку, збереження здоров'я та збереження природних ресурсів. Моніторинг, аналіз та прийняття ефективних заходів контролю за забрудненням допомагають забезпечити належний екологічний стан атмосферного повітря.

Однією з ключових складових природного оточення, необхідного для життя людини, є атмосферне повітря. З цією метою був прийнятий Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” [12], спрямований на відновлення, збереження та покращення стану атмосферного повітря. Закон розкриває організаційні та правові основи, а також встановлює екологічні вимоги у сфері використання та охорони атмосферного повітря.

Згідно зі статтею 1, основною метою Закону є комплексний вплив на атмосферне повітря, спрямований на забезпечення раціональних умов експлуатації повітря, як для підтримання законності та правопорядку, так і для відповідності виробничим вимогам.

Постановою Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 року №827 [23] були внесені зміни, які затвердили порядок проведення державного моніторингу. Згідно з цими змінами, обласні державні адміністрації та органи виконавчої влади повинні мати спеціальний структурний підрозділ, який виконуватиме функції органу управління якістю атмосферного повітря і надаватиме інформацію вищим органам влади.

Крім того, відповідно до постанови, має утворюватися комісія, що буде відповідати за питання моніторингу та подавати Міністерству енергетики та захисту довкілля програму державного моніторингу в напрямку атмосферного повітря для її подальшого погодження.

У сфері охорони атмосферного повітря здійснюється нормативне регулювання та екологічна стандартизація, яка визначає комплекс обов'язкових правил, норм і вимог, спрямованих на захист від негативного впливу біологічних, фізичних факторів та загального забруднення. Це також сприяє забезпеченню екологічної безпеки. У контексті оцінки стану атмосферного повітря визначаються лише нормативи екологічної безпеки, які приймаються в абсолютних значеннях. Сутність цих нормативів полягає в встановленні максимально допустимих концентрацій забруднюючих речовин у повітрі та гранично допустимих рівнів електромагнітного, акустичного, іонізуючого, біологічного і фізичного впливів, розрахованих на людей та об'єкти природного середовища.

Для різних типів технологічних процесів, споруд, устаткування чи об'єктів встановлюються індивідуальні граничні нормативи викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря. Спрямування цих нормативів визначається часом розробки та введення в експлуатацію конкретного обладнання чи технології, а також враховує економічну доцільність та наукові

розробки. Результатом є регламенти втрат і використання сировини, нормативи для різних видів технологічного та іншого обладнання і вимоги до запуску технологічного процесу. Для пересувних джерел встановлюються нормативи, основані на вмісті забруднюючих речовин у відпрацьованих газах. Розробка та ухвалення цих нормативів належать до компетенції Міністерства охорони навколишнього природного середовища України та Міністерства охорони здоров'я України.

Підприємства та організації, які мають викиди в атмосферне повітря в результаті технологічних процесів, повинні дотримуватися вимог Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища”. Це включає організацію заходів організаційно-господарського або технічного характеру, вказаних у дозволах на викиди забруднюючих речовин та іншого негативного впливу, а також розробку плану заходів у випадку негативних метеорологічних умов та аварійних ситуацій для ефективної ліквідації наслідків забруднення атмосферного повітря (рис 1.1).

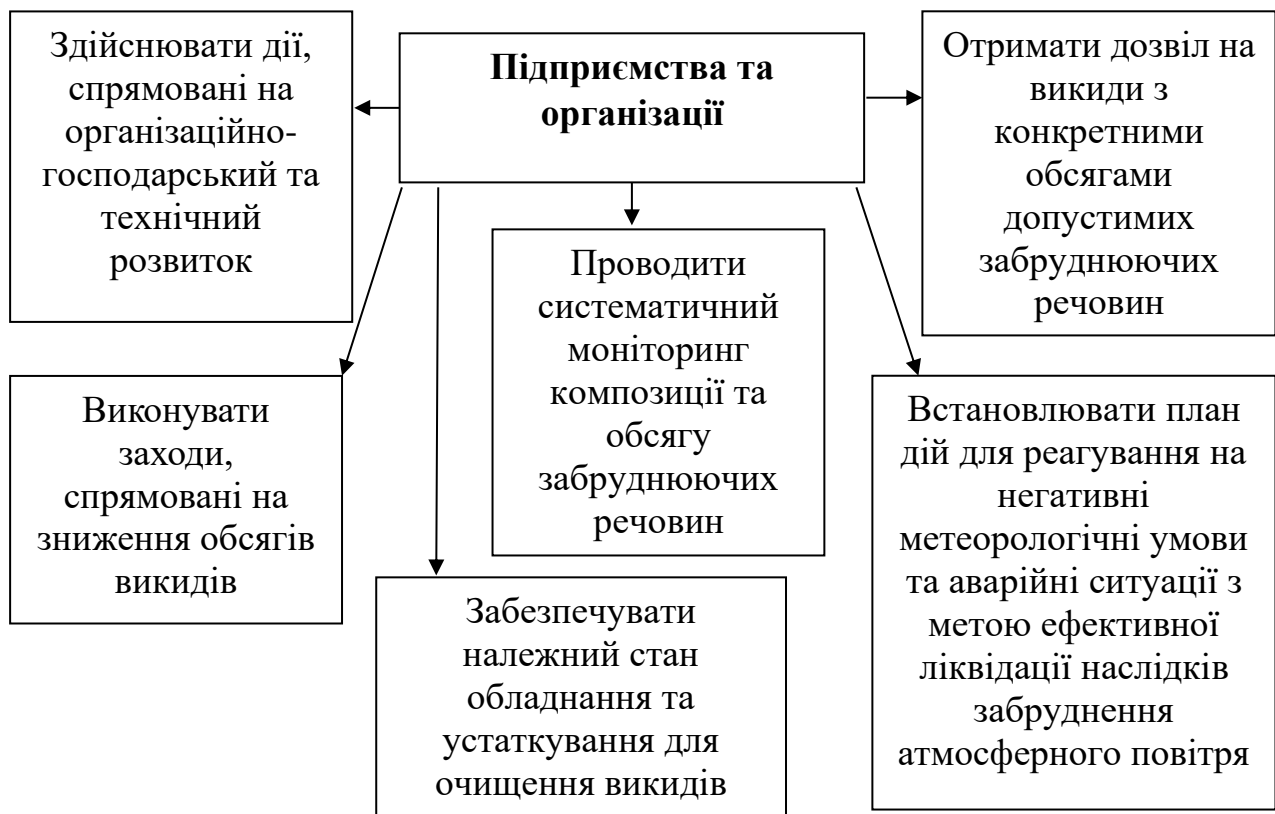


Рисунок 1.1 – Обов’язки підприємств та організацій.

Екологічний стан атмосферного повітря – це оцінка якості повітря в певній місцевості з урахуванням різних забруднюючих речовин, таких як викиди від промислових підприємств, транспортних засобів, сільськогосподарської діяльності тощо. Цей стан може визначати рівень концентрації різних газів і часток у повітрі, таких як оксиди азоту, сірки, вуглецю, аміак, пил та інші.

Гази, дрібні частки і рідкі речовини забруднюють атмосферне повітря, негативно впливаючи на живі організми.

Забруднення атмосферного повітря може виникати внаслідок різноманітних джерел і мати негативний вплив на здоров'я людей, екосистеми та клімат (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Джерела забруднення атмосферного повітря.

Природні джерела забруднення атмосферного повітря включають пилові бурі, виверження вулканів та космічний пил. Продуктами природного забруднення є неорганічні речовини, такі як гірські породи, частинки ґрунтів, попіл, сіль і інші компоненти. У повітрі також містяться різноманітні органічні домішки, спричинені життєдіяльністю організмів, такі як вуглеводні спирти,

органічні кислоти, ефіри і альдегіди. Атмосферні хімічно активні газоподібні продукти отримали назву атмовітамінів і використовуються для життєвих потреб багатьма організмами, тоді як органічні речовини, які впливають негативно на бактерії, мікроорганізми і гриби, отримали назву фітонцидів.

Щорічно в атмосферу потрапляє приблизно від 0,700 до 1,5 мільярдів тон морських солей, 7-700 мільйонів тон ґрунтового пилу та 35-360 мільйонів тон аерозолів внаслідок лісових пожеж. Загальна кількість природних аерозолів, що потрапляють в атмосферу, оцінюється приблизно в 2,3 мільярди тон. На щастя, природні джерела забруднення не викликають суттєвих змін у складі повітря та не перевищують гранично допустимих концентрацій. Лише інтенсивне поширення забруднення на обмеженій території, таке як викиди попелу і газів вулканами чи лісові та степові пожежі, може призвести до серйозного забруднення повітря. Ці явища можуть впливати на тепловий баланс Землі, але, в цілому, вони регулюються біологічними законами і проявляються періодично.

Антропогенне забруднення, спричинене людською діяльністю, включає викиди в атмосферу хімічних речовин, твердих частинок та біологічних матеріалів. Річні викиди в атмосферу включають більше 15 мільярдів тон вуглекислого газу, 200 мільйонів тон оксиду вуглецю, понад 500 мільйонів тон вуглеводнів, 120 мільйонів тон золи та інших речовин [33].

Загальний обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферу становить понад 19 мільярдів тон. Розподіл вагомості різних секторів промисловості та транспорту в цьому загальному обсязі забруднення атмосфери відображається у відсотках: теплова енергетика – 25,7; чорна металургія – 23,4; нафтовидобувна і нафтохімічна – 13,7; транспорт – 11,6; кольорова металургія – 11,1; гірничодобувна – 7,1; підприємства будівельного комплексу – 3,4; машинобудування – 2,8; інші галузі – 1,2 [33].

Вчені, що досліджують екологічний стан атмосферного повітря, зазвичай описують такі основні аспекти:

Концентрація забруднюючих речовин: Вони вивчають рівні різних забруднюючих речовин у повітрі, таких як оксиди азоту, сірки, вуглецю,

аерозолі та інші. Це дозволяє визначити ступінь забруднення та вплив на якість повітря.

Джерела забруднення: Вчені вивчають джерела викидів, такі як промислові підприємства, транспорт, сільське господарство, інші людські діяльності, які призводять до забруднення повітря. Це важливо для розробки стратегій зменшення викидів.

Вплив на здоров'я та екосистеми: Дослідження включають аналіз впливу забруднюючих речовин на здоров'я людей і екосистеми. Вони досліджують можливі наслідки для дихальної системи, водних ресурсів, ґрунтів та біорізноманіття.

Кліматичний вплив: Деякі забруднюючі речовини, такі як парникові гази, впливають на клімат. Вчені досліджують взаємозв'язок між забрудненням повітря та змінами клімату.

Моніторинг імисій та транспорту забруднень: Вчені вивчають рух забруднень в атмосфері, включаючи транспорт імисій великих відстаней, що може призводити до глобального або регіонального забруднення [18; 25; 32].

Описи цих аспектів допомагають розуміти поточний стан атмосферного повітря, розробляти стратегії для його поліпшення та приймати науково обґрунтовані рішення для збереження навколишнього середовища.

1.1.1 Сучасний екологічний стан атмосферного повітря

Тернопільської області

Тернопільська область, одна з невеликих областей України, має площу 13,8 тис. км², що становить 2,3% загальної території країни. Розташована в західній частині України між 24°44' і 26°44' східної довготи та 48°30' і 50°16' північної широти. Крайні точки області – с. Дуляби на заході, с. Окопи на сході, с. Переморівка на півночі і с. Білівці на південному заході. Тернопільщина межує з Рівненською, Львівською, Івано-Франківською, Чернівецькою та Хмельницькою областями України. На сході межує з рікою Збруч, на півдні та

південному заході – з рікою Дністер, а на північному заході – з Кременецьким горбогір'ям.

Тернопільщина входить до категорії регіонів з відносно стабільною екологічною ситуацією. Однак серед найактуальніших проблем області знаходиться забруднення водних об'єктів від стічних та забруднених стоків. Підприємства, що займаються транспортуванням газу та спалюванням палива, відзначаються найвищими обсягами викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Зокрема, підприємства Тернопільського, Гусятинського, Чортківського та Кременецького районів мають найбільший вплив на валові викиди забруднюючих речовин в атмосферу [28; 33].

На даний момент складно оцінити зміни обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря за 2021-2022 роки порівняно з попереднім роком. Це пов'язано з відсутністю даних, згідно з інформацією Головного управління статистики у Тернопільській області. Згідно з Законом України “Про захист інтересів суб'єктів подання звітності та інших документів у період дії воєнного стану або стану війни” [6; 11], статистична та фінансова звітність може бути подана респондентами до органів державної статистики протягом трьох місяців після припинення чи скасування воєнного стану або стану війни, за весь період якого не подавалася звітність.

Динаміку викидів в атмосферне повітря представимо в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Динаміка викидів в атмосферне повітря

Роки	Викиди в атмосферне повітря, тис. т			Щільність викидів у розрахунку на 1 км ² , кг	Обсяги викидів у розрахунку на 1 особу, кг	Обсяг викидів на одиницю ВРП, тис. т/ 1 млрд грн
	Всього	у тому числі				
		стаціонар- ними джерелами	пересув- ними джерелами			
2018	42,9	10,2	32,7	3104	40,9	0,9
2019	42,0	9,4	32,6	3037	40,2	0,7
2020	41,6	9,5	32,1	3005	40,2	*
2021	39,4	8,3	31,1	2852	38,4	0,5
2022	*	*	*	*	*	*

В таблиці 1.2 покажемо основних забруднювачів атмосферного повітря в Тернопільській області.

Таблиця 1.2 – Основні забруднювачі атмосферного повітря (тон)*

№ з/п	Підприємство - забруднювач	Валовий викид, т		
		2020 р.	2021 р.	2022 р.
1	ПАТ „Укртрансгаз” філія УМГ „Черкаситрансгаз” Барське ЛВУМГ Гусятинська газокомпресорна станція	930,9	403,7	707,3
2	ТОВ “Бучачагрохлібпром”	327,9	338	420,2
3	ДП „Кременецьке управління з постачання та реалізації газу”	788,1	397,7	834,2
4	ПАТ „Укртрансгаз” філія УМГ „Львівтрансгаз” Тернопільське лінійне виробниче управління магістральних газопроводів	1382,6	*	*
5	ТОВ “Радехівський цукор” (Чортківське МПД)	256,2	*	*
6	ТОВ “Радехівський цукор” (Хоростківське МПД)	320,5	*	*
7	ПАП “Агропродсервіс”	269,0	557,1	647,0
8	СГ ТОВ “Поділля”	198,3	*	*

*за інформацією Головного управління статистики у Тернопільській області, дані за 2021-2022 роки відсутні, так як відповідно до Закону України „Про захист інтересів суб’єктів подання звітності та інших документів у період дії воєнного стану або стану війни” статистична та фінансова звітність може подаватися респондентами до органів державної статистики протягом трьох місяців після припинення чи скасування воєнного стану або стану війни за весь період неподання звітності [6].

Що стосується проблем транскордонного забруднення повітря, то вони розв’язуються через укладання міжнародних угод, таких як Конвенція про транскордонне забруднення повітря на великі відстані та її протоколи. Ці угоди передбачають заходи з попередження, скорочення, готовності та ліквідації наслідків транскордонного забруднення повітря, а також зменшення та контроль цього явища. Однією з ключових умов ефективної боротьби з транскордонним забрудненням повітря є наявність достовірної та повної інформації щодо стану навколишнього середовища та руху забруднюючих речовин. У 2021-2022 роках управління екології та природних ресурсів Тернопільської облдержадміністрації не отримувало інформації про рух забруднених потоків повітряних мас.

Основним джерелом забруднення атмосферного повітря в області є викиди вихлопних газів від автотранспорту, що виникає через зростання

кількості транспортних засобів. Спостерігається інтенсивний транспортний рух в центральних частинах міст та на вулицях населених пунктів. У зимовий період атмосферне повітря забруднюється викидами від котелень опалювальної системи, приватних будинків та індивідуальних опалювальних систем комунальних квартир.

Хімлабораторія Тернопільського обласного центру з гідрометеорології проводить постійний лабораторний контроль за станом атмосферного повітря на транспортних розв'язках з інтенсивним рухом та в зонах відпочинку м. Тернополя. Зокрема, цей контроль здійснюється на двох стаціонарних постах – ПСЗ №1 (перехрестя вулиць Бродівської і Збараської) і ПСЗ №2 (перехрестя вулиць Живова і Микулинецької). Аналізуючи результати за 2022 рік, можна констатувати, що найбільше забруднення пилом в місті було зафіксовано у серпні (1,1 ГДК).

Оцінюючи забруднення атмосферного повітря діоксидом азоту, можна відзначити, що найвищий рівень його концентрації в місті був зафіксований у січні (1,6 ГДК).

Щодо формальдегіду варто відзначити, що його найвища концентрація, яка була в 1,5 раза вища за ГДК, спостерігалася у серпні.

Оксиду вуглецю, максимальна концентрація цієї речовини була в січні, липні і серпні, і становила 0,9 ГДК

Відносно оксиду азоту слід відзначити, що його найвища концентрація, що була у 0,6 раза вища за ГДК, зафіксована в січні та серпні.

Максимальна концентрація діоксиду сірки була у серпні і становила 0,2 ГДК.

Мінімальний рівень забруднення відзначався у листопаді, коли індекс забруднення атмосфери (ІЗА) склав 3,06, що можна пояснити конкретними метеорологічними умовами.

Середньорічні концентрації забруднюючих речовин у міському повітрі виражені у відношенні до ГДК наступним чином: щодо формальдегіду – 0,97 (0,85 ГДК за 2020 рік), щодо пилу – 0,60 (0,77 ГДК за 2020 рік), щодо діоксиду

азоту – 1,33 (1,33 ГДК за 2020 рік), щодо оксиду азоту – 0,49 (0,5 ГДК за 2020 рік), щодо оксиду вуглецю – 0,76 (0,7 ГДК за 2020 рік), та щодо діоксиду сірки – 0,10 (0,11 ГДК за 2020 рік) [33].

У порівнянні з 2020 роком, концентрація формальдегіду та оксиду вуглецю трошки зросла, але це зміни не є значущими. Водночас, відзначається зменшення середньорічної концентрації пилу, оксиду азоту, оксиду вуглецю та діоксиду сірки. Позитивним є те, що не було зафіксовано високих чи екстремально високих рівнів забруднення повітря у місті.

У 2021 році на території Тернопільської області було проведено дослідження атмосферного повітря в міських та сільських населених пунктах, в ході якого було взято 3618 проб. З цієї кількості 141 проба (або 3,9%) мала перевищення гранично-допустимих концентрацій.

Специфічно для міських населених пунктів проведено 1852 вимірювань, з яких 135 проб (7,3%) виявили перевищення гранично-допустимих концентрацій. Щодо сільських населених пунктів, у них було проведено 1766 вимірювань, і лише 3 проби (0,2%) мали перевищення гранично-допустимих концентрацій.

У 2021 році в міських та сільських населених пунктах було проведено дослідження якості повітря на вміст пилу, взявши 864 проби. З цієї кількості, 63 проби (або 7,3%) на вміст пилу мали перевищення гранично-допустимих концентрацій. Щодо азоту діоксиду, з 818 проб, 51 (6,2%) перевищували гранично-допустимі концентрації.

Щодо оксиду вуглецю, 21 проба (3,8%) з 548 мала перевищення ГДК. На формальдегід було взято 192 проби, на аміак – 427, на ангідрид сірчистий – 200, на феноли і його похідні – 102, і в жодному випадку не було виявлено перевищень гранично-допустимих концентрацій.

В усіх випадках, де було виявлено перевищення гранично-допустимих концентрацій, фахівці Державної установи “Тернопільський обласний центр контролю та профілактики захворювань МОЗ України” надавали відповідні

рекомендації з метою покращення якості атмосферного повітря в населених пунктах області.

Радіаційна небезпека в області відповідно до Паспорту ризику для виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру відсутня, і на території області взагалі немає об'єктів ядерно-паливного циклу. Стан радіаційної ситуації в області оцінювався щоденно на основі результатів спостережень пунктів мережі спостереження і лабораторного контролю (МСЛК), розташованих у містах Бережани, Кременець, Тернопіль, Чортків. Протягом 2020-2022 років спостереження за радіаційним станом виконувалися регулярно і з високою якістю.

Для проведення спостережень використовувалися дієві та вчасно повірені в Укрметртестстандарті прилади, зокрема ДРГ-0,1Т, ДБГ-0,6Т та МКС-0,5 “Терра”. Усі пункти Мережі спостереження і лабораторного контролю (МСЛК) перевірялись на рівні гамма-фону, які не перевищували природного рівня.

Радіаційна ситуація протягом року піддавалася природним коливанням в межах звичайного щорічного циклу: рівні гамма-фону надавали мінімальне збільшення у весняно-літній період і зменшення в осінньо-зимовий період.

Радіоекологічний стан Тернопільської області визнається як безпечний. Природний радіаційний фон на території області знаходиться в діапазоні 7-15 мкР/год. Важливо відзначити, що радіаційно-небезпечних об'єктів в області немає. Однак у 10 населених пунктах Чортківського району встановлено посилений радіоекологічний контроль через наслідки Чорнобильської катастрофи.

1.2 Вплив виробництва спирту на атмосферне повітря

Етиловий спирт представляє собою ключовий продукт, який має широкий спектр використання як у харчовій, хімічній, електротехнічній, парфумерній та інших галузях промисловості. У сфері медицини його використовують як засіб для дезінфекції. Етиловий спирт також служить основою для виробництва

різних напоїв, таких як горілка, настойки, лікери, а також використовується для підвищення міцності виноградних вин. Він міститься в коньяках, винах, пиві, наливках та інших напоях. Невеликий обсяг спирту застосовується в хімічній, машинобудівній, автомобільній та інших сферах промисловості, а також в галузі ветеринарії і фармації. Види продукції спиртової галузі покажемо на рисунку 1.3.

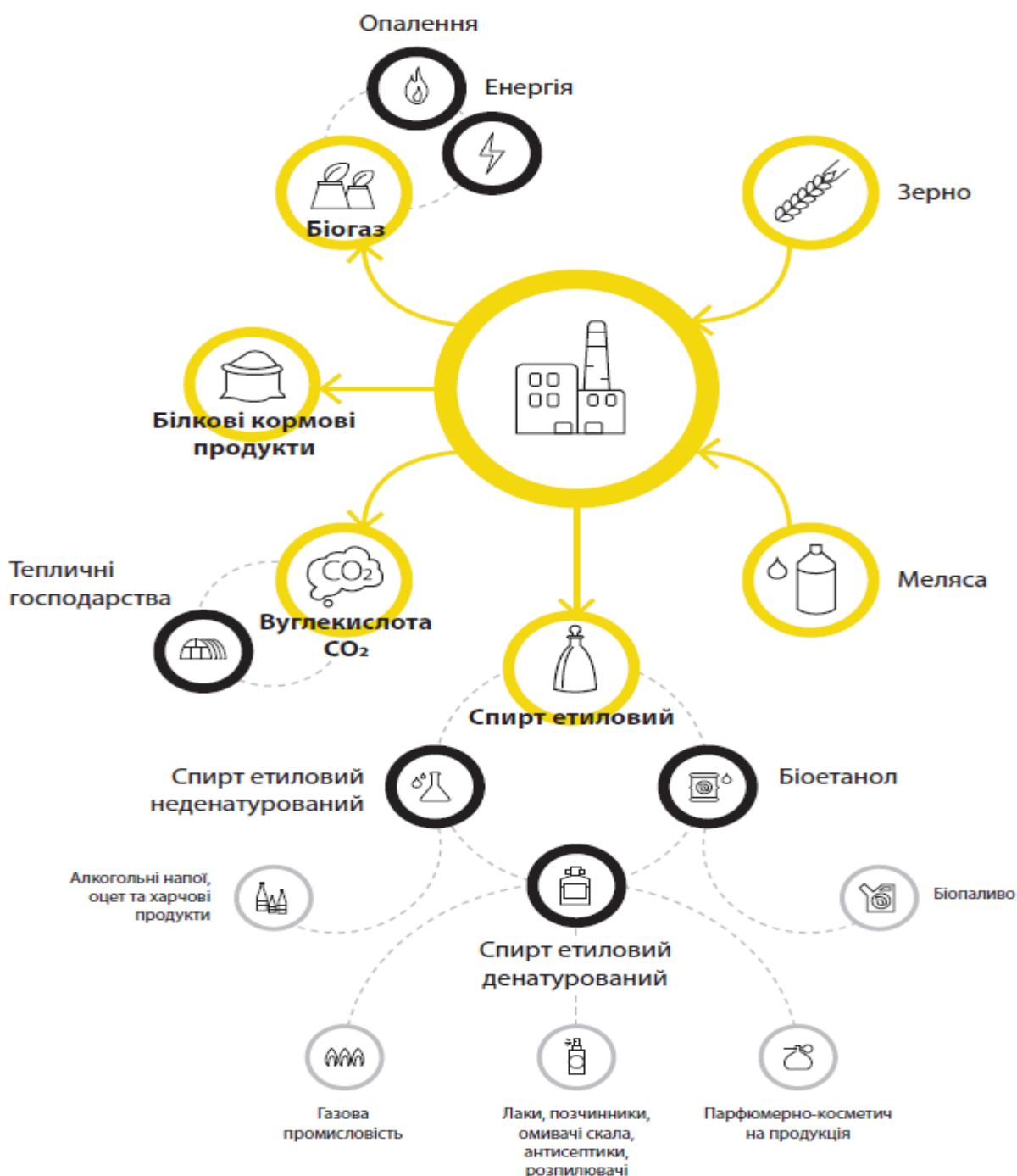


Рисунок 1.3 – Види продукції спиртової галузі [24].

Виробництво спирту може мати значний вплив на атмосферне повітря через ряд хімічних і фізичних процесів, які відбуваються на різних етапах виробництва. Нижче розглянуті деякі з основних аспектів впливу виробництва спирту на атмосферне повітря:

Викиди парникових газів:

Діоксид вуглецю (CO_2): Під час ферментації сировини для виробництва спирту вивільнюється CO_2 . Хоча цей газ є природним компонентом атмосфери, але великі обсяги викидів можуть призводити до збільшення концентрації CO_2 , що сприяє парниковому ефекту і глобальному потеплінню.

Метан (CH_4): У деяких виробництвах спирту може виділятися метан, який також є потужним парниковим газом.

Забруднення повітря токсичними речовинами: Летючі органічні речовини (ЛОР): Виробництво спирту може супроводжуватися викидами ЛОР, таких як ацетальдегід та інші органічні сполуки, які можуть бути токсичними та мати негативний вплив на якість повітря.

Аміак та сірководень: Деякі процеси виробництва можуть виділяти аміак та сірководень, які також є потенційно шкідливими речовинами для атмосферного повітря.

Енергетичні споживання: Використання енергії: Велика кількість енергії потрібна для виробництва спирту. Якщо ця енергія виробляється з використанням неекологічних джерел, таких як вугілля або нафта, це може вести до викидів шкідливих речовин у атмосферу.

Водяний обмін: Використання води: Виробництво спирту може вимагати великих обсягів води для процесів охолодження та інших технологічних операцій. Водяні викиди та забруднення можуть впливати на якість водойм та екосистем в околиці.

Зменшення негативного впливу виробництва спирту на атмосферне повітря може включати в себе впровадження екологічно чистих технологій, оптимізацію використання ресурсів та перехід до виробництва спирту з використанням біоресурсів та відновлюваних джерел енергії.

2 ОБ'ЄКТ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Загальна характеристика державного підприємства “Ковалівський спиртзавод”

Державне підприємство “Ковалівський спиртовий завод” – це виробничий об'єкт, заснований 25 грудня 1991 року і розташований в селі Ковалівка, Монастириського району Тернопільської області, Україна [37].

Статус: Державне підприємство – це підприємство, яке належить та контролюється державою.

Дане підприємство відіграє важливу роль у виробництві етилового спирту та внесенні у розвиток економіки регіону.

Нижче наведено основні характеристики цього підприємства:

Локація: Розташований на промисловому майданчику в селі Ковалівка, що сприяє зручній організації виробництва.

Межі: Західна сторона межує з городами та житловою забудовою, південна сторона також межує з городами та житловою забудовою, з півночі межує – з городами та житловою забудовою, східна межа – з річкою.

Основний вид діяльності:

11.01 Дистиляція, ректифікація та змішування спиртних напоїв.

Інші види діяльності:

46.19 Діяльність посередників у торгівлі товарами широкого асортименту;

11.07 Виробництво безалкогольних напоїв, виробництво мінеральних вод та інших вод, розлитих у пляшки.

Головна сфера діяльності – виробництво етилового спирту.

Річний обсяг виробництва становить 970 тисяч далл.

ДП “Ковалівський спиртзавод” є потужним підприємством, яке активно впроваджує нові технології, збільшує обсяг виробництва та покращує якість продукції. Працюючи над комплексною механізацією та автоматизацією виробничих процесів, комп'ютеризацією діловодства та бухгалтерського обліку,

підприємство також розширює ринок збуту готової продукції. Асортимент виробленої продукції включає спирт етиловий умовний, спирт етиловий ректифікований, сивушні масла та головну фракцію (ефіри). Основним видом продукції, яку виробляє завод, є спирт етиловий ректифікований.

Ковалівський спиртзавод для проведення виробничого процесу здійснює закупівлю сировини, такої як зерно (жито, пшениця, ячмінь, просо) та меляса, в різних областях України. Кожна партія сировини, яка надходить на завод, супроводжується сертифікатом якості від постачальника. Додатково, виробнича лабораторія здійснює вхідний контроль сировини щодо відповідності вимогам нормативної документації щодо вологості та засміченості.

Отримане зерно, пройшовши всю технологічну схему виробництва спирту, направляється в спиртосховище. Приймання, зберігання та відпуск спирту здійснюється відповідно до вимог “Інструкції по прийманню, зберіганню, відпуску, транспортуванню та обліку етилового спирту”.

Готова продукція заводу відвантажується в більшість областей України відповідно до контрактів та нарядів Державного агентства з контролю за обігом алкогольних напоїв та товарів (ДААК) Державної податкової адміністрації України.

У процесі виробництва спирту використовуються ключові сектори виробництва, виробничі та технологічні процеси, а також технічне обладнання:

1. Виробництво:

Установки для згоряння потужністю менше 50 МВт (котлоагрегати).

Допоміжне стаціонарне обладнання.

Зварювання металів.

2. Виробничі процеси (стаціонарні джерела):

Зберігання неорганічних хімічних продуктів.

Виробництво міцних спиртних напоїв.

Інше (включаючи виробництво волокнистого азбесту).

Машинобудування (механічна обробка металу).

Переробка продукції сільського господарства.

3. Добування та розподіл вугільного палива та геотермальної енергії включає в себе наступні аспекти:

Інші методи транспортування та зберігання, включаючи використання трубопроводів.

Станції обслуговування, що охоплюють заправку автомобілів та інші об'єкти з обслуговування.

У ході технологічних процесів виробництва спирту взаємодіють різноманітні виробничі дільниці, які відіграють ключову роль у формуванні викидів забруднюючих речовин. Серед них можна виділити такі важливі відділення:

- ✓ розмольне відділення;
- ✓ відділення для варіння;
- ✓ дріжджово-бродильні відділення;
- ✓ ректифікаційне відділення;
- ✓ місця зберігання спирту;
- ✓ відділення приймання та відпуску спирту;
- ✓ котельня, паливна;
- ✓ механічна майстерня;
- ✓ місце електрозварювання та газорізання.

Ці відділення не лише визначають етапи виробництва, але й є джерелами викидів шкідливих речовин, що потребують контролю та заходів для зменшення впливу на навколишнє середовище.

Технологічний процес виробництва спирту включає кілька ключових етапів, кожен із яких виконує свою специфічну роль у створенні високоякісного етилового спирту. Основні етапи технологічного процесу виробництва спирту включають:

Приготування сировини:

- збір та транспортування сировини, зазвичай це може бути цукровий сироп, зерно, чи інші рослинні матеріали, що містять цукри;
- перевірка якості сировини та її підготовка до подальшого використання.

Розмольний процес:

- розмелювання сировини для створення великої поверхні для подальшого контакту з ферментами;

Спиртогенез (бродіння):

- взаємодія сировини з дріжджами для перетворення цукрів у спирт та вуглекислоту;
- контроль температури та інших умов для оптимального проходження бродіння.

Ректифікація:

- дистиляція отриманого спирту для підвищення його чистоти та видалення забруднень;
- фракційна ректифікація для отримання високоякісного етилового спирту.

Зберігання та розливка:

- тимчасове зберігання спирту в спеціальних резервуарах чи спиртосховищах;
- розливка готового продукту в контейнери для подальшого використання чи продажу.

Управління відходами:

- обробка та відновлення відходів, що виникають під час виробництва, з метою зниження впливу на довкілля.

Технологічний процес виробництва спирту піддавався постійному вдосконаленню з метою ефективності, безпеки та відповідності екологічним стандартам.

Основною продукцією, яку виробляє Ковалівський спиртзавод, є етиловий спирт-сирець та спирт етиловий ректифікований. У процесі спиртовиробництва через перегонку (виділення етилового спирту разом з леткими домішками з дозрілої бражки) отримують спирт-сирець.

Спирт-сирець повинен відповідати певним вимогам: мати прозорий вигляд, бути без сторонніх частин, мати безбарвний колір і мати характерний

смак та запах для спирту-сирцю, виробленого з відповідної сировини, і без присмаку чи запаху сторонніх речовин. Вміст етилового спирту (міцність) в спирті-сирці повинен бути не менше 88% об.

Спирт-сирець містить приблизно 0,5% різних домішок та до 50 різних речовин. За хімічним складом їх можна класифікувати на групи, такі як спирти, альдегіди, ефіри і кислоти.

На виробництві здійснюється ректифікація спирту, яка є процесом очищення спирту-сирцю від домішок.

Домішки в спирту-сирці класифікуються на три групи (див. таблицю 2.1): головні, хвостові та проміжні. Домішки вважаються головними, якщо вони леткіші за етиловий спирт, і температура їх кипіння нижча, ніж у етилового спирту.

До головних домішок відносяться, наприклад, оцтовий альдегід, мурашино-етиловий ефір, оцтово-етиловий ефір і інші.

Хвостові домішки вважаються менш леткими за етиловий спирт, і температура їх кипіння вища, ніж у етилового спирту.

До хвостових домішок відносяться, наприклад, пропіловий, ізопропіловий, ізобутиловий, аміловий, ізоаміловий спирти та інші. Деякі хвостові домішки нерозчинні у воді та мають маслянистий вигляд, тому їх також називають сивушним маслом.

Проміжні домішки можуть бути класифіковані як головні чи хвостові в залежності від умов перегонки. До них відносяться, наприклад, ізомаляноетиловий і ізовалеріаноетиловий ефіри.

Вміст домішок у спирті-сирці повинен відповідати нормам, які подані в таблиці 2.1.

Ефіро-альдегідна фракція представляє собою розчин спирту, що містить основні домішки, такі як оцтовий альдегід, метиловий спирт і складні ефіри карбонових кислот. Склад цієї фракції значно варіюється в залежності від виду використовуваної сировини, конструкції брагоректифікаційних апаратів і методу відбору. Згідно з технічними вимогами, ефіро-альдегідна фракція

повинна мати наступні характеристики: прозора рідина без осаду та чужорідних частинок, безбарвний колір або злегка жовта або зеленувата відтінок, запах ефірів, мінімальна міцність не менше 92% обсягу.

Таблиця 2.1 – Граничний вміст домішок в спирті-сирці

Домішки	Норма для спирту-сирця (зерно)
Кількість альдегідів (виражена у мг/л оцтової кислоти) у безводному спирті не повинна перевищувати вказаного значення	300
Кількість ефірів (виражена у відсотках відносно оцтово-етилового спирту) в безводному спирті не перевищує мг/л.	500
Кількість сивушного масла, виражена у мг/л безводного спирту і перерахована на суміш ізоамілового і ізобутилового спиртів у співвідношенні 3:1, не перевищує вказаного значення.	5000
Кількість метилового спирту, виражена у відсотках відносно безводного спирту, не перевищує вказаного значення.	0,13

Вміст кислот (в перерахунку на оцтову кислоту) не перевищує 1 г/л безводного спирту, складні ефіри (в перерахунку на оцтово-етиловий ефір) не перевищують 30 г/л безводного спирту, вміст альдегідів не перевищує 1,0% обсягу на безводний спирт, а вміст метилового спирту не перевищує 1,5% обсягу на безводний спирт.

Ефіро-альдегідну фракцію використовують у виробництві лакофарб, для отримання денатурованого спирту або піддають перегонці для отримання технічного етилового спирту.

Сивушне масло представляє собою комбінацію граничних вищих спиртів: ізоамілового, ізобутилового і н-пропілового. Склад сивушного масла залежить від типу використовуваної сировини, технологічного режиму переробки і фізіологічного стану дріжджів.

Сивушне масло повинно відповідати таким критеріям: зовнішній вигляд – прозора рідина від світло-жовтого до червоно-бурого кольору, без помутнінь при збовтуванні; характерний запах для сивушного масла.

Сивушне масло виявляється значущим продуктом для численних галузей промисловості. Ізоаміловий спирт використовується як розчинник у лакофарбовій промисловості, а також як реактив для визначення жирності молока та отримання ароматичних речовин. Ізобутиловий і пропіловий спирти застосовуються як розчинники і для виробництва ароматичних речовин. Вони також можуть бути використані у процесі флотації руд кольорових металів на збагачувальних фабриках та виготовлення скла яке не піддається розбиванню.

Основним відходом спиртового заводу є барда. Зернова барда містить 92-93% води і 7-8% сухих речовин, які включають в себе білки, геміцелюлозу, целюлозу, цукри, жири та мінеральні речовини. Барда також містить вітаміни групи В.

Зміст білків і вітамінів у зерновій барді робить її цінним кормом. Найпростіший та ефективний спосіб використання барди - використання її як корму для відгодівлі худоби у свіжому вигляді. Взимку барду повністю включають до раціону худоби, а восени та весною частина може залишитися невикористаною. Однак при тривалому зберіганні в барді розвиваються різноманітні мікроорганізми, вона темніє, набуває кислого запаху і смаку, стаючи непридатною для використання в годівлі.

Для уникнення псування барди рекомендується проводити консервацію, застосовуючи молочнокисле бродіння. З цією метою барду переливають в траншеї та додають січку, полову та інші грубі корма. Протягом перших днів разом з бардою додають молочнокислу закваску, яку готують на грубому фільтраті барди; температура барди при додаванні закваски повинна бути у межах 50-55°C. Протягом наступних днів барду в траншеї зливають без додавання молочнокислої закваски. Молочнокислі бактерії викликають молочнокисле бродіння барди, при цьому утворюється молочна кислота, яка є антисептиком та захищає барду від розвитку шкідливих мікроорганізмів. Консервовану барду використовують для годівлі худоби.

Залежно від ступеня очищення, етиловий спирт ректифікований виготовляють різних сортів:

“Пшенична сльоза» стає “Люкс”, а потім переходить у “Екстра” та “Вищу очистку”. Для виготовлення етилового ректифікованого спирту використовують такі харчові сировини:

Пшеницю відповідно до ДСТУ 3768.

Жито згідно з ГОСТ 27850, ГОСТ 16990, ГОСТ 16991.

Ячмінь згідно з ДСТУ 3769.

- ✓ овес відповідно до ГОСТ 28673 і ГОСТ 7757;
- ✓ картоплю відповідно до ГОСТ 7176;
- ✓ буряк цукровий відповідно до ГОСТ 17421;
- ✓ мелясу бурякову відповідно до ДСТУ 3696;
- ✓ кукурудзу відповідно до ГОСТ 13634.

Органолептичні характеристики етилового ректифікованого спирту повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. – Характеристики спирту етилового ректифікованого за органолептичними властивостями.

Назва показника	Характеристика	Методи контролю
Зовнішній вигляд	Чиста рідина без домішок або сторонніх часток	Згідно з ДСТУ 4181
Колір	Безбарвна рідина	Згідно з ДСТУ 4181
Смак і запах	Типовий для кожного виду етилового спирту, отриманого з відповідної сировини, із характерним смаком і запахом, без відчуття сторонніх речовин	Згідно з ДСТУ 4181

Дозволяється виробництво етилового спирту ректифікованого для відправки на експорт із відхилами в органолептичних та фізико-хімічних показниках відповідно до умов контракту. Щодо фізико-хімічних показників, спирт етиловий ректифікований повинен відповідати встановленим вимогам, які вказані в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристики фізико-хімічних властивостей ректифікованого етилового спирту

Назва показника	Норма для спирту				Метод контролю
	Пшенична сльоза	Люкс	Екстра	Вищої очистки	
1	2	3	4	5	6
Мінімальний вміст етилового спирту за температури 20 °С виражений у відсотках	96,3	96,3	96,3	96,0	Відповідно до ДСТУ 4181
Тест на чистоту за допомогою сірчаної кислоти		Витримує			Відповідно до ДСТУ 4181
Тест на стійкість до окислення при температурі 20 °С тривалістю не менше як одна година	23	22	20	15	Відповідно до ДСТУ 4181
Кількість альдегідів у безводному спирті, виражена у масі та перерахована в оцтовий альдегід, не повинна перевищувати вказаного значення у міліграмах на дециметр кубічний	2,0	2,0	2,0	4,0	Відповідно до ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222
Масова концентрація пропілового, ізопропілового, бутилового, ізобутилового та ізоамілового спиртів у безводному спирті, виражена у міліграмах на дециметр кубічний та перерахована на суміш пропілового, ізобутилового та ізоамілового спиртів у співвідношенні 3:1:1, не повинна перевищувати визначене значення	3	4	7	10	Відповідно до ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222
Кількість сивушного масла, перерахована на суміш ізоамілового та ізобутилового спиртів у співвідношенні 1:1, в безводному спирті не повинна перевищувати вказану величину, виміряну у міліграмах на дециметр кубічний	2	2	3	4	Відповідно до ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222
Кількість ефірів, перерахована в оцтовоетиловий естер у безводному спирті, не повинна перевищувати вказане значення у міліграмах на дециметр кубічний	1,5	2,0	3,0	5,0	Відповідно до ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222

Продовження таблиці 2.3					
1	2	3	4	5	6
Максимальна об'ємна частка метилового спирту у безводному спирті не повинна перевищувати вказаного значення у відсотках	0,005	0,01	0,02	0,03	Відповідно до ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222
Кількість вільних кислот (без вмісту CO ₂), перерахована в оцтову кислоту у безводному спирті, не повинна перевищувати вказану величину у міліграмах на дециметр кубічний.	8	8	12	15	Відповідно до ДСТУ 4181
Кількість органічних речовин, які можуть утворювати омил, перерахована в оцтовоетиловий естер у безводному спирті, не повинна перевищувати визначену величину у міліграмах на дециметр кубічний	12	18	25	30	Відповідно до ДСТУ 4181
Тест на виявлення фурфуролу.		Витримує			Відповідно до ДСТУ 4181
Максимальна кількість сухого залишку у безводному спирті, виміряна у міліграмах на дециметр кубічний, не повинна перевищувати вказаного значення	5	5	5	10	Відповідно до ДСТУ 4181

Відповідно до актуальних нормативних документів [12], вміст важких металів і миш'яку у ректифікованому етиловому спирті повинен відповідати визначеним вимогам, які вказані в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Кількість важких металів і миш'яку у ректифікованому етиловому спирті.

Назва показника	Допустимі рівні, мг/кг, не більше	Метод контролю
Кількість важких металів в продукті		Відповідно до ГОСТ 30178
Свинець	0,300	Відповідно до ГОСТ 26932
Кадмій	0,030	Відповідно до ГОСТ 26933
Ртуть	0,005	Відповідно до ГОСТ 26927
Цинк	4,000	Відповідно до ГОСТ 26934
Вміст миш'яку	0,200	Відповідно до ГОСТ 26930

Кількість радіонуклідів у ректифікованому етиловому спирті не повинна перевищувати допустимі рівні, встановлені в гігієнічних вимогах до якості і безпеки продовольчої сировини, харчових продуктів та питної води, згідно з чинними нормативними документами [12].

2.2 Природно-кліматичні умови в зоні розташування досліджуваного об'єкта

В таблиці 2.5 подамо інформацію про район, де розташовано підприємство та умови навколишнього середовища.

Таблиця 2.5 – Геодезичні координати

Широта			Довгота		
градуси (°)	хвилини (')	секунди (")	градуси (°)	хвилини (')	секунди (")
1	2	3	4	5	6
Об'єкт Державне підприємство "Ковалівський спиртовий завод"					
49	8	17	25	21	21

Згідно технічного звіту по визначенню географічних координат підприємства.

Таблиця 2.6 – Метеорологічні характеристики та коефіцієнти, які впливають на умови розсіювання забруднюючих речовин у повітрі навколишнього середовища в селі Ковалівка

Найменування характеристик	Величина
1	2
Коефіцієнт, що взаємодіє з атмосферною стратифікацією, позначається як А.	200
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1
Середня найвища температура повітря протягом найтеплішого місяця в році, T, °C	23
Середня температура повітря у найхолодніший місяць (з урахуванням опалювального режиму) для котельних, T, °C	-7,7
Середньорічна роза вітрів, %	
П	7
ПС	3,5
С	3,9

Продовження таблиці 2.6	
1	2
ПдС	22,3
Пд	12,1
ПдЗ	7,6
З	22,3
ПЗ	21,3
Швидкість вітру (за середніми багаторічними даними), повторення перевищення якої складає 5%, U^* , м/с	9

* Відповідно до “Метеорологічних параметрів та коефіцієнтів, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин у повітрі населеного пункту”.

Згідно з Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів №173, встановлена санітарно-захисна зона для виробництва харчового спирту, яка становить 100 метрів. Клас небезпечності: 4. Нормативний розмір санітарно-захисної зони: 100 метрів. Розрахунок конкретних розмірів санітарно-захисної зони з урахуванням напрямку вітрів проводиться відповідно до вимог ОНД-86 за визначеною формулою:

$$l = L_0 \cdot P : P_0, \quad (2.1)$$

де L (м) – розрахунковий розмір СЗЗ;

L_0 (м) – розрахунковий розмір ділянки місцевості в даному напрямку, де концентрація шкідливих речовин перевищує ГДК;

P (%) – середньорічна повторюваність напрямку вітру румбу, що розглядається;

P_0 (%) – повторюваність напрямку вітру одного румбу при круговій розі вітрів: $P_0 = 100 : 8 = 12.5\%$

Таблиця 2.7 – Розміри санітарно-захисної зони (СЗЗ) з врахуванням уточнень

Напрями	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
P	7	3,5	3,9	22,3	12,1	7,6	22,3	28,1
P/P_0	0,56	0,28	0,31	1,78	0,97	0,61	1,78	2,25
L_0	100	100	100	100	100	100	100	100
$L_{роз.вітр.}$	56	28	31,2	178,4	96,8	60,8	178,4	224,8
$L_{роз.вітр}$	100	100	178,4	224,8	100	100	100	178,4

Додержано санітарно-захисну зону, і жодних перевищень не відзначено на її межах. Це свідчить про те, що встановлені нормативи та обмеження в межах санітарно-захисної зони не були порушені, забезпечуючи необхідний рівень безпеки для населення та навколишнього середовища.

Відомості щодо сировини, хімікатів, паливно-мастильних матеріалів та інших матеріалів, що використовуються на підприємстві, їх зберігання та споживання наведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Сировина, допоміжні матеріали, які необхідні для випуску продукції

№ з/п	Сировина, допоміжні матеріали	Призначення	Умови зберігання	Річне використання		Наявність документації, що регламентує вимоги санітарного законодавства
1	природний газ	підігрів сировини	газопровід	6600	тис. м ³	
2	природний газ	опалення приміщень	газопровід	15	тис. м ³	
3	бензин	заправка автомобілів	склад ПММ	200	м ³	ДСТУ 4063-2001
4	дизпаливо	заправка автомобілів	склад ПММ	180	м ³	ДСТУ 3868-99
5	пропан-бутан	газорізка	склад	2100	кг	ДСТУ 4047-2001
6	електроди АНО-4	електрозварка	склад	2100	кг	ТУ 14-178-427-2002
7	карбід кальцію	газоварка	склад	1300	кг	
8	зерно	виготовлення спирту	завальна яма	17000	т	
9	м'яса	виготовлення спирту	чани	13500	т	

На Ковалівському державному спиртовому заводі в технологічному процесі використовуються наступні види палива:

Природний газ – 6615 тис. м³;

Дизельне паливо – 1180 л;

Бензин – 1200 л.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Характеристика підприємства як джерела забруднення атмосфери

Фонові концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі розраховуються згідно постанови КМУ від 4 листопада 2022 р. № 1249 [7].

Величини фонових концентрацій речовин, фактичні спостереження за вмістом яких в атмосферному повітрі не проводяться, визначаються розрахунковим способом згідно формули:

$$M_{\text{фон.конц}}^i = 0,4 \cdot ГДК^i, \quad (3.1)$$

де $M_{\text{фон.конц}}^i$ – фонові концентрації i -ї речовини;

$ГДК^i$ – максимально разова гранично-допустима концентрація i -ї речовини;

$0,4$ – долі $ГДК^i$.

Таблиця 3.1 – Відомості щодо стану забруднення атмосферного повітря

№ з/п	Забруднююча речовина		Гігієнічні нормативи		Фонові концентрації (мг/м ³)
	код	найменування	ГДК (мг/м ³)	ОБРД (мг/м ³)	
1	2	3	4	5	6
1	01003 123	Залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо)	0,04		0,016
2	01104 143	Манган та його сполуки (у перерахунку на манган)	0,01		0,004
3	01007 183	Ртуть та її сполуки (у перерахунку на ртуть)	0,0003		0,00012
4	04001 301	Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту [NO + NO ₂])	0,085		0,0077
5	15003 316	Водню хлорид (соляна кислота за молекулою HCl)	0,2		0,08
6	05004 322	Сульфатна кислота (H ₂ SO ₄)(сірчана кислота)	0,3		0,12
7	06000 337	Оксид вуглецю	5		0,4
8	12000 410	Метан		50	20
9	11008 602	Бензол	1,5		0,6

Продовження таблиці 3.1					
1	2	3	4	5	6
10	11030 616	Ксилол	0,2		0,08
11	11041 621	Толуол	0,6		0,24
12	11000 1061	Спирт етиловий	5		2
13	11021 1240	Етилацетат	0,1		0,04
14	11028 1555	Кислота оцтова	0,2		0,08
15	11000 2754	Вуглеводні граничні С12- С19(розчинник РПК-265 П та інш.)	1		0,4
16	03000 2902	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки,волокна)	0,5		0,05

Основними джерелами формування забруднюючих речовин є:

- Котельня (Джерело №1): Дві одиниці котлів ДКВР 10-13 викидають азоту діоксид, вуглецю оксид, метан, діазоту оксид, вуглецю діоксид і металевий ртуть у вигляді викидів в атмосферу. Це джерело організоване.
- Завальна яма (Джерело №2): Викиди речовин у вигляді суспендованих твердих частинок різних складових відбуваються через відсутність організованої системи.
- Зерноочисна машина, камнесепаратор (Джерело №3): Викиди речовин у вигляді суспендованих твердих частинок різної композиції відбуваються через організоване обладнання, що включає в себе мокрий фільтр ЦВП з коефіцієнтом очищення $K_{оч} = 98\%$.
- Подрібнювач зерна (Джерело №5): В атмосферу викидаються тверді частинки, різноманітні за складом, за допомогою організованого джерела, оснащеного циклоном ЦОЛ-1400 з коефіцієнтом очищення $K_{оч} = 90,2\%$.
- Спиртосховище (Джерело №6): Спирт етиловий викидається в атмосферу з організованого джерела.

- Механічна майстерня (Джерело №7): Викиди речовин у вигляді суспендованих твердих частинок різноманітного складу стаються внаслідок неорганізованого джерела.
- Пост електрозварювання (Джерело №8): Оксид заліза та оксид марганцю викидаються в атмосферу з неорганізованого джерела.
- Пост газової зварки (Джерело №9): Оксид азоту надходить в атмосферу через неорганізоване джерело.
- Пост газової різки (Джерело №10): Оксид азоту потрапляє в атмосферу через неорганізоване джерело.
- Спиртоприймне та спиртовідпускне відділення (Джерело №11): Спирт етиловий викидається в атмосферу з організованого джерела.
- Ректифікаційна колона. Витяжні решітки (Джерело №12): Спирт етиловий потрапляє в атмосферу через організоване джерело.
- Дріжджове відділення. Витяжна решітка (Джерело №13): Спирт етиловий викидається в атмосферу з організованих джерел.
- Бродильне відділення. Дефлектор (Джерело №14): Спирт етиловий викидається в атмосферу з організованого джерела.
- Склад ПММ бензин (Джерело №17): Бензол, ксилол, толуол та вуглеводні надходять в атмосферу через неорганізоване джерело.
- Бродильне відділення. Дефлектор (Джерело №18): Спирт етиловий викидається в атмосферу з організованого джерела.
- Оббивочна машина (Джерело №19): В атмосферу викидаються тверді частинки різного складу у вигляді суспендованих частинок. Це джерело організоване та обладнане циклоном ЦОЛ-1100 з коефіцієнтом очищення $K_{оч} = 82,5\%$.
- Спиртоприймне та спиртовідпускне відділення (Джерело №20): Спирт етиловий викидається в атмосферу з організованого джерела.
- Спиртосховище (Джерело №21): Спирт етиловий надходить в атмосферу через організоване джерело.

- Спиртосховище (Джерело №22): Спирт етиловий викидається в атмосферу з організованого джерела.
- Паливна, котел "Рівне-80" (Джерело №23): В атмосферу викидаються азоту діоксид, вуглецю оксид, метан, діазоту оксид, вуглецю діоксид та ртуть металева через організоване джерело.
- Ємкість гарячої барди (Джерело №24): В атмосферу викидається оцтова кислота з неорганізованого джерела.
- Хімічна лабораторія (Джерело №25): В атмосферу викидаються водень хлористий, кислота сірчана, натрію гідкооксид, спирт етиловий, оцтова кислота з організованого джерела.
- Склад ПММ дизпаливо (Джерело №26): В атмосферу викидаються вуглеводні через неорганізоване джерело.
- Паливно-роздавальні колонки (Джерело №27): Бензол, ксилол, толуол та вуглеводні надходять в атмосферу через неорганізоване джерело.

Відповідно до попередньої інформації Головного державного виконавця: джерела №15 (цех розливу горілки) та №16 (пляшкомийна машина) були припинені.

У новому інвентаризаційному звіті відображено виявлені нові джерела викидів шкідливих речовин у атмосферу: джерело №20 (спиртоприймне та спиртовідпускне відділення), джерело №21 (спиртосховище), джерело №22 (спиртосховище), джерело №23 (паливна, котел "Рівне-80"), джерело №24 (бардяна яма), джерело №25 (хімічна лабораторія), джерело №26 (склад ПММ дизпаливо), джерело №27 (паливно-роздавальні колонки).

3.2 Інформація про характер та розмір викидів забруднюючих речовин у повітря від постійних джерел

Викиди забруднюючих речовин у повітря з постійних джерел на спиртзаводі можуть бути значними і впливати на якість повітря в навколишньому середовищі. Розмір і характер цих викидів можуть залежати від

різних факторів, таких як технології виробництва, обладнання, використовувані сировини, а також заходи, призначені для зменшення впливу на довкілля.

Щодо розмірів викидів, вони можуть вимірюватися в різних одиницях, таких як тони на рік, кількість речовин на годину або інші відповідні показники. Розміри викидів можуть бути регульовані місцевими і міжнародними стандартами та нормами для забезпечення додержання екологічних вимог і зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Щодо характеру викидів, важливо визначити конкретні забруднюючі речовини, які викидаються, та їхні концентрації. Зазвичай викиди можуть містити різноманітні хімічні сполуки, такі як вуглеводні, оксиди азоту, оксиди сірки, аміак, та інші.

Для зменшення впливу викидів на довкілля, спиртзаводи можуть впроваджувати заходи з ефективного збору та очищення викидів, використання більш чистих технологій виробництва, а також вдосконалення процесів утилізації відходів. Важливо також враховувати вплив викидів на здоров'я людей та екосистему, тому виробники повинні співпрацювати з місцевими владами, екологічними організаціями та іншими стейкхолдерами для мінімізації негативного впливу та вдосконалення стандартів виробництва.

Джерела неорганізованих викидів на спиртзаводі можуть включати різноманітні випадки викидів, які не підпадають під системи контролю та моніторингу, зазвичай пов'язані із заходами, які не враховані в стандартних технологічних процесах або не відповідають нормативам та вимогам щодо емісійного контролю. Такі викиди можуть мати важливий вплив на довкілля та здоров'я людей. Наприклад, неорганізовані викиди можуть виникати внаслідок таких факторів: втрати виробництва – втрати сировини або продукції через технічні проблеми або неналежні умови зберігання можуть призвести до викидів речовин у навколишнє середовище; неаварійні ситуації – це невеликі витіки рідин або газів, які можуть виникнути внаслідок обслуговування обладнання або внутрішнього транспорту; неадекватна утилізація відходів це коли невідповідна обробка та утилізація відходів може призвести до викидів шкідливих речовин у повітря; технологічні втрати – недоліки в процесі

рекуперації розчинників чи очищення газів можуть спричиняти викиди; проведення робіт із відкритими джерелами вогню – це роботи з використанням відкритого вогню або інших джерел зазвичай пов'язані із тимчасовими викидами забруднюючих речовин у повітря.

В таблиці 3.2 дамо характеристику джерел неорганізованих викидів.

Таблиця 3.2 – Характеристика джерел неорганізованих викидів

Номер джерела викиду	Найменування джерела викиду	Код забруднюючої речовини	Найменування забруднюючої речовини	Потужність викиду	
				г/сек	кг/год.
2	Завальня яма	03000 2902	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок(мікрочастинки,волокна)	0,029	0,1044
7	Механічна майстерня	03000 2902	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки, волокна)	0,008	0,0298
8	Електрозварка	01003 123	Залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо)	0,001	0,0043
		01104 143	Манган та його сполуки (у перерахунку на манган)	0,00013	0,000468
9	Газова зварка	04001 301	Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту [NO + NO ₂])	0,012	0,0439
10	Газова зварка	04001 301	Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту [NO + NO ₂])	0,006	0,0226
17	Склад ПММ бензин	11000 2754	Вуглеводні граничні С12-С19(розчинник РПК-265 П та інш.)	0,0029	0,01044
		11008 602	Бензол	0,00018	0,0006
		11030 616	Ксилол	0,00002	0,000072
		11041 621	Толуол	0,00015	0,00054
24	Бардяна яма	11028 1555	Кислота оцтова	0,0005	0,0018
26	Склад ПММ дизпаливо	11000 2754	Вуглеводні граничні С12-С19(розчинник РПК-265 П та інш.)	0,000052	0,000187
27	Заправка пістолетом	11000 2754	Вуглеводні граничні С12-С19(розчинник РПК-265 П та інш.)	0,0783	0,28188
		11008 602	Бензол	0,0006	0,00216
		11030 616	Ксилол	0,0001	0,00036
		11041 621	Толуол	0,0005	0,0018

Для мінімізації впливу неорганізованих викидів спиртзавод може вживати заходів, таких як: регулярні інспекції та обслуговування обладнання для запобігання технічним проблемам; вдосконалення систем управління якістю та безпекою виробництва; впровадження ефективних систем відслідковування та контролю за викидами; вдосконалення систем утилізації відходів та зменшення втрат продукції.

Ці заходи допомагають знизити ймовірність неорганізованих викидів та мінімізувати їхні негативні наслідки для навколишнього середовища та здоров'я людей.

3.3 Розрахунок викидів забруднюючих речовин від основних джерел

Джерело №1 (організоване) – Котельня з двома котлами типу ДКВР 10-13 (один в резерві). Використовуване паливо - природний газ. Річна витрата палива складає 6,600 тис. м³, або 1924 м³ на годину. Потужність установки становить 14,442 МВат на годину. Розрахунки виконані відповідно до літературних джерел [4].

Об'єм викиду j -і забруднюючої речовини E_j розраховується за формулою:

$$E_j = 10^{-6} \cdot V \cdot Q_i^r \cdot k_j, \quad (3.2)$$

де E_j – об'єм викиду j -і забруднюючих речовин при спалюванні природного газу, т/рік;

k_j – показник емісії j -і забруднюючої речовини для природного газу, г/ГДж;

V – витрата природного газу, тис. м³/рік;

$Q_i^r = 33.08$ – нижча робоча теплота згоряння газу, МДж/м³ [4].

Великий викид j -і забруднюючих речовин при спалюванні природного газу E_j , г/с.

$$E_j = \frac{k_j \cdot V_{\text{год}} \cdot Q_i^r}{3.6 \cdot 10^6}, \quad (3.3)$$

де $V_{\text{год}}$ - година витрата природного газу, м³/год;

Розрахунок показника емісії k_j j-ї забруднюючої речовини:

1. Визначення викидів оксидів азоту NO_x

$$k_{\text{NO}_x} = (k_{\text{NO}_x})_0 \cdot f_n \cdot (1 - \eta_I) \cdot (1 - \eta_{II} \beta), \quad (3.4)$$

де $(k_{\text{NO}_x})_0 = 100$ г/ГДж – емісійний показник оксидів азоту, не враховуючи заходів з зменшення викиду [5];

$f_n = 0.9$ – міра зниження викиду оксидів азоту (NO_x) при роботі при низькому навантаженні, %;

$\eta_I = 0$ – результативність основних заходів з обмеження викидів [4];

$\eta_{II} = 0$ – ефективність заходів другого рівня азотоочисної установки [4];

$\beta = 0$ – коефіцієнт роботи сірко очисної установки [4].

$$k_{\text{NO}_x} = 100 \cdot 0.9 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0 \cdot 0) = 90 \text{ г/ГДж}$$

$$E_{\text{NO}_x} = 10^{-6} \cdot 6600 \cdot 33.08 \cdot 90 = 19.650 \text{ т/рік}$$

$$E_{\text{NO}_x} = 0.275 \text{ г/с}$$

Відповідно до технічного звіту еколого-теплотехнічних випробувань котлів.

2. Визначення викиду оксиду вуглецю CO.

Визначення викиду оксиду вуглецю CO здійснюється шляхом вибору значення узагальненого показника емісії k_{CO} з наукової літератури ([4; 23], табл. Е.1) і він становить -17 г/ГДж

$$E_{\text{CO}} = 10^{-6} \cdot 6600 \cdot 33.08 \cdot 17 = 3.712 \text{ т/рік}$$

$$E_{\text{CO}} = 0.089 \text{ г/с}$$

Відповідно до технічного звіту еколого-теплотехнічних випробувань котлів.

3. Визначення викидів важких металів.

Під час згоряння природного газу у енергетичній установці може виникати виділення ртуті та її сполук у газоподібній формі в невеликих кількостях.

Показник емісії ртуті k_{Hg} , г/ГДж

$$k_{\text{Hg}} = \left(k_{\text{Hg}} \right)_0 \cdot \left(1 - \eta_{\text{гзу}} \right), \quad (3.5)$$

де $\left(k_{\text{Hg}} \right)_0 = 0.0001$ г/ГДж – емісійний показник ртуті без застосування засобів золовловлення, ([4; 21] табл. Д.14).

$\eta_{\text{гзу}} = 0$ – результативність вловлювання ртуті в золовловлювальній установці.

$$k_{\text{Hg}} = 0.0001 \cdot (1 - 0) = 0.0001 \text{ г/ГДж}$$

$$E_{\text{Hg}} = 10^{-6} \cdot 6600 \cdot 33.08 \cdot 0.0001 = 0.000022 \text{ т/рік}$$

4. Визначення викидів парникових газів:

а) Діоксид вуглецю CO_2

$$k_{\text{CO}_2} = \frac{44}{12} \cdot \frac{C^{\text{r}}}{100} \cdot \frac{10^6}{Q_i^{\text{r}}} \cdot \varepsilon_{\text{c}}, \quad (3.6)$$

де $C^{\text{r}} = 73.77$ – вагомий вміст вуглецю в паливі на горючу масу, %;

$Q_i^{\text{r}} = Q_i^{\text{daf}} = Q_{\text{iv}}^{\text{daf}} / \rho_{\text{H}} = \frac{33.08}{0.723} = 45.75 \text{ МДж/нм}^3$ – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/нм³ ([4] табл. Г.4);

$\varepsilon_{\text{c}} = 0.995$ – ступінь окислення вуглецю палива, згідно літератури ([4; 23] додаток А).

$$k_{\text{CO}_2} = \frac{44}{12} \cdot \frac{73.77}{100} \cdot \frac{10^6}{45.75} \cdot 0.995 = 58827.88 \text{ г/ГДж}$$

$$E_{\text{CO}_2} = 10^{-6} \cdot 6600 \cdot 33.08 \cdot 58827.88 = 12843.773 \text{ т/рік}$$

б) Діазоту оксид N_2O

Ми визначаємо значення узагальненого показника емісії оксиду діазоту $k_{\text{N}_2\text{O}}$ як 0.1 г/ГДж з використанням літературних джерел ([4] табл. Е.3).

$$E_{\text{N}_2\text{O}} = 10^{-6} \cdot 6600 \cdot 33.08 \cdot 0.1 = 0.022 \text{ т/рік}$$

в) Метан CH_4

Обираємо значення узагальненого показника емісії метану кCH_4 як 1.0 г/ГДж з використанням наукових джерел [4]

$$E_{\text{CH}_4} = 10^{-6} \cdot 6600 \cdot 33.08 \cdot 1.0 = 0.218 \text{ т/рік}$$

Джерело №2 (неорганізоване)

Завальна яма

Робочий період 680 год/рік

Кількість зерна – **17000 т/рік**, – **15 т/год**

Закрита з трьох сторін.

Відповідно до літературних джерел [4], питомі викиди пилу зернового складають 58 г на тону зерна або 0.029 г на секунду.

М реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом = 0.029 г/с

М реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом = $17000 \cdot 58 \cdot 10^{-6} = 0.986 \text{ т/рік}$

Джерело №3 (організоване)

Зерноочистна машина, камнесепаратор

Система вентиляції обладнана мокрим фільтром ЦВП з ефективністю $K_{\text{оч}} = 98\%$.

Обсяг оброблюваного зерна становить 17000 тонн.

Заміри перед циклоном не можливі через відсутність прямого відрізка відповідно до ГОСТу.

Після циклону результати інструментальних вимірювань показали об'єм газу:

$$V = 0.29 \text{ м}^3/\text{с}$$

Концентрація *реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом* на виході з УОГ:

$$C_{\text{тах}} = 25.42 \text{ мг/м}^3$$

В атмосферу викидатиметься:

М реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом = $25.42 \cdot 0.29 : 1000 = 0.0074 \text{ г/с}$

По джерелам (пропорційно об'ємам згідно інструментальним вимірам валові викиди становлять:

$$\text{Джерело № 3} - V = 0.29 = 11\%$$

$$\text{Джерело № 5} - V = 1.216 = 46\%$$

$$\text{Джерело № 19} - V = 1.14 = 43\%$$

Джерело обладнане мокрим фільтром $K_{оч.} = 98\%$.

У процентному відношенні на джерело №3 – припадає 11% викидів пилу зернового.

Згідно літератури [4], питомі викиди пилу зернового становлять:

180 г/(т/год) зернопродуктів.

$$M_{реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за скл.} = 17000 \cdot 180 \cdot 0.11 \cdot (1 - 0.98) \cdot 10^{-6} = 0.007 \text{ т/рік}$$

Джерело №5 (організоване)

Подрібнювач зерна

Вентсистема обладнана циклоном ЦОЛ-1400. $K_{оч} = 90.2\%$.

Переробляється 17000 тонн зерна.

До циклона.

Згідно результатів інструментальних вимірювань об'єм газу становить:

$$V = 1.24 \text{ м}^3/\text{с}$$

Концентрація *реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом* на вході в УОГ:

$$C_{max} = 493.27 \text{ мг/м}^3$$

Поступає на очистку в УОГ:

$$M_{реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом} = 493.27 \cdot 1.24 : 1000 = 0.6116 \text{ г/с}$$

Після циклона.

Згідно результатів інструментальних вимірювань об'єм газу становить:

$$V = 1.216 \text{ м}^3/\text{с}$$

Концентрація *реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом* на виході з УОГ:

$$C_{\max} = 48.24 \text{ мг/м}^3.$$

В атмосферу викидатиметься:

$$M \text{ реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом} = 48.24 \cdot 1.216 : 1000 = 0.0586 \text{ г/с.}$$

Визначаємо коефіцієнт очистки УОГ:

$$K_{\text{оч.}} = (493.27 - 48.24) \cdot 100 : 493.27 = 90.2\%.$$

Джерело обладнане циклоном з $K_{\text{оч.}} = 90.2\%$.

Згідно літератури ([4], ст.38, табл. XI-27), питомі викиди пилу зернового становлять 180 г/(т/год) зернопродуктів.

У процентному відношенні на джерело № 5 – припадає 46% викидів пилу зернового.

$$M \text{ реч. у вигл. сусп. тв. част. недиф. за скл.} = 17000 \cdot 180 \cdot 0.46 \cdot (1 - 0.902) \cdot 10^{-6} = 0.138 \text{ т/рік.}$$

Джерело №6 (організоване)

Спиртосховище. (Ємкості для зберігання спирту)

Фонд робочого часу **7800 годин** на рік.

Зберігається **970 тис. дал** спирту в рік.

Згідно результатів інструментальних вимірювань об'єм газу становить:

$$V = 0.23 \text{ м}^3/\text{с}$$

Концентрація спирту етилового на виході:

$$C_{\max} = 684.16 \text{ мг/м}^3$$

В атмосферу викидатиметься:

$$M \text{ спирту етилового} = 684.16 \cdot 0.23 : 1000 = 0.1573 \text{ г/с.}$$

По джерелам (пропорційно об'ємам згідно інструментальним вимірам валові викиди становлять:

$$\text{Джерело № 6} - V = 0.23 = 24\%.$$

$$\text{Джерело № 21} - V = 0.37 = 38,6\%.$$

$$\text{Джерело № 22} - V = 0.358 = 37,4\%.$$

Згідно літератури ([4], ст.38, табл. XI-27) питомі викиди спирту етилового становлять 2.2 кг/тис. дал спирту.

М спирту етилового = $970 \cdot 2.2 \cdot 0.24 \cdot 10^{-3} = 0.512$ т/рік/

Джерело №7 (неорганізоване)

Механічна майстерня

Токарний верстат – 1 шт. Фонд роб. часу - **100 год/рік**

Питоме виділення пилю металевого – **0.03 кг/год**

М реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом = $0.03 \cdot 1000 : 3600 = 0.0083$ г/с.

М реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом = $0.03 \cdot 100 : 1000 = 0.003$ т/рік.

Фрезерний верстат – 1 шт. Фонд роб. часу - **100 год/рік**.

Питоме виділення пилю металевого – **0.02 кг/год** [Л.6 ст. 42 табл. 3.16].

М реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом = $0.02 \cdot 1000 : 3600 = 0.0056$ г/с.

М реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом = $0.02 \cdot 100 : 1000 = 0.002$ т/рік.

Свердлильний верстат – 1 шт.

Фонд роб. часу – **100 год/рік**.

Питоме виділення пилю металевого – **0.004 кг/год**.

М реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом = $0.004 \cdot 1000 : 3600 = 0.0011$ г/с.

М реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом = $0.004 \cdot 100 : 1000 = 0.0004$ т/рік.

Заточний верстат – 1 шт.

Фонд роб. часу – **200 год/рік**, діаметр круга – **0.35 м**.

Питоме виділення пилю абразивно-металевого – **0.16 кг/год**.

М реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом. = $0.16 \cdot 1000 : 3600 = 0.044$ г/с.

М реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом = $0.16 \cdot 200 : 1000 = 0.032$ т/рік.

Всього по джерелу:

$M_{\text{реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом}} = 0.0083 \text{ г/с.}$

$M_{\text{реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом}} = 0.003 + 0.002 + 0.0004$
 $= 0.0054 \text{ т/рік.}$

$M_{\text{реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом (пил абр. метал.)}} =$
 0.044 г/с.

$M_{\text{реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом (пил абр. метал.)}} =$
 0.032 т/рік.

Джерело 8 (неорганізоване)

Пост електрозварювання

Апарат електрозварювання – 1 шт.

Витрата матеріалів:

електроди АНО – 4 – **2100 кг/рік**

0.8 кг/год – максимальна витрата.

Згідно літератури питомі викиди при зварюванні електродами АНО-4 становлять:

Оксид заліза – **5.41 г/кг електродів**

Оксид марганцю – **0.59 г/кг електродів**

В атмосферу викидається:

$M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 5.41 \cdot 0.8 : 3600 = 0.0012 \text{ г/с}$

$M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 5.41 \cdot 2100 : 10^6 = 0.011 \text{ т/рік}$

$M_{\text{MnO}_2} = 0.59 \cdot 0.8 : 3600 = 0.00013 \text{ г/с}$

$M_{\text{MnO}_2} = 0.59 \cdot 2100 : 10^6 = 0.0012 \text{ т/рік}$

Джерело №9 (неорганізоване)

Пост газової зварки

Витрата карбіду кальцію - **1300 кг/рік - 2 кг/год**

Фонд робочого часу – **400 год/рік**

Згідно [18; 23; 33] питомий викид оксидів азоту при газовому зварюванні ацетиленокисневим полум'ям – **22 г/кг ацетилену.**

В атмосферу викидається:

$M_{\text{оксида азоту}} = 22 \cdot 2 : 3600 = 0.0122 \text{ г/с}$

$$M \text{ оксиду азоту} = 22 \cdot 1300 : 10^6 = 0.029 \text{ т/рік}$$

Джерело №10 (неорганізоване)

Пост газової різки

Витрата пропан-бутанової суміші – 2100 кг/рік, 1.5 кг/год.

Згідно літератури [18; 22; 23; 33], питомі викиди при зварюванні пропан-бутановою сумішшю становлять:

оксид азоту – 15 г/кг

В атмосферу викидається:

$$M \text{ оксиду азоту} = 15 \cdot 1.5 : 3600 = 0.0063 \text{ г/с}$$

$$M \text{ оксиду азоту} = 15 \cdot 2100 : 10^6 = 0.032 \text{ т/рік}$$

Джерело №11 (організоване)

Спиртоприймне і спиртовідпускне відділення. Витяжна решітка

Зберігається 970 тис. дал спирту в рік.

Згідно результатів інструментальних вимірювань об'єм газу становить:

$$V = 0.361 \text{ м}^3/\text{с}$$

Концентрація спирту етилового на виході:

$$C_{\text{max}} = 549.91 \text{ мг/м}^3$$

В атмосферу викидатиметься:

$$M \text{ спирт етиловий} = 549.91 \cdot 0.361 : 1000 = 0.1985 \text{ г/с}$$

По джерелам (пропорційно об'ємам згідно інструментальним вимірам валові викиди становлять:

$$\text{Джерело № 11} - V = 0.216 = 37.5\%$$

$$\text{Джерело № 20} - V = 0.361 = 62.5\%$$

У процентному відношенні на джерело № 11 – припадає 37.5%.

Згідно літератури [4], питомі викиди спирту етилового для спиртоприймного відділення становлять 1.6 кг/тис. дал спирту, та 0.8 кг/тис. дал спирту для спиртовідпускнуго.

$$M \text{ спирт етиловий} = 970 \cdot (1.6+0.8) \cdot 10^{-3} \cdot 0.375 = 0.873 \text{ т/рік}$$

Джерело №12 (організоване)

Ректифікаційна колона

Відпускається **970 тис. дал** спирту в рік.

Згідно результатів інструментальних вимірювань об'єм газу становить:

$$V = 0.144 \text{ м}^3/\text{с}$$

Концентрація спирту етилового на виході:

$$C_{\text{max}} = 566.25 \text{ мг/м}^3$$

В атмосферу викидатиметься:

$$M \text{ спирту етилового} = 566.25 \cdot 0.144 : 1000 = 0.0815 \text{ г/с}$$

Згідно літератури [4], питомі викиди спирту етилового становлять **244.8 г/тис. дал** спирту.

$$M \text{ спирт етиловий} = 970 \cdot 244.8 \cdot 10^{-6} = 0.237 \text{ т/рік}$$

Джерело №13 (організоване)

Дріжджове відділення. (осьовий вентилятор)

Виробляється 970 тис. дал спирту в рік

Фонд робочого часу – 6600 год/рік

Згідно результатів інструментальних вимірювань об'єм газу становить:

$$V = 1.07 \text{ м}^3/\text{с}$$

Концентрація сірчаної кислоти на виході:

$$C_{\text{max}} = 1.11 \text{ мг/м}^3$$

В атмосферу викидатиметься:

$$M \text{ сірчаної кислоти} = 1.11 \cdot 1.07 : 1000 = 0.0012 \text{ г/с}$$

$$M \text{ сірчаної кислоти} = 0.0012 \cdot 10^{-6} \cdot 6600 \cdot 3600 = 0.029 \text{ т/рік}$$

Концентрація спирту етилового на виході:

$$C_{\text{max}} = 70.92 \text{ мг/м}^3$$

В атмосферу викидатиметься:

$$M \text{ спирту етилового} = 70.92 \cdot 1.07 : 1000 = 0.076 \text{ г/с}$$

Згідно літератури [5], питомі викиди спирту етилового при переробці зерна становлять **1 г/дал** спирту.

$$M \text{ спирт етиловий} = 540000 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0.540 \text{ т/рік}$$

Згідно літератури [4], питомі викиди спирту етилового при переробці меляси становлять **13.4 кг/тис. дал** спирту.

$$M \text{ спирт етиловий} = 430 \cdot 13.4 \cdot 10^{-3} = 5.762 \text{ т/рік}$$

Всього по джерелу:

$$M \text{ спирт етиловий} = 0.54 + 5.762 = 6.302 \text{ т/рік}$$

Джерело № 14 (організоване)

Бродильне відділення. Бродильні чани.

Приймається **970 тис. дал** спирту в рік.

Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря від бродильного відділення (бродильних чанів) викидаються двома витяжними решітками джерелам №14, №18.

Згідно результатів інструментальних вимірювань об'єм газу становить:

$$V = 2.035 \text{ м}^3/\text{с}$$

Концентрація спирту етилового на виході:

$$C_{\text{max}} = 90.35 \text{ мг/м}^3$$

В атмосферу викидатиметься:

$$M \text{ спирту етилового} = 90.35 \cdot 2.035 : 1000 = 0.1839 \text{ г/с}$$

По джерелам (пропорційно об'ємам згідно інструментальним вимірам валові викиди становлять:

$$\text{Джерело № 14} - V = 2.035 = 65.2\%$$

$$\text{Джерело № 18} - V = 1.087 = 34.8\%$$

У процентному відношенні на **джерело № 14 – припадає 65.2%**.

Згідно літератури [4], питомі викиди спирту етилового становлять **2.8 г/тис. дал** спирту.

$$M \text{ спирту етилового} = 970 \cdot 2.8 : 1000 \cdot 0.652 = 1.771 \text{ т/рік}$$

Джерело №17 (організоване)

Склад ПММ (бензин)

а) резервуари зберігання бензину

Ємність резервуара – **25 м³** в кількості – **3 шт.**

Зберігається бензину - **200 м³/рік**

Фонд робочого часу – **8760 год/рік**

Витрата бензину в холодний період – **50 м³/рік**

Витрата бензину в теплий період – **150 м³/рік**

Розрахунок проводиться згідно (Л.8 ст.6-15)

Викиди парів бензину від зберігання його в ємкості:

$$\text{П рез.} = V_{\text{кв}} \cdot P_{\text{нас}} / P_{\text{атм}} \cdot \rho \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot 10^{-3}$$

$$n = 50 : (25 \cdot 3) = 0.67 \text{ (оборотність в холодний період року)}$$

$$n = 150 : (25 \cdot 3) = 2 \text{ (оборотність в теплий період року)}$$

Температура газового простору:

$$\text{I,IV кв.: } t(\text{ср}) = (-3.8 + (-5.4)) : 2 = -4.6 \text{ град.С (Л.8 ст.8 (2.1.3))}$$

$$\text{II,III кв.: } t(\text{ср}) = (0.7 \cdot 14.2) + (0.3 \cdot 18.4) = 15.46 \text{ град.С (Л.8 ст.8 (2.1.4))}$$

Тиск насичених парів:

$$\text{I,IV кв.: } P_{\text{нас}} = 58 \text{ мм.рт.ст.}$$

$$\text{II,III кв.: } P_{\text{нас}} = 166 \text{ мм.рт.ст. (Л.8 ст.9 (2.1.2))}$$

Густина парів вуглеводнів:

$$\rho(\text{ср}) = M / 22.4 \cdot P_{\text{атм}} / P_0 \cdot T_0 / (T_0 + t(\text{ср})), \text{ кг/м}^3$$

$$\text{I,IV кв.: } \rho(\text{нас}) = 67.1 / 22.4 \cdot 750 / 760 \cdot 273 / (-4.6 + 273) = 3.0 \text{ кг/м}^3$$

$$\text{II,III кв.: } \rho(\text{нас}) = 67.1 / 22.4 \cdot 750 / 760 \cdot 273 / (15.46 + 273) = 2.8 \text{ кг/м}^3$$

де: $M = 67.1$ (молекулярна вага бензину) (Л.8 ст.11)

$k_1 = 1.12$ (коэф. пов'язаний з обор. резервуара в холодний період року)

$k_1 = 1.1$ (коэф. пов'язаний з обор. резервуара в теплий період року)

$k_2 = 1$ (коэф. пов'язаний з режимом експлуатації)

$k_3 = 1$ (для I,IV кв)

$k_3 = 1.14$ (для II,III кв.)

$$\text{Пх рез.} = 50 \cdot 58 / 750 \cdot 3.0 \cdot 1.12 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 0.013 \text{ т/рік}$$

$$\text{Пт рез.} = 150 \cdot 166 / 750 \cdot 2.8 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot 1.14 \cdot 10^{-3} = 0.117 \text{ т/рік}$$

$$\text{П сум. бензину} = 0.013 + 0.117 = 0.130 \text{ т/рік}$$

$$\text{П бензину} = 0.130 \cdot 10^6 / (182 \cdot 24 \cdot 3600) = 0.0083 \text{ г/с}$$

У відповідності з Л.8 концентрація (% по масі) забруднюючих речовин в парах бензину становить:

насичені вуглеводні – **95.85**

ароматичні вуглеводні – **4.15**

В т.ч.:

бензол – **2.16**

толуол – **1.76**

ксилол – **0.23**

Викиди по цих речовинах будуть:

$$M \text{ насич. вуглеводнів} = 0.0083 \cdot 0.9585 = 0.0029 \text{ г/с}$$

$$M \text{ насич. вуглеводнів} = 0.130 \cdot 0.9585 = 0.0449 \text{ т/рік}$$

$$M \text{ аромат. вуглеводнів} = 0.0083 \cdot 0.0415 = 0.00012 \text{ г/с}$$

$$M \text{ аромат. вуглеводнів} = 0.130 \cdot 0.0415 = 0.0019 \text{ т/рік}$$

в тому числі:

$$M \text{ бензол} = 0.0083 \cdot 0.0216 = 0.00018 \text{ г/с}$$

$$M \text{ бензол} = 0.130 \cdot 0.0216 = 0.0028 \text{ т/рік}$$

$$M \text{ толуол} = 0.0083 \cdot 0.0176 = 0.00015 \text{ г/с}$$

$$M \text{ толуол} = 0.130 \cdot 0.0176 = 0.0023 \text{ т/рік}$$

$$M \text{ ксилол} = 0.0083 \cdot 0.0023 = 0.00002 \text{ г/с}$$

$$M \text{ ксилол} = 0.130 \cdot 0.0023 = 0.0003 \text{ т/рік}$$

Джерело № 18 (організоване)

Бродильне відділення. Бродильні чани.

Приймається **970 тис.** дал спирту в рік

Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря від бродильного відділення (бродильних чанів) викидаються двома витяжними решітками джерелам №14, №18.

Згідно результатів інструментальних вимірювань об'єм газу становить:

$$V = 1.087 \text{ м}^3/\text{с}$$

Концентрація спирту етилового на виході:

$$C_{\text{max}} = 122.05 \text{ мг/м}^3$$

В атмосферу викидатиметься:

$$M \text{ спирту етилового} = 122.05 \cdot 1.087 : 1000 = 0.1327 \text{ г/с}$$

По джерелам (пропорційно об'ємам згідно інструментальним вимірам валові викиди становлять:

Джерело № 14 – $V = 0.59 = 65.2\%$

Джерело № 18 – $V = 0.597 = 34.8\%$

У процентному відношенні на джерело № 18 – припадає **34.8%**

Згідно літератури [4], питомі викиди спирту етилового становлять **2.8 г/тис. дал спирту.**

$$M \text{ спирту етилового} = 970 \cdot 2.8 : 1000 \cdot 0.348 = 0.945 \text{ т/рік}$$

Джерело №19 (організоване)

Оббивочна машина

Вентсистема обладнана циклоном ЦОЛ-1100.

$$K_{оч} = 82,5\%$$

Переробляється **17000 тонн зерна**

До циклона

Згідно результатів інструментальних вимірювань об'єм газу становить:

$$V = 1.15 \text{ м}^3/\text{с}$$

Концентрація *реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом* на вході в УОГ:

$$C_{\max} = 272.95 \text{ мг/м}^3$$

Поступає на очистку в УОГ:

$$M \text{ реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом} = 272.95 \cdot 1.15 : 1000 = 0.3139 \text{ г/с}$$

Після циклона

Згідно результатів інструментальних вимірювань об'єм газу становить:

$$V = 1.14 \text{ м}^3/\text{с}$$

Концентрація *реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом* на виході з УОГ:

$$C_{\max} = 47.76 \text{ мг/м}^3.$$

В атмосферу викидатиметься:

$$M \text{ реч. у вигляді сусп. тв. част. недиф. за складом} = 47.76 \cdot 1.14 : 1000 = 0.0544 \text{ г/с}$$

Визначаємо коефіцієнт очистки УОГ:

$$K_{оч.} = (272.95 - 47.76) \cdot 100 : 272.95 = 82.5\%.$$

Джерело обладнане циклоном з $K_{оч.} = 82.5\%$.

Згідно літератури [4], питомі викиди пилу зернового становлять **180 г/(т/год)** зернопродуктів.

У процентному відношенні на джерело № 19 – припадає **43%** викидів пилу зернового.

$$M_{реч. у вигл. сусп. тв. част. недиф. за скл.} = 17000 \cdot 180 \cdot 0.43 \cdot (1 - 0.825) \cdot 10^{-6} = 1.316 \text{ т/рік}$$

Джерело №20 (організоване)

Спиртоприймне і спиртовідпускне відділення. Витяжна решітка

Зберігається **970 тис.** дал спирту в рік.

Згідно результатів інструментальних вимірювань об'єм газу становить:

$$V = 0.361 \text{ м}^3/\text{с}$$

Концентрація спирту етилового на виході:

$$C_{max} = 549.91 \text{ мг/м}^3$$

В атмосферу викидатиметься:

$$M_{спирт етиловий} = 549.91 \cdot 0.361 : 1000 = 0.1985 \text{ г/с}$$

У процентному відношенні на джерело № 20 – припадає **62.5%**.

Згідно літератури [4], питомі викиди спирту етилового для спиртоприймного відділення становлять **1.6 кг/тис.** дал спирту, та **0.8 кг/тис.** дал спирту для спиртовідпускного.

$$M_{спирт етиловий} = 970 \cdot (1.6+0.8) \cdot 10^{-3} \cdot 0.625 = 1.455 \text{ т/рік}$$

Джерело №21 (організоване)

Спиртосховище. (Ємкості для зберігання спирту)

Фонд робочого часу **7800 годин** на рік.

Зберігається **970 тис.** дал спирту в рік.

Згідно результатів інструментальних вимірювань об'єм газу становить:

$$V = 0.37 \text{ м}^3/\text{с}$$

Концентрація спирту етилового на виході:

$$C_{max} = 269.86 \text{ мг/м}^3$$

В атмосферу викидатиметься:

$$M \text{ спирту етилового} = 269.86 \cdot 0.37 : 1000 = 0.0998 \text{ г/с}$$

У процентному відношенні на джерело № 21 – припадає 38.6%

Згідно літератури [4] питомі викиди спирту етилового становлять 2.2 кг/тис. дал спирту.

$$M \text{ спирту етилового} = 970 \cdot 2.2 \cdot 0.386 \cdot 10^{-3} = 0.824 \text{ т/рік}$$

Джерело №22 (організоване)

Спиртосховище. (Ємкості для зберігання спирту)

Фонд робочого часу 7800 годин на рік.

Зберігається 970 тис. дал спирту в рік.

Згідно результатів інструментальних вимірювань об'єм газу становить:

$$V = 0.358 \text{ м}^3/\text{с}$$

Концентрація спирту етилового на виході:

$$C_{\text{max}} = 283.36 \text{ мг/м}^3$$

В атмосферу викидатиметься:

$$M \text{ спирту етилового} = 283.36 \cdot 0.358 : 1000 = 0.1014 \text{ г/с}$$

У процентному відношенні на джерело № 22 – припадає 37.4%

Згідно літератури [4] питомі викиди спирту етилового становлять 2.2 кг/тис. дал спирту.

$$M \text{ спирту етилового} = 970 \cdot 2.2 \cdot 0.374 \cdot 10^{-3} = 0.798 \text{ т/рік}$$

Джерело №23 (організоване)

Паливна. Котел "Рівне-80" 1 шт.

Джерело №24 (неорганізоване)

Ємкість гарячої барди

Фонд робочого часу 7800 годин на рік.

Відпускається 970 тис. дал спирту в рік.

Згідно літератури (5), питомі викиди оцтової кислоти становлять (0.0005 г/с).

$$M \text{ оцтової кислоти} = 0.0005 \text{ г/с}$$

Згідно літератури [4], питомі викиди оцтової кислоти становлять **0.006 г/тис. дал спирту**.

$$M_{\text{оцтової кислоти}} = 970000 \cdot 0.006 \cdot 10^{-6} = 0.006 \text{ т/рік}$$

Джерело №25 (організоване)

Хімічна лабораторія

Шкаф витяжний хімічної лабораторії.

Фонд робочого часу **8760 годин** на рік.

Згідно літератури [4], питомі викиди в атмосферу від обладнання заводських лабораторій становлять:

$$M_{\text{водень хлористий}} = 1.32 \cdot 10^{-4} \text{ г/с}$$

$$M_{\text{кислота сірчана}} = 2.67 \cdot 10^{-5} \text{ г/с}$$

$$M_{\text{натрію гідроксид}} = 1.31 \cdot 10^{-5} \text{ г/с}$$

$$M_{\text{спирт етиловий}} = 1.67 \cdot 10^{-3} \text{ г/с}$$

$$M_{\text{кислота оцтова}} = 1.92 \cdot 10^{-4} \text{ г/с}$$

$$M_{\text{водень хлористий}} = 1.32 \cdot 10^{-4} \cdot 3600 \cdot 8760 : 10^6 = 0.0042 \text{ т/рік}$$

$$M_{\text{кислота сірчана}} = 2.67 \cdot 10^{-5} \cdot 3600 \cdot 8760 : 10^6 = 0.0008 \text{ т/рік}$$

$$M_{\text{натрію гідроксид}} = 1.31 \cdot 10^{-5} \cdot 3600 \cdot 8760 : 10^6 = 0.0004 \text{ т/рік}$$

$$M_{\text{спирт етиловий}} = 1.67 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 \cdot 8760 : 10^6 = 0.053 \text{ т/рік}$$

$$M_{\text{кислота оцтова}} = 1.92 \cdot 10^{-4} \cdot 3600 \cdot 8760 : 10^6 = 0.061 \text{ т/рік}$$

Джерело №26 (організоване)

Склад ПММ (дизпаливо)

б) резервуар зберігання дизпалива

Ємність резервуара – **25 м³** в кількості – **1 шт.**

Зберігається дизпалива – **180 м³/рік**

Фонд робочого часу – **8760 год/рік**

Витрата дизпалива в холодний період – **50 м³/рік**

Витрата дизпалива в теплий період – **130 м³/рік**

Викид вуглеводнів від зберігання дизпалива в ємкості:

$$P_{\text{рез.}} = V \cdot C_v \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot 10^{-6}$$

$$n = 50 / 25 = 2 \text{ (оборотність в холодний період року)}$$

$n = 130 / 25 = 5.2$ (оборотність в теплий період року)

$k_1 = 1.06$ (коєф. пов'язаний з обор. резервуара в холодний період року)

$k_1 = 1.05$ (коєф. пов'язаний з обор. резервуара в теплий період року)

$k_2 = 1$ (коєф. пов'язаний з режимом експлуатації) [7; 8].

Масова концентрація насичених парів [7; 8]:

При $t(\text{ср}) = -4.6$ град. $^{\circ}\text{C}$

$C_{\text{в}}(X) = 0.8 \text{ г/м}^3$

При $t(\text{ср}) = 15.46$ град. $^{\circ}\text{C}$

$C_{\text{в}}(T) = 4.8 \text{ г/м}^3$

$\text{Пх рез.} = 50 \cdot 0.8 \cdot 1.06 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0.000042 \text{ т/рік}$

$\text{Пт рез.} = 130 \cdot 4.8 \cdot 1.05 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0.00066 \text{ т/рік}$

$\text{П вуглеводнів} = 0.0007 \cdot 10^6 / (182 \cdot 24 \cdot 3600) = 0.00004 \text{ г/с}$

$\text{П вуглеводнів} = 0.000042 + 0.00066 = 0.0007 \text{ т/рік}$

Джерело №27 (неорганізоване)

Пальне-роздавальні колонки, які викидають у атмосферу вуглеводні пари під час заправки автотранспорту нафтопродуктами. Видача пального відбувається за допомогою двох пально-роздавальних колонок. Проводимо розрахунки відповідно до літературних джерел [10; 14].

1. Відпуск бензину.

Кількість робочого часу – $200 : 2,4 = 83,3 \text{ год/рік}$

Кількість відпущеного бензину – $200 \text{ м}^3/\text{рік}$

Витоки бензину у вигляді випарів під час заправки автомобільного баку:

$$\text{П} = \text{Q} \cdot \text{K} \cdot \text{g} \cdot 10^{-3} : 3600, (\text{г/с})$$

де, $\text{Q} = 2,4 \text{ м}^3/\text{год}$ (продуктивність паливно-роздавальної колонки)

$\text{g} = 730 \text{ кг/м}^3$ (густина палива)

$\text{K} = 5.8\text{E}-5$ (коефіцієнт, що залежить від концентрації парів бензину)

$$\text{П} = 2.4 \cdot 5.8 \text{ E}-5 \cdot 730 \cdot 10^{-3} : 3600 = 0.028 (\text{г/с})$$

$$\text{П} = 0.028 \cdot 200 : 2.4 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0.0084 (\text{т/рік})$$

Відповідно до літератури ([10; 14], табл. 2.1.4), вміст забруднюючих речовин у випарах бензину виражений у відсотках від маси і складає:

насичені вуглеводні – **95.85**

ароматичні вуглеводні – **4.15**

в т.ч.:

бензол – **2.16**

толуол – **1.76**

ксилол – **0.23**

Викиди по цих речовинах будуть:

$$M \text{ насич. вуглеводнів} = 0.028 \cdot 0.9585 = 0.0268 \text{ г/с}$$

$$M \text{ насич. вуглеводнів} = 0.0084 \cdot 0.9585 = 0.0081 \text{ т/рік}$$

$$M \text{ аромат. вуглеводнів} = 0.028 \cdot 0.0415 = 0.0012 \text{ г/с}$$

$$M \text{ аромат. вуглеводнів} = 0.0084 \cdot 0.0415 = 0.00035 \text{ т/рік}$$

в тому числі:

$$M \text{ бензол} = 0.028 \cdot 0.0216 = 0.0006 \text{ г/с}$$

$$M \text{ бензол} = 0.0084 \cdot 0.0216 = 0.00018 \text{ т/рік}$$

$$M \text{ толуол} = 0.028 \cdot 0.0176 = 0.0005 \text{ г/с}$$

$$M \text{ толуол} = 0.0084 \cdot 0.0176 = 0.00015 \text{ т/рік}$$

$$M \text{ ксилол} = 0.028 \cdot 0.0023 = 0.0001 \text{ г/с}$$

$$M \text{ ксилол} = 0.0034 \cdot 0.0023 = 0.00002 \text{ т/рік}$$

2. Відпуск дизпалива

Фонд робочого часу – $180 : 2,4 = 75$ год/рік

Кількість відпущеного дизпалива – $180 \text{ м}^3/\text{рік}$

Масові викиди палива від випаровування при наливі в бак автомобіля:

$$P = Q \cdot K \cdot g \cdot 10^3 : 3600, \text{ (г/с)}$$

де, $Q = 2,4 \text{ м}^3/\text{год}$ (продуктивність паливно-роздавальної колонки)

$g = 930 \text{ кг/м}^3$ (густина палива)

$K = 3.5 \text{E-}5$ (коефіцієнт, що залежить від концентрації парів дизельного палива) $P = 2.4 \cdot 3.5 \text{ E-}5 \cdot 930 \cdot 10^3 : 3600 = 0.0217 \text{ (г/с)}$

$$P = 0.0217 \cdot 180 : 2.4 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0.0059 \text{ (т/рік)}$$

Разом викиди насичених вуглеводнів становлять:

$$M \text{ насич. вуглеводнів} = 0.0268 + 0.0217 = 0.0515 \text{ г/с}$$

$$M \text{ насич. вуглеводнів} = 0.0081 + 0.0059 = 0.014 \text{ т/рік}$$

Всього по джерелу:

$$M \text{ насич. вуглеводнів} = 0.0268 + 0.0515 = 0.0783 \text{ г/с}$$

$$M \text{ насич. вуглеводнів} = 0.0081 + 0.014 = 0.022 \text{ т/рік}$$

3.4 Аналіз впливу викидів забруднюючих речовин на стан атмосферного повітря

Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин на стан забруднення атмосферного повітря здійснюється за даними результатів розрахунків розсіювання.

Розрахунок дисперсії забруднюючих речовин у повітрі виконується за допомогою програми EOL, яка отримала схвалення Мінекобезпеки України. Програма EOL розроблена для визначення полів концентрацій забруднюючих речовин в повітрі на земній поверхні з метою визначення впливу джерела забруднення на навколишнє середовище у відповідності з нормативами ГДК підприємства. Ця програма реалізує “Методику розрахунку концентрацій у повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств”, визначену в ОНД-86. Розрахунок був виконаний на комп'ютері AMD Duron – 1200 за параметрами, вказаними у обґрунтуванні розрахунків викидів. Розрахунковий прямокутник мав розміри 2000 x 2000, крок сітки – 100 метрів.

Аналіз результатів розрахунків підтверджує, що максимальні концентрації забруднюючих речовин на межі Санітарно-захисної зони (СЗЗ) становлять:

Залізний оксид: 0.017 частки ГДК

Азоту діоксид: 0.093 частки ГДК

Спирт етиловий: 0.204 частки ГДК

Вуглеводні граничні: 0.052 частки ГДК

Пил деревини: 0.496 частки ГДК

Пил металевий: 0.130 частки ГДК

Пил зерновий: 0.314 частки ГДК

Для інших речовин розрахунок необґрунтований, оскільки максимальні концентрації виражені у частках ГДК, які менше 0.4.

3.5 Оцінка відповідності реальних викидів забруднюючих речовин в атмосферу від постійних джерел до існуючих нормативів на викиди

Щоб оцінити відповідність реальних викидів забруднюючих речовин в атмосферу від постійних джерел на спиртзаводі до існуючих нормативів на викиди, необхідно провести комплексний аналіз конкретних показників викидів та порівняти їх із чинними екологічними стандартами та нормами.

Оцінка відповідності може включати наступні етапи:

Збір даних: в цей етап входить збір даних про типи забруднюючих речовин, їх концентрації та обсяги викидів з спиртзаводу; враховування різних джерел викидів, включаючи димові труби, промислові викиди, та інші джерела.

Порівняння з нормативами: порівняти зібрані дані із чинними національними та міжнародними стандартами на викиди забруднюючих речовин. Це може включати стандарти на окремі речовини або загальні норми для певних галузей промисловості.

Оцінка ризиків: на цьому етапі потрібно визначити можливі ризики та вплив викидів на навколишнє середовище та здоров'я людей; врахувати кумулятивний ефект викидів та їхній вплив на якість повітря.

Визначення відхилень: тут виявляють будь-які відхилення від стандартів та нормативів; визначають фактори, які можуть впливати на величину викидів та їхні зміни в часі.

І останнім етапом є розробка плану заходів для вирішення будь-яких відхилень від нормативів, включаючи вдосконалення технологічних процесів, удосконалення систем відслідковування та контролю, і впровадження нових технологій для зменшення викидів. Цей процес повинен враховувати специфічні умови та характеристики даного спиртзаводу. Після аналізу може

бути визначено, чи відповідають викиди забруднюючих речовин у повітря встановленим екологічним стандартам і нормам. Якщо будь-які відхилення виявлені, це може вимагати вжиття конкретних заходів для забезпечення відповідності нормативам та зниження негативного впливу на довкілля.

В наступній таблиці проведемо оцінку відповідності реальних викидів забруднюючих речовин в атмосферу від постійних джерел до існуючих нормативів на викиди.

Таблиця 3.3 – Аналіз фактичних викидів забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел, порівняний з нормативами на викиди

Номер джерела викиду	Код забруднюючої речовини	Найменування забруднюючої речовини	Фактичний викид		Норматив гранично допустимого викиду	
			масова концентрація в газопиловому потоці, мг/м ³	величина масового потоку в газах, що відходять, кг/год	масова концентрація в газопиловому потоці, мг/м ³	величина масового потоку в газах, що відходять, кг/год
1	2	3	4	5	6	7
130103 установки для спалювання < 50 МВт (котлоагрегати)						
1	4001	Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту [NO + NO ₂])	115,281	0,99	500	> 5
	6000	Оксид вуглецю	37,071	0,3204	250	> 5
130106 інше стаціонарне обладнання						
23	4001	Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту [NO + NO ₂])	26,784	0,00252	500	> 5
	6000	Оксид вуглецю	156,512	0,0018	250	> 5
210415 зберігання неорганічних хімічних продуктів						
25	3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок(мікрочастинки,волокна)	0,107	4,68E-5	150	< 0,5
	5004	Сульфатная кислота (H ₂ SO ₄)(сірчана кислота)	0,221	9,612E-5		-
	11000	Спирт етиловий	13,802	0,006012		-
	11028	Кислота оцтова	1,587	0,0006912	100	0,1...2
	15003	Водню хлорид (соляна кислота за молекулою HCl)	1,091	0,0004752	30	> 0,3
210608 міцні спиртні напої						
6	11000	Спирт етиловий	684,160	0,56628		-
11	11000	Спирт етиловий	549,910	0,51012		-
12	11000	Спирт етиловий	566,250	0,2934		-

Продовження таблиці 3.3						
1	2	3	4	5	6	7
13	5004	Сульфатная кислота (H ₂ SO ₄)(сірчана кислота)	1,110	0,00432		-
	11000	Спирт етиловий	70,920	0,2736		-
14	11000	Спирт етиловий	90,350	0,66204		-
18	11000	Спирт етиловий	125,050	0,47772		-
20	11000	Спирт етиловий	549,910	0,7146		-
21	11000	Спирт етиловий	269,860	0,35928		-
22	11000	Спирт етиловий	283,360	0,36504		-
210621 переробка сільськогосподарської продукції						
3	3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки,волокна)	25,420	0,02664	150	< 0,5
5	3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки,волокна)	48,240	0,21096	150	< 0,5
19	3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки,волокна)	47,760	0,19584	150	< 0,5

Провівши аналіз, ми бачимо, що викиди забруднюючих речовин у повітря відповідають встановленим екологічним стандартам і нормам.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ І ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

4.1 Аналіз стану охорони праці

Будь-яке суспільство варте уваги лише тоді, коли воно гарантує своїм громадянам основні права і свободи. Одним із найважливіших є право на працю та безпеку праці. В Україні згідно зі статтею 4 Закону України “Про охорону праці” [13] власник має обов’язок створювати безпечні та нешкідливі умови праці на своєму підприємстві. Однак економіко-правові відносини та складна економічна ситуація в країні сприяють зростанню рівня виробничого травматизму та професійної захворюваності у всіх сферах.

Для поліпшення стану охорони праці, зокрема на підприємствах, як от спиртзаводи, необхідно розробляти комплексні програми заходів. Ці програми повинні включати організаційні, технічні, технологічні та психологічні заходи та засоби для вирішення цієї актуальної проблеми. Мета даного розділу – проаналізувати поточний стан охорони праці та запропонувати заходи, які підвищать безпеку праці на спиртзаводах під час виробництва спирту.

На заводі була утворена служба охорони праці відповідно до закону України ‘Про охорону праці’. Керівник служби охорони праці підпорядкований директорові заводу. Посадові інструкції інженерно-технічних працівників відповідають вимогам положень, затверджених Держнаглядом охороною праці 3 липня 1993 року. На заводі було розроблено та затверджено положення про службу охорони праці Ковалівського спиртзаводу, а також затверджено перелік інструкцій з охорони праці.

У березні 2022 року було проведено щорічну перевірку знань працівників, особливо тих, що працюють у професіях підвищеної небезпеки. На заводі були розроблені комплексні заходи з охорони праці на 2022 рік, а перевірка цехів і дільниць відповідно до плану роботи служби охорони праці проводиться з оформленням актів. Зварювальні роботи на тимчасових місцях виконуються за нарядами-допусками.

Проведено вимірювання захисного заземлення і перевірку ізоляції силових та освітлювальних ліній електрообладнання заводу. На щастя, не було зафіксовано нещасних випадків, пов'язаних із виробництвом, на підприємстві.

Для забезпечення нормальних та безпечних умов праці в кожному виробничому приміщенні спиртового заводу, необхідно регулярно проводити контроль якості повітряного середовища на наявність шкідливих газів та парів. Ці речовини можуть потрапляти в атмосферу окремих виробничих приміщень підприємства з інших зон, де існують технологічні порушення. Зокрема, це можуть бути аміак, фреон або діоксид вуглецю з компресорних станцій чи бродильних відділень, пари спиртів та ефір з брагоректифікаційних установок тощо. Якщо шкідливі речовини потрапляють на шкіру чи дихальні шляхи працівників, вони можуть негативно впливати на здоров'я людини, особливо якщо їх концентрація в повітрі робочої зони перевищує гранично допустимі норми. Тому контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочого простору повинен бути постійним для речовин першого класу небезпеки та періодичним для речовин другого, третього і четвертого класів небезпеки [37].

Основні заходи на заводі для боротьби з професійними захворюваннями, що виникають внаслідок впливу отруйних шкідливих газів та парів, передбачають удосконалення технологічних процесів та обладнання з метою зменшення викидів шкідливих газів у повітря та впровадження системи вентиляції для виробничих приміщень.

Моніторинг стану повітря в приміщеннях спиртзаводу та вмісту шкідливих речовин здійснюється за допомогою газоаналізаторів, хімічних індикаторів та газосигналізаторів. Враховуючи різні характеристики сполук, вибираються відповідні методи аналізу. Вміст шкідливих сполук у повітрі визначається шляхом прямого вимірювання їх концентрації або опосередковано за вмістом кисню в середовищі. Експресні методи, зокрема на основі зміни забарвлення індикаторних мас, індикаторного паперу тощо, є простими та оперативними.

Для визначення вмісту шкідливих сполук у повітрі виробничих приміщень використовують автоматичні методи, такі як переносні та стаціонарні газоаналізатори і газосигналізатори, які дозволяють отримувати швидкі та точні результати аналізу.

Усі працівники, які працюють у цехах і відділеннях, повинні бути особами, що досягли 18-річного віку, пройшли медичне обстеження, отримали вступний інструктаж, спеціальне навчання та пройшли перевірку теоретичних і практичних знань у кваліфікаційній комісії з охорони праці.

4.2 Оптимізація умов санітарії на виробництві, забезпечення безпеки та запобігання пожежам

Всі працівники спиртового заводу повинні мати знання та строго дотримуватися правил пожежної безпеки, ознайомившись з ними під час проведення протипожежних інструктажів.

Для уникнення пожеж та вибухів, а також для припинення їх поширення на кожному спиртзаводі розробляється план протипожежних заходів. У цьому плані враховані порядок повідомлення керівників підприємств та виклик пожежних підрозділів, перелік пожежо- та вибухонебезпечних приміщень і обладнання, можливі причини пожежі та вибуху, дії персоналу підприємства для запобігання пожежі чи вибуху, а також методи та засоби їх ліквідації.

План протипожежних заходів на спиртзаводі повинен бути комплексним та деталізованим, враховуючи специфіку виробництва і ризики, пов'язані з обробкою спирту. Основні елементи такого плану покажемо у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – План протипожежних заходів

Заходи	Характеристика заходів
Попередні заходи та навчання	Забезпечення всього персоналу навчаннями з пожежної безпеки та проходженням регулярних тренувань.
	Проведення протипожежних інструктажів та ознайомлення працівників із заходами безпеки
Устаткування та засоби гасіння пожежі	Забезпечення наявністю та належним функціонуванням пожежних водяних і повітряно-пінних стволів. Розміщення відповідно пожежних водопроводів, вогнегасників різних типів, бочок з водою та ін. гас. обладн.

Продовження таблиці 4.1	
1	2
План евакуації	Визначення евакуаційних шляхів та зон безпеки. Проведення тренувань із евакуації персоналу.
Попередні заходи щодо пожежобезпеки	Перевірка електропроводки та встановлення систем автоматичного виявлення та сигналізації пожежі. Забезпечення сумісності матеріалів та устаткування із стандартами безпеки.
Керування та координація	Визначення відповідальних осіб за вжиття заходів у разі пожежі. Розробка системи повідомлення та взаємодії з пожежними службами.
Моніторинг та аудит	Проведення регулярних перевірок устаткування, засобів гасіння та систем безпеки. Аудит систем пожежної безпеки з метою вдосконалення плану та його відповідності стандартам.

Цей план повинен бути постійно оновлюваним та переглядатися при зміні умов виробництва чи будь-яких інших факторів, які можуть вплинути на пожежну безпеку на спиртзаводі.

Також визначається порядок та засоби евакуації персоналу та обладнання.

Спиртовий завод має бути обладнаний первинними засобами для гасіння пожеж, такими як пожежні водні і повітряно-пінні стволи, внутрішні пожежні водопроводи (з кранами), вогнегасники різних типів (хімічно-пінні, газові, порошкові), бочки з водою, лопати, відра, сухий пісок, азбестові ковдри, інструменти та пристрої для розбирання конструкцій під час гасіння (багра, лопата, сокира та інші). Для ліквідації пожеж використовують різні засоби, такі як водяні емульсії, вода, галогенові вуглеводні, хімічна та повітряно-механічна піна, водяна пара, діоксид вуглецю, інертні гази та порошки. Важливо враховувати, що вода заборонена для гасіння спирту, електроустановок та лужних металів. Для гасіння невеликих загорянь можуть використовуватися ручні та пересувні вогнегасники, пісок, тирса, а також насичений 15%-ним розчином кальцинованої соди, азбестові полотна та мати [37].

При прийманні та підготовці зерна для подальшої переробки виникає значна кількість пилу, що стає негативним фактором у виробничому середовищі. Цей пил може викликати різноманітні шкідливі ефекти на організм працівників і студентів, які проходять практику на заводі, включаючи фіброгенний, алергенний та канцерогенний вплив. Виробничий пил може

завдати шкоди організму людини через механічний, хімічний та бактеріологічний вплив. Його негативний вплив розповсюджується на органи травлення, дихання, зору та шкіру. Пил, крім того, сприяє передчасному зношуванню обладнання і може стати причиною пожеж та вибухів.

Відповідно до нормативної документації, у приміщеннях, де збирається зерно та проводиться його підготовка до переробки, встановлено гранично допустимі концентрації пилу (ГДК) на рівні 2 мг/м^3 . У випадку перевищення цього рівня, важливо використовувати засоби індивідуального захисту, такі як респіратори, пилозахисні окуляри та спеціальний одяг. Також перед викидом в атмосферу запилене повітря слід очищати за допомогою спеціальних фільтрів, циклонів та пилоосадників [9].

Під час розмелювання зерна і картоплі працівників можуть впливати ризикові та негативні фактори виробництва, такі як підвищена вологість і запиленість повітря, а також можливість електричного струму при замиканні на корпус електроустаткування. Відповідно до стандартів безпеки на робочому місці обов'язковими засобами індивідуального захисту є брезентовий костюм або комбінезон, гумові чоботи, спеціальні рукавиці (комбіновані), фартух із непроникним покриттям та респіратор.

У разі кровотеч, переломів, опіків, уражень електричним струмом або отруєнь працівники в секції водно-теплової обробки повинні мати навички надання першої (долікарської) допомоги своїм колегам.

На території спиртзаводу категорично заборонено куріння в недозволенних місцях.

Під час обробки зерна та іншої сировини, які містять крохмалевмісні компоненти, працівників можуть впливати небезпечні та шкідливі фактори виробництва. Серед цих факторів слід відзначити підвищений тиск у відповідних апаратах та комунікаціях, підвищену температуру поверхні обладнання та трубопроводів, електричний струм при можливому замиканні на корпусі електроустаткування, а також наявність гарячої маси та пари. Фахівець,

відповідальний за це відділення, повинен мати знання щодо засобів для попередження та ліквідації всіх можливих відхилень у роботі апаратів.

У процесі готування розчинів для поживних середовищ і солей також можуть впливати небезпечні та шкідливі фактори виробництва. До цих факторів входять підвищена температура поверхні устаткування, можливий електричний струм при замиканні на корпусі, підвищена загазованість повітря в робочій зоні через випари шкідливих речовин, що можуть викликати подразнення слизової оболонки та шкіри (наприклад, діамоній-фосфат, хлор), а також небезпека отруєння (сечовина, сірчана кислота, соляна кислота), важкі опіки (наприклад, їдкий натрій) та інші.

Відповідно до норм безпеки, працівники забезпечуються необхідними засобами індивідуального захисту, такими як напівкомбінезони, гумові чоботи, гумові рукавиці, ковпак, захисні окуляри, респіратор та протигаз.

При процесі бродіння на працівників можуть впливати різні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, такі як електричний струм, який може замикатися на корпусі електроустаткування, підвищена температура поверхні устаткування, відкрита пара, особливо у випадку порушення герметичності паропроводів, та наявність діоксиду вуглецю [4].

Для того щоб працювати на спиртзаводі, особа повинна бути не молодше 18 років, пройти медичний огляд, отримати вступний інструктаж, пройти перевірку теоретичних та практичних знань у кваліфікаційній комісії з охорони праці, пройти інструктаж на робочому місці, стажування та отримати відповідне посвідчення. Працівники спиртзаводу повинні володіти навичками надання першої (долікарської) допомоги, дотримуватися правил особистої гігієни та вимог безпеки, як перед початком роботи, так і під час роботи, в аварійних ситуаціях та після закінчення виконання робіт.

Виконання робіт відповідно до “Типових інструкцій з охорони праці за професіями та видами робіт у спиртовому та лікер-горілчаному виробництвах” передбачає врахування різних аспектів безпеки праці. Під час роботи на апаратах чистої культури оператор може стикатися із різними небезпечними та

шкідливими факторами. Ці фактори включають підвищену температуру поверхні обладнання, електричний струм, який може замикатися на корпусі устаткування, високий рівень шуму на робочому місці, збільшену швидкість повітря (протяги), недостатнє освітлення робочої зони, підвищену вологість повітря, і виділення таких шкідливих речовин, як соляна кислота, формалін, діоксид вуглецю, та каустична сода (рідкий натрій), які можуть викликати сильну подразнюючу дію. Працівники повинні користуватися належними засобами індивідуального захисту, такими як напівкомбінезони, гумові чоботи, гумові рукавиці, ковпак, фартух із гумовим покриттям, захисні окуляри, респіратор і протигаз.

У надзвичайних обставинах, зокрема під час пожежі, необхідно негайно вимкнути обладнання, повідомити пожежну частину та адміністрацію, і прийняти заходи для припинення пожежі та уникнення її подальшого поширення. У випадку розливу кислоти чи лугу на підлогу слід застосувати пісок для поглиблення рідини, а потім нейтралізувати кислоту негашеним вапном чи карбонатом натрію; луги можна нейтралізувати оцтовою кислотою. У разі ознак отруєння від підвищених концентрацій кислоти, лугу чи інших небезпечних речовин, працівникам слід вийти на свіже повітря, випити молока та повідомити адміністрацію. При потраплянні кислоти чи лугу на шкіру або в очі необхідно терміново промити їх струменем води протягом 10-15 хвилин. У таких ситуаціях слід діяти відповідно до “Інструкції з надання першої долікарської допомоги при нещасних випадках” [37].

Працівники спиртзаводу можуть стикатися із різними небезпечними та шкідливими факторами, такими як підвищена температура поверхні устаткування, трубопроводів і арматури, електричний струм при його замиканні на корпусі устаткування, наявність вибухонебезпечної суміші (парів спирту) у повітрі робочої зони, відкрита пара, гаряча маса та вода (у разі порушення герметичності устаткування), а також пари спирту, ефірів, сивушного масла, кислот та лугів [6; 22].

Пари етилового спирту, що мають шкідливий вплив на організм людини, в суміші з повітрям стають вибухонебезпечними. Вибух може статися при концентрації спирту в повітрі вище 3,6% об'ємно або 68 г/м³. Пара головної фракції, яка включає альдегіди, складні ефіри, вищі спирти (ізоаміловий та інші), метанол, кислоти, спричиняє подразнення слизових оболонок дихальних шляхів. Контакт з шкірою головної фракції етилового спирту у вигляді рідини викликає сильне подразнення. Кінцева фракція, яка представлена паром сивушного масла, викликає подразнення очей та слизових оболонок дихальних шляхів. Сивушне масло в рідкому стані також спричиняє подразнення шкіри при контакті.

Працівникам брагоректифікаційного відділення відповідно до норм необхідно мати наступні засоби індивідуального захисту: робочі халати, спеціальні костюми та ковпаки. Апаратники повинні строго дотримуватися вимог безпеки перед початком роботи, під час роботи, в аварійних ситуаціях та після закінчення роботи відповідно до “Типових інструкцій з охорони праці за професіями та видами робіт у спиртовому та лікеро-горілчаному виробництвах”.

4.3. Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій

Актуальність проблеми забезпечення природно-техногенної безпеки населення України та її території в останні роки обумовлена зростаючою тривожною тенденцією, пов'язаною із збільшенням кількості небезпечних явищ, промислових аварій та катастроф. Ці події призводять до значних матеріальних втрат, пошкодження здоров'я та втрати людських життів. У зв'язку з цим набуває ще більшої важливості роль цивільного захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій різного походження.

Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій – це система дій та заходів, спрямованих на забезпечення безпеки та допомогу громадянам під час непередбачуваних, небезпечних подій або кризових ситуацій. Ця система

включає в себе розробку та впровадження планів заходів для негайного реагування на різноманітні загрози, такі як природні катастрофи, техногенні аварії, епідемії, терористичні атаки та інші події, що можуть негативно впливати на безпеку населення. Основні аспекти захисту населення в умовах надзвичайних ситуацій покажемо у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Головні складові захисту населення в умовах надзвичайних ситуацій

Складові захисту	Характеристика складових захисту
Попередження та інформаційна робота	Розробка та впровадження систем попередження населення перед можливими загрозами. Це може включати системи аварійного оповіщення, масові повідомлення через медіа та соціальні мережі, а також навчання населення діяти в разі надзвичайних ситуацій.
Евакуація та притулок	Забезпечення можливостей евакуації населення з небезпечних зон та організація притулків для тих, хто потребує тимчасового притулку. Це може включати розробку планів евакуації, розташування безпечних зон та забезпечення необхідних ресурсів для тимчасового перебування.
Медична допомога	Забезпечення медичної допомоги та реагування на травми чи захворювання, що можуть виникнути внаслідок надзвичайної ситуації. Це включає мобілізацію медичних служб, госпіталізацію та надання першої допомоги.
Забезпечення необхідних ресурсів	Гарантування населенню доступу до необхідних ресурсів, таких як їжа, вода, ліки та інші необхідні засоби для виживання в умовах кризи.
Психологічна підтримка	Надання психологічної допомоги та підтримки тим, хто переживає стрес чи травматичні ситуації внаслідок надзвичайної події
Координація дій та співпраця	Взаємодія різних служб, урядових структур, громадських організацій та населення для ефективного вирішення проблем та мінімізації наслідків надзвичайних ситуацій

Місцеві державні адміністрації, діючи в межах своїх повноважень, вирішують питання цивільного захисту та вживають заходів для захисту населення і місцевості під час надзвичайних ситуацій різного походження.

Цивільна оборона спрямована на підготовку та захист підприємства від можливих наслідків надзвичайних ситуацій. Метою є зниження втрат, створення умов для ефективної роботи та проведення невідкладних рятувальних заходів (РІНР). Керівник підприємства несе відповідальність за організацію та готовність сил і засобів Цивільної оборони до реагування на надзвичайні ситуації. Для запобігання техногенних надзвичайних ситуацій і

зменшення збитків у випадку аварій, катастроф, вибухів, пожеж та стихійного лиха на підприємстві вживаються наступні заходи:

- забезпечення працівників підприємства індивідуальними засобами захисту та будівництво захисних споруд відповідно до норм і правил інженерно-технічних заходів Цивільної оборони.

- розробка та впровадження інженерно-технічних заходів для зменшення ризику виникнення надзвичайних ситуацій та захисту населення від їх наслідків.

- проведення науково-обґрунтованого прогнозу можливих наслідків надзвичайних ситуацій.

- безперервне спостереження за станом об'єкта та навколишнього середовища.

- підтримка готовності до негайного використання систем оповіщення та інформаційного забезпечення населення.

- створення локальних систем виявлення місць зараження та оповіщення.

- формування та підготовка спеціалізованих формувань для дій за призначенням.

З метою виконання поставлених завдань в усіх ланках міських і позаміських пунктів управління розгортається система оповіщення та інформаційного забезпечення. Ця система включає в себе автоматизовані системи централізованого оповіщення, лінії радіозв'язку, а також спеціальні засоби, що передбачають передачу необхідних сигналів та розпоряджень органам державної виконавчої влади і адміністраціям підприємства.

Автоматизована система оповіщення та інформаційного забезпечення будується на базі загальнодержавної мережі зв'язку і радіомовлення, розділяючись на державну та регіональну підсистеми. Мета системи полягає в забезпеченні циркулярного оповіщення посадових осіб, використовуючи для цього міську телефонну мережу, радіозв'язок та телебачення. Використання системи оповіщення та інформаційного забезпечення здійснюється

централізовано. Завдання передбачає реалізацію заходів, які здійснюються центральними та місцевими органами державної виконавчої влади, місцевими радами народних депутатів, штабами Цивільної оборони та адміністрацією підприємства, установ і організацій заздальгідь, а також у випадку виникнення надзвичайної ситуації з метою створення умов для виживання населення, яке може опинитися (опинилося) в зоні ураження.

Заходи забезпечення життєвих потреб населення, спрямовані на задоволення мінімуму необхідних потреб громадян, які стали жертвами (або можуть потрапити в таку ситуацію) надзвичайних подій, включають у себе: тимчасове переселення громадян в безпечні райони; організація харчування в районах лиха і тимчасового розселення; організація забезпечення постраждалого населення одягом, взуттям і товарами першої необхідності; забезпечення медичного обслуговування та санітарно-епідеміологічного нагляду в районах тимчасового розселення.

Виконання цього завдання передбачає проведення заходів, визначених чинним законодавством у справах ліквідації наслідків природних катастроф, аварій, епідемій, епізоотій, які становлять загрозу життю та здоров'ю населення, а також у таких випадках: надання допомоги постраждалим; евакуація населення з небезпечних зон; проведення карантинно-обсерваційних заходів; ізоляція вогнищ зараження; забезпечення громадського порядку в зонах лиха та вогнищах зараження; здійснення заходів щодо життєзабезпечення населення; соціально-психологічна реабілітація населення; проведення санітарно-гігієнічних та протиепідеміологічних заходів.

В адміністрації організації розроблені плани ліквідації аварій та невідкладних аварійно-відновних робіт (РНАВР) для різних надзвичайних ситуацій. Ці плани мають бути активовані негайно після отримання сигналу про надзвичайну ситуацію, який може надходити через радіо, телебачення чи інші засоби зв'язку.

Велике значення в набутті навичок реагування на надзвичайні ситуації має навчання населення питанням цивільного захисту. Основною метою такого

навчання є впровадження практичного використання засобів індивідуального захисту та правил поведінки при сигналах цивільної оборони.

За результатами досліджень стану охорони праці на підприємстві оцінюється як задовільний, але виявлені певні недоліки, такі як недотримання деяких пунктів техніки безпеки, гігієни праці та пожежної безпеки через нестачу технічного забезпечення.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Державне підприємство “Ковалівський спиртовий завод” – це виробничий об’єкт, заснований 25 грудня 1991 року і розташований в селі Ковалівка, Монастириського району Тернопільської області, Україна. Це є державне підприємство, яке належить та контролюється державою.

Дане підприємство відіграє важливу роль у виробництві етилового спирту та внесенні у розвиток економіки регіону. Основний вид діяльності: - дистиляція, ректифікація та змішування спиртних напоїв. Інші види діяльності: - діяльність посередників у торгівлі товарами широкого асортименту; виробництво безалкогольних напоїв, виробництво мінеральних вод та інших вод, розлитих у пляшки.

Головна сфера діяльності – виробництво етилового спирту. Річний обсяг виробництва становить 970 тисяч далл.

ДП “Ковалівський спиртзавод” є потужним підприємством, яке активно впроваджує нові технології, збільшує обсяг виробництва та покращує якість продукції.

У ході технологічних процесів виробництва спирту взаємодіють різноманітні виробничі дільниці, які відіграють ключову роль у формуванні викидів забруднюючих речовин. Серед них можна виділити такі важливі відділення: розмольне відділення; відділення для варіння; дріжджово-бродильні відділення; ректифікаційне відділення; місця зберігання спирту; відділення приймання та відпуску спирту; котельня, паливна; механічна майстерня; місце електрозварювання та газорізання.

Ці відділення не лише визначають етапи виробництва, але й є джерелами викидів шкідливих речовин, що потребують контролю та заходів для зменшення впливу на навколишнє середовище.

Усі джерела забруднення атмосферного повітря призводять до викиду у повітряному середовищі 12 різних забруднюючих речовин заводу, включаючи зерновий пил, етиловий спирт, етилацетат, діоксид азоту, оксид вуглецю,

водень хлористий, сірчану кислоту, оксид заліза, марганець, фториди, бензин і гас. Зазначено, що п'ять з цих забруднюючих речовин відносяться до другого класу небезпеки (марганець, фториди, діоксид азоту, водень хлористий, сірчана кислота), дві належать до третього класу небезпеки (пил зерновий, оксид заліза), а п'ять входять до четвертого класу небезпеки (бензин, гас, оксид вуглецю, етиловий спирт).

Для зменшення кількості викиду шкідливих речовин на підприємстві частково встановлено газоочисне устаткування (циклони). Однак, слід зазначити, що на підприємстві не ведеться достатня робота по зменшенню викидів.

Аналіз результатів розрахунку забруднюючих речовин в атмосферному повітрі з врахуванням окремих точок, усередненої по всіх інгредієнтах та відкоригованої по напрямках вітру зони забруднення показав, що фактична зона забруднення менша від нормативної СЗЗ (50 м). В фактичній зоні забруднення не знаходяться житлові будинки, школи, дошкільні дитячі заклади, об'єкти соціального призначення.

Враховуючи вище подані матеріали рекомендується встановити розрахункову санітарно-захисну зону відповідно до вимог охорони атмосферного повітря населених місць від забруднення хімічними і біологічними речовинами по межі усередненої по всіх інгредієнтах та відкоригованої по напрямках вітру зони забруднення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондар О. І. “Зелена” економіка як підґрунтя екологізації місцевого розвитку : монографія / О. І. Бондар, Т. П. Галушкіна, П. Я. Унгурян ; М-во екології та природ. ресурсів України, Держ. еколог. академія післядипломної освіти та управління. Херсон : ОЛДІ-плюс, 2019. 236 с.
2. Бондар О. І., Барановська В. Є., Єресько О. В. та ін. Екологічна освіта для сталого розвитку у запитаннях та відповідях: науково-методич. посібник для вчителів / за ред . О. І. Бондаря. Херсон: Грінь Д. С., 2015. 231 с.
3. Васюкова Г. Т. Екологія : підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г. Т. Васюкова, О. І. Ярошева. К. : Кондор, 2020. 523 с.
4. Викиди забруднювальних речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. ГКД 34.02.305-2002. Київ, 2002.
5. Впровадження екологічного стандарту “зелений клас” у закладах освіти згідно ДСТУ ISO 14024 / Барановська В.Є., Берзіна С.В., Іванова О.В. та ін. Методичний посібник. Київ: вид-во “Задруга”, 2014.
6. Головне управління статистики у Тернопільській області. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.te.ukrstat.gov.ua/Resp.html>
7. Екологічні новини України та світу. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.news.ukrntec.com>
8. Жиравецький Т. М., Кравченко О.В. Правова охорона атмосферного повітря: практичні аспекти. За заг. ред. Жиравецького Т. М. Львів: ЕПЛ, 2014. 120 с.
9. Житецький В. Ц., Джигерей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. Навч. посібник. Львів. ПТВФ “Афіша”, 2000. 341с.
10. Жук Г., Нікітін Є., Сміхула А., Дутка О., Іванів О.: Енерготехнології й ресурсозбереження, 2018. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://doi.org/10.33070/etars.1.2018.07>
11. Закон України “Про захист інтересів суб’єктів подання звітності та інших документів у період дії воєнного стану або стану війни” : [Електронний

- ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2115-20#Text>
12. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища”.
[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
13. Закон України “Про охорону праці” : [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
14. Клименко М. О. Техноекологія : підруч. / М. О. Клименко, І. І. Залеський ; МОН України, НУ водного господарства та природокористування. Стереотипне вид. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 347 с.
15. Коваль В.О. Екологія. Навч.-методич. посібник. Чернігів: 2015. 132 с.
16. Кулешов М. М. Система реагування на надзвичайні ситуації та механізми управління. Вісник НУЦЗУ. 2017. Вип. 1 (6). С. 314–321.
17. Лук’янова Л. Б. Основи екології, методика екологізації фахових дисциплін: Навчально-методичний посібник для викладачів. Вид. 2-ге змінене і доповнене. Київ : ТОВ “ДСК – Центр”. 2016. 210 с.
18. Мягченко О.П. Основи екології : Підручник, 3-тє видання, виправлене і доповнене. 2020. 312 с.
19. Науково-технічний журнал “Проблеми екології” (Донецький державний технічний університет). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://fgtu.donntu.edu.ua/fm/eco.htm>
20. Основи екології [Текст] : підручник / Я. Б. Олійник, П. Г. Шищенко, О. П. Гавриленко. К. : Знання, 2012. 558 с.
21. Офіційний сайт Міністерства екології і природних ресурсів України. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua>
22. Офіційний сайт Українського науково-дослідного інституту екологічних проблем. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.niiep.kharkov.ua>
23. Постанова від 14.08.2019 №827 “Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря”. [Електронний

- ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=85106
24. Приватизація спиртової галузі. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://privatization.gov.ua/alcohol-industry/>
25. Природоохоронні технології : навч. посіб. Ч. 2. : Методи очищення стічних вод / [Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І.]. Вінниця : ВНТУ, 2014. 254 с.
26. Радіоекологія : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / І. М. Гудков, В. А. Гайченко, В. О. Кашпаров ; Національний університет біоресурсів і природокористування України. 2-е вид., доп. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. 468 с.
27. Радовенчик, В. М. Утилізація та рекуперація відходів : підручник / В. М. Радовенчик, М. Д. Гомеля, Я. В. Радовенчик. К. : Кондор, 2021. 247 с.
28. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Тернопільській області у 2021 році : [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
https://ecology.te.gov.ua/media/uploads/2021_compressed.pdf.
29. Системний аналіз якості навколишнього середовища: підручник/ Т.А. Сафранов, Я. О. Адаменко, В. Ю. Приходько та ін.; за ред. проф. Т. А. Сафранова і проф. Я. О. Адаменко. Одеса : Екологія, 2015. 244 с.
30. Совгіра С. В. Екологія : підручник / С. В. Совгіра, Г. Є. Гончаренко. Умань : Сочінський, 2013. 189 с.
31. Соломенко Л.І., Боголюбов В.М., Волох А.М. Загальна екологія : підручник. Центр учбової л-ри. 2020. 346 с.
32. Трус І. М. Екологічні аспекти керування якістю навколишнього середовища : підручник / І. М. Трус, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля ; М-во освіти і науки України, НТУ України “Київськ. політех. ін-т ім. І. Сікорського”. К. : Кондор, 2020. 208 с.
33. Управління екології та природних ресурсів Тернопільської обласної державної адміністрації. [Електронний ресурс] – Режим доступу до

ресурсу:

https://ecology.te.gov.ua/media/uploads/%D1%80%D0%B5%D0%B3_%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B22021_compressed.pdf

34. Харазішвілі Ю. М. Системна безпека сталого розвитку: інструментарій оцінки, резерви та стратегічні сценарії реалізації: монографія / НАН України, Ін-т економіки промисловості. Київ, 2019. 304 с.
35. Худоба В. Екологія : навч.-метод. посіб. / В. Худоба, Ю. Чикайло. Львів : ЛДУФК, 2016. 92с.
36. Школа екологічного вчинку : [навчальний посібник] / Н. А. Пустовіт, О. О. Колонькова, О. Л. Пруцакова. Кіровоград : Імекс-ЛТД, 2014.
37. “Ковалівський спиртзавод” (ДП). [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://vkursi.pro/card/dp-kovalivskyy-spyrtzavod-00375059>
38. Kropyvnytskyi V.S., Maistro S.V., Krukov O.I., Stankevych S.V. Environmental emergencies: public civil protection mechanisms. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. № 11(1). \$. 171–175.
39. Struchok V. Waste management problems in the Ternopil region. *Environmental Problems*. 2020; Volume 5, Number 3, pp. 143–148.