

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГИЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

Кафедра *сталого природокористування*
та захисту довкілля

допускається до захисту

«_____» _____ 2025 р.

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ

наук. ступ., вч. зв. (ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

(рівень вищої освіти)

на тему «Еколого-технологічне обґрунтування зміни розміру санітарно-захисної зони з урахуванням хімічного та акустичного забруднення атмосферного повітря для асфальтобетонного заводу у місті Самбір Львівської області»

Виконав студент групи Тз-41
спеціальності 183 «Технології захисту
навколишнього середовища»
Смалюх Максим Михайлович

Керівник Тетяна ДАЦКО

Консультант Юрій КОВАЛЬЧУК

Дубляни 2025

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри _____
доцент, к.б.н. Петро ХІРІВСЬКИЙ

«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Смалюху М. М.

1.Тема роботи: «Еколого-технологічне обґрунтування зміни розміру санітарно-захисної зони з урахуванням хімічного та акустичного забруднення атмосферного повітря для асфальтобетонного заводу у місті Самбір Львівської області»

Керівник кваліфікаційної роботи: Дацко Тетяна Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Затверджені наказом по університету № 631 к-с від 21 листопада 2023 року

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 02 червня 2025 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

Літературні джерела, нормативні документи, методики виконання лабораторних досліджень

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

Вступ

1 Огляд літератури

1.1 Еколого-технологічний аналіз виробництва асфальтобетону

1.2 Нормування якості атмосферного повітря

1.3 Акустичне забруднення та його нормування

2 Умови, об'єкт та методика досліджень

2.1 Характеристика території розміщення заводу ШРБУ-88

2.2 Загальна характеристика заводу Шляхового ремонтно-будівельного управління № 88 та його виробничої діяльності

2.3 Методика дослідження атмосферних забруднень та шумових навантажень

3 Результати дослідження

3.1 Технологія виробництва основної продукції та аналіз технологічного обладнання на заводі ШРБУ-88

3.2 Основні джерела утворення та викиду забруднюючих речовин при виробництві асфальтобетонних сумішей

3.3 Забруднюючі речовини, що утворюються при виробництві асфальтобетонних сумішей

3.4 Установки для запобігання атмосферних забруднень

<u>3.5 Санітарно-захисна зона асфальтобетонного заводу</u>
<u>3.6 Механізм та динаміка поширення атмосферних забруднювачів</u>
<u>3.7 Гігієнічна оцінка рівнів шуму на території підприємства ТДВ «ШРБУ-88» та на прилеглий до нього території житлової забудови</u>
<u>3.8 Коригування розміру санітарно-захисної зони на основі гігієнічної оцінки забруднення атмосферного повітря</u>
<u>4 Охорона праці</u>
<u>4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві</u>
<u>4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки на асфальтобетонному заводі ШРБУ-88</u>
<u>Висновки</u>
<u>Бібліографічний список</u>
<u>Додатки</u>

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

6. Консультанти з розділів:

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

7. Дата видачі завдання 21 листопада 2023 р.

Календарний план

№п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання вступу та розділу «Огляд літератури»	21.11.23-04.05.24	
2	Написання розділу «Об'єкт, умови та методи досліджень»	05.05.24-16.12.24	
3	Написання розділу «Результати досліджень»	17.12.24-15.04.25	
4	Написання розділу «Охорона праці», формулювання висновків за результатами проведених досліджень, укладання списку використаних джерел	16.04.25-02.06.25	

Студент _____ Максим СМАЛЮХ
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Тетяна ДАЦКО
(підпис)

Еколого-технологічне обґрунтування зміни розміру санітарно-захисної зони з урахуванням хімічного та акустичного забруднення атмосферного повітря для асфальтобетонного заводу у місті Самбір Львівської області. Смалюх М. М. Кваліфікаційна робота. Кафедра сталого природокористування та захисту довкілля. Дубляни, Львівський НУВМБ ім. С. З. Гжицького, 2025.

66 стор. текст. част., 15 табл., 3 рис., 35 джерел, 2 додатки.

Проведено еколого-технологічний аналіз виробництва асфальтобетону. Розглянуто теоретичні питання хімічного та акустичного забруднення атмосферного повітря, нормування його якості

Розглянуто особливості впливу процесів виробництва асфальтобетону на заводі Шляхового ремонтно-будівельного управління № 88 на якість атмосферного повітря. З'ясовано основні джерела утворення та викиду забруднюючих речовин, наведено їх перелік. Обґрунтовано необхідність розрахунків розсіювання забруднюючих речовин та проведено аналіз розсіювання в атмосферному повітрі діоксиду азоту, оксиду вуглецю, вуглеводнів насичених C_{12} - C_{19} , фенолу, пилу неорганічного. Здійснено оцінку ефективності пилогазоочисного обладнання, що використовується на заводі.

Проведена оцінка фактичного та прогнозного (розрахункового) рівня забруднення атмосферного повітря. Здійснена гігієнічна оцінка рівнів шуму на виробничому майданчику підприємства та на прилеглий до нього території житлової забудови. Обґрунтовано можливість коригування розміру санітарно-захисної зони заводу з урахуванням фактичних та нормативних показників якості повітряного середовища.

Розглянуто питання охорони праці при виробництві асфальтобетону на досліджуваному підприємстві.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1 Еколого-технологічний аналіз виробництва асфальтобетону.....	9
1.2 Нормування якості атмосферного повітря.....	16
1.3 Акустичне забруднення та його нормування.....	18
2 УМОВИ, ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	22
2.1 Характеристика території розміщення заводу ШРБУ-88.....	22
2.2 Загальна характеристика заводу Шляхового ремонтно-будівельного управління № 88 та його виробничої діяльності.....	25
2.3 Методика дослідження атмосферних забруднень та шумових навантажень.....	26
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	29
3.1 Технологія виробництва основної продукції та аналіз технологічного обладнання на заводі ШРБУ-88.....	29
3.2 Основні джерела утворення та викиду забруднюючих речовин при виробництві асфальтобетонних сумішей.....	31
3.3 Забруднюючі речовин, що утворюються при виробництві асфальтобетонних сумішей.....	34
3.4 Установки для запобігання атмосферних забруднень.....	35
3.5 Санітарно-захисна зона асфальтобетонного заводу.....	37
3.6 Механізм та динаміка поширення атмосферних забруднювачів.....	38
3.6.1 Обґрунтування необхідності розрахунків розсіювання забруднювачів.....	38
3.6.2 Аналіз поширення забруднюючих речовин у повітряному середовищі.....	40
3.7 Гігієнічна оцінка рівнів шуму на території підприємства ТДВ «ШРБУ-88» та на прилеглий до нього території житлової забудови.....	41

3.7.1 Гігієнічна оцінка розрахованих рівнів шуму.....	41
3.7.2 Гігієнічна оцінка виміряних рівнів шуму.....	42
3.8 Коригування розміру санітарно-захисної зони на основі гігієнічної оцінки забруднення атмосферного повітря.....	45
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	50
4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві.....	50
4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки на асфальтобетонному заводі ШРБУ-88.....	53
ВИСНОВКИ.....	56
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	58
ДОДАТКИ.....	61

ВСТУП

Актуальність теми. Асфальтобетонні заводи є джерелами викидів шкідливих речовин, таких як оксиди азоту, діоксид сірки, вуглеводні, що впливають на якість атмосферного повітря [31, 34]. Робота підприємств цієї галузі супроводжується значним рівнем шуму, який може мати негативний вплив на здоров'я людей: акустичне забруднення призводить до стресу, порушення сну та інших серйозних наслідків [2, 4, 29]. Відповідно, важливо оцінити та мінімізувати ризики для здоров'я населення та екосистем, що зумовлює необхідність у визначенні оптимальних розмірів санітарно-захисної зони.

Існують нормативні акти, що регламентують розміри санітарно-захисних зон для промислових підприємств [10]. Однак, у сучасних умовах з урахуванням специфіки конкретного об'єкта (асфальтобетонного заводу) та місцевих умов (місто Самбір, Львівська область) виникає необхідність у більш детальному еколого-технологічному обґрунтуванні цих розмірів.

Враховуючи, що місто Самбір є населеним пунктом з певною щільністю населення, зміна розмірів санітарно-захисної зони може мати суттєвий вплив на здоров'я людей та екологічний стан регіону. Оптимізація розміру цієї зони є важливим завданням для зменшення шкідливого впливу підприємства на навколишнє середовище та забезпечення комфортних умов проживання мешканців. Визначення оптимальних меж санітарно-захисної зони може сприяти більш ефективному використанню земельних ресурсів та зниженню витрат підприємства, а зменшення негативного впливу на довкілля підвищує інвестиційну привабливість регіону.

У сучасній практиці велика увага приділяється інтегрованому підходу до управління промисловими об'єктами, який включає в себе як економічні, так і екологічні аспекти [17, 30]. Важливою є робота, спрямована на впровадження таких підходів для мінімізації негативного впливу підприємства на довкілля. Таким чином, тема виконаної кваліфікаційної

роботи є актуальною через необхідність удосконалення підходів до визначення розмірів санітарно-захисних зон з урахуванням реальних умов функціонування асфальтобетонного заводу, що важливо для покращення екологічної ситуації та збереження здоров'я населення міста районного значення.

Метою даної кваліфікаційної роботи стала комплексна оцінка хімічного та акустичного забруднення атмосферного повітря у результаті діяльності асфальтобетонного заводу у місті Самборі Львівської області та обґрунтування необхідності зміни розміру його санітарно-захисної зони з метою забезпечення екологічної безпеки населення та збереження довкілля. Результати дослідження дозволили запропонувати оптимальний розмір санітарно-захисної зони.

Завдання для досягнення мети охоплювали зокрема такі дії:

1. Проаналізувати технологію виробництва асфальтобетонних сумішей та відповідне технологічне обладнання на заводі ШРБУ-88.
2. Визначити основні джерела утворення та викиду забруднюючих речовин.
3. Обґрунтувати доцільність та ефективність технологічного обладнання, що застосовується на підприємстві для запобігання погіршення якості атмосферного повітря.
4. Провести розрахунки розсіювання забруднювачів та проаналізувати їх поширення у повітряному середовищі.
5. Здійснити гігієнічну оцінку рівнів шуму.
6. Розглянути можливість коригування розміру санітарно-захисної зони на основі комплексної оцінки забруднення атмосферного повітря.

Об'єкт дослідження: процес функціонування асфальтобетонного заводу шляхового ремонтного управління № 88 у місті Самборі Львівської області та його вплив на стан атмосферного повітря.

Предмет досліджень: процеси та чинники, що визначають якість атмосферного повітря в зоні діяльності асфальтобетонного заводу та обумовлюють необхідність зміни розміру його санітарно-захисної зони.

Методи досліджень: аналіз літературних джерел і нормативної документації; експериментальні дослідження (інструментальні вимірювання та моніторинг атмосферного повітря); математичне моделювання (розробка моделей розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі з урахуванням метеорологічних умов, рельєфу місцевості, характеристик джерела викидів тощо); порівняльний аналіз.

Практичне значення: отримані результати дозволили всебічно дослідити екологічні ризики, пов'язані з діяльністю асфальтобетонного заводу відомої потужності та розташування, і надати науково обґрунтовані рекомендації щодо зміни розміру його санітарно-захисної зони.

Апробація результатів дослідження. Результати, отримані в ході теоретичних та експериментальних досліджень, були представлені та обговорені на засіданні студентського наукового гуртка кафедри екології, а також – на Міжнародному студентському науковому форумі «Студентська молодь і науковий прогрес в АПК» (додаток Б) [25].

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Еколого-технологічний аналіз виробництва асфальтобетону

Асфальт – це складний матеріал, що складається з органічної (бітуми) та мінеральної (вапняк, пісковик тощо) частин. Кількість бітуму, в'язкої речовини, яка скріплює всі компоненти, може суттєво відрізнятися в залежності від того, чи є асфальт природним чи штучним. Природний асфальт містить значно більше бітуму (до 75 %), ніж штучний (до 60 %) [16].

Природний асфальт – це продукт природного перетворення нафти, який утворюється внаслідок випаровування легких фракцій. Він зустрічається у вигляді покладів або озер, часто пов'язаних з місцями виходу нафти на поверхню. Цей матеріал має характерний чорний колір, високу щільність та температуру плавлення. Основними компонентами природного асфальту є смоли і асфальтени. Родовища цього цінного ресурсу розташовані в різних частинах світу, зокрема в Євразії, Південній Америці та на островах. Природний асфальт часто змішується з мінералами, утворюючи міцні асфальтові шари, які можуть заповнювати тріщини та порожнечі в породах [7].

Асфальтобетон – це композитний матеріал, що складається з бітумного в'язучого та мінерального наповнювача. Ця комбінація надає матеріалу високу міцність, стійкість до вологи та зносу, а також забезпечує гладку поверхню. Широке застосування асфальтобетону в дорожньому будівництві та облаштуванні різних об'єктів пояснюється його адаптивністю до різних умов експлуатації та здатністю витримувати інтенсивні навантаження [22].

Основні складові асфальтобетону [11]:

- бітум – в'язка, гідрофобна речовина, що отримується з нафти; виконує роль в'язучого матеріалу, який з'єднує мінеральні частинки між собою, надаючи асфальтобетону міцність і водонепроникність. Бітум забезпечує еластичність покриття, що дозволяє асфальту витримувати деформації від транспортних навантажень і температурних змін;

- щебінь – подрібнений природний камінь або гравій, який має різні фракції (розміри частинок), забезпечує основну міцність асфальтобетону. Великі фракції щебню утворюють структуру, яка розподіляє навантаження і зменшує ризик деформацій під впливом транспорту;
- пісок – дрібний мінеральний матеріал, який може бути природного або штучного походження, заповнює простір між частинками щебню, забезпечуючи рівномірний розподіл навантажень і збільшуючи міцність покриття. Пісок також сприяє підвищенню щільності асфальтобетону;
- мінеральний порошок – вапняк або зола, які подрібнені до стану порошку. Покращує зв'язок між бітумом і мінеральними частинками, підвищуючи міцність і зносостійкість асфальтобетону. Мінеральний порошок також допомагає регулювати в'язкість бітуму і зменшує пористість матеріалу;
- додаткові добавки (модифікатори) – різні хімічні речовини, які додаються для покращення характеристик асфальтобетону. Використовуються для підвищення еластичності, зниження чутливості до температурних змін, поліпшення адгезії між бітумом і мінеральними матеріалами, а також для забезпечення стійкості до старіння та деформацій.

Кожна складова асфальтобетонної суміші відіграє важливу роль у забезпеченні необхідних експлуатаційних властивостей дорожнього покриття. Правильний підбір та пропорція цих компонентів дозволяють отримати асфальтобетон з оптимальними характеристиками для конкретних умов експлуатації [20, 21].

Залежно від температури ущільнення та типу бітуму, асфальтобетон поділяється на гарячий, теплий та холодний. Гарячий асфальт, виготовлений при температурі не нижче 120 °C, є найбільш поширеним видом. Теплий асфальт, з малов'язким бітумом, ущільнюється при температурі 40-80 °C, а холодний асфальт, з рідким бітумом, може укладатися навіть за температури повітря не нижче 10 °C [33].

Виробництво асфальтобетону – це складний технологічний процес, який включає кілька етапів. Спочатку готують мінеральні матеріали (щебінь, пісок),

очищаючи та сортуючи їх за розміром. Після цього бітум нагрівають до робочої температури і змішують з агрегатами в строго визначених пропорціях. Отриману асфальтобетонну суміш транспортують до місця проведення робіт, де її укладають і ущільнюють [26, 28].

Виробництво асфальтобетону є важливим сектором будівництва, але воно має значний вплив на довкілля. Еколого-технологічну схему виробництва асфальтобетонних сумішей наведено на рисунку 1.1.

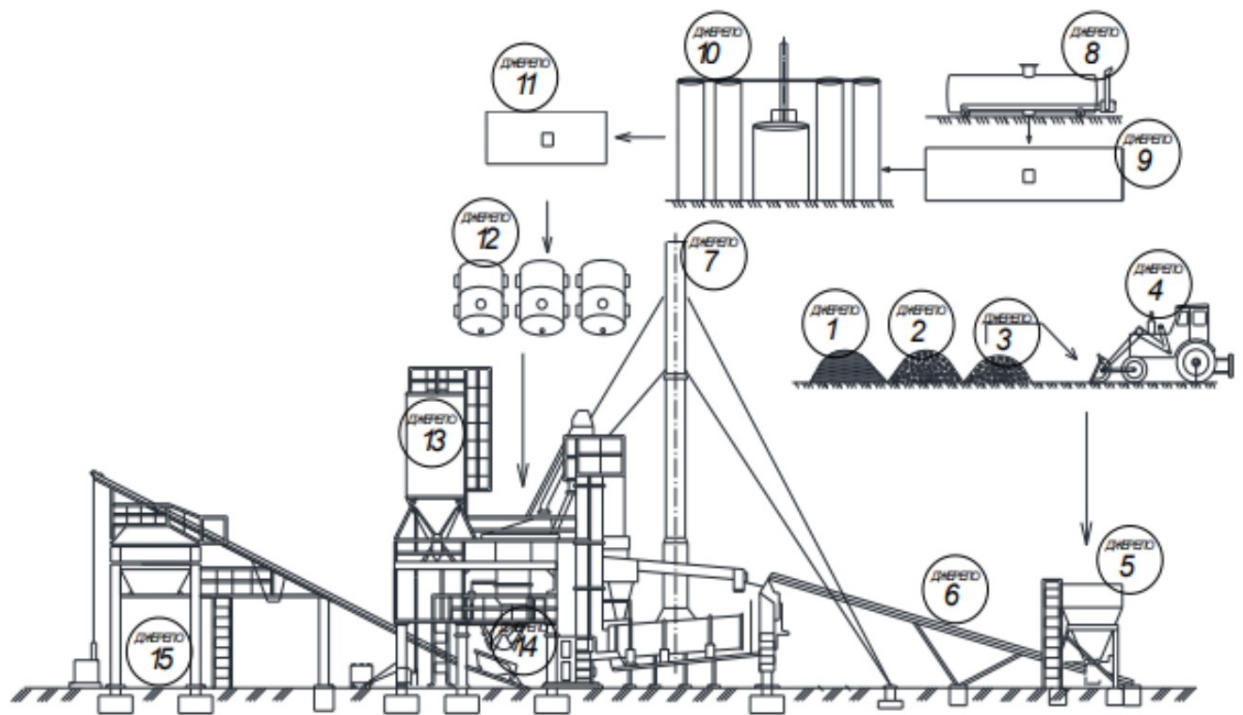


Рисунок 1.1 – Еколого-технологічна схема виробництва асфальтобетонних сумішей

Виробництво асфальтобетону, незважаючи на свою необхідність у будівництві, має певні негативні наслідки для навколишнього середовища, зокрема для атмосферного повітря. Основними джерелами забруднення повітря під час виробництва асфальтобетону є викиди пилу, який містить мінеральні частинки та інші домішки, під час добування, транспортування, переробки та змішування компонентів асфальтобетону; викиди шкідливих газів у процесі нагрівання та спалювання палива; викиди летких органічних сполук, що випаровуються під час нагрівання бітуму і змішування

компонентів [18, 35].

Під час виробництва асфальтобетонних сумішей в атмосферу виділяються, головним чином, неорганічний пил, продукти згорання палива, продукти випаровування нафтопродуктів. Класифікацію джерел викидів при виробництві асфальтобетонних сумішей наведено в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Класифікація джерел викидів при виробництві асфальтобетонних сумішей

Матеріали	Клас викидів	Склад домішок	Джерела
інертні матеріали	неорганічний пил	неорганічний пил	№ 1-7, № 13
бітум, гудрон	продукти випаровування нафтопродуктів	бензол, ксилол, толуол, м-крезол, фенол	№ 8-12, № 14, № 15
мазут	продукти згорання палива	тверді частинки леткої золи, сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, діоксид азоту, оксид ванадію	№ 7, № 10, № 12

Виробництво асфальтобетону – це складний технологічний процес, який має значний вплив на довкілля [31]. Оптимізація цього процесу з метою мінімізації негативного впливу на природу є важливим завданням для сучасних будівельних компаній.

Основні етапи виробництва асфальтобетону та їх екологічні аспекти [7]:

1) видобуток та підготовка компонентів:

– добування агрегатів (видобуток мінеральних матеріалів (пісок, щебінь) призводить до порушення ґрунтового покриву, зміни ландшафту та забруднення водних ресурсів);

- збагачення та сушіння агрегатів (ці процеси супроводжуються утворенням пилу, який може забруднювати повітря);

- добування бітуму (видобуток нафти, з якої отримують бітум, пов'язаний з екологічними проблемами).

2) дозування та змішування компонентів:

- точне дозування (сучасне обладнання дозволяє дозувати компоненти з високою точністю, що мінімізує витрати матеріалів та зменшує викиди шкідливих речовин);

- процес змішування (під час змішування компонентів при високих температурах виділяються шкідливі речовини, такі як оксиди азоту та вуглецю);

3) укладання асфальтобетонної суміші:

- транспорт (перевезення гарячої асфальтобетонної суміші може супроводжуватися втратами матеріалу та забрудненням доріг);

- укладання (процес укладання асфальту призводить до викидів шкідливих речовин та шумового забруднення);

4) ущільнення асфальтобетонного покриття за допомогою вібраційних катків (викликає додаткове шумове забруднення);

Асфальтобетонні заводи – це спеціалізовані підприємства, де готують асфальтобетонні суміші (гарячі, теплі, холодні). Ці заводи створюють значну небезпеку для оточуючого середовища в містах, адже є основними джерелами викидів шкідливих речовин [30]. Асфальтобетонні заводи класифікують за кількома основними ознаками [20]:

1. За способом виготовлення асфальтобетонних сумішей:

- періодичної дії (циклічні) – процес виробництва відбувається циклічно, тобто компоненти змішуються порціями (циклами). Кожен цикл включає дозування, змішування та вивантаження готової суміші. Такі заводи дозволяють точно контролювати склад суміші, що забезпечує високу якість продукту;

- безперервної дії – суміш виготовляється безперервно, компоненти

дозуються та змішуються у постійному потоці. Заводи цього типу зазвичай мають вищу продуктивність, але точність контролю складу суміші може бути нижчою;

2. За рівнем мобільності:

- стаціонарні – постійно встановлені на одному місці та призначені для тривалої експлуатації. Їх використовують для виробництва великих обсягів асфальтобетону для масштабних дорожніх проектів);

- мобільні – переміщуються з одного місця на інше відповідно до потреб будівництва. Вони можуть бути швидко встановлені на новому майданчику і розпочати виробництво асфальтобетонних сумішей. Використовуються для тимчасових або віддалених проектів);

- компактні (міні-заводи) – це невеликі мобільні установки, які легко транспортуються і встановлюються на місці будівництва. Підходять для невеликих проектів або ремонту доріг;

3. За продуктивністю:

- низької продуктивності – до 50 тонн на годину. Призначені для дрібних або середніх проектів, де потрібні невеликі обсяги асфальтобетонної суміші;

- середньої продуктивності - від 50 до 150 тонн на годину. Використовуються для середніх за обсягом дорожніх робіт;

- високої продуктивності – понад 150 тонн на годину. Призначені для великих проектів з будівництва магістралей або інших інфраструктурних об'єктів.

4. За типом палива:

- на рідкому паливі – використовують мазут, дизельне паливо або інші види рідкого палива для підігріву компонентів і виробництва асфальтобетону;

- на газоподібному паливі – використовують природний газ або пропан-бутан. Такі заводи зазвичай мають менший вплив на довкілля через менші викиди продуктів згоряння;

- комбіновані – можуть працювати як на рідкому, так і на газоподібному паливі, що дозволяє вибирати оптимальний вид палива залежно від умов.

5. За конструктивними особливостями:

- з вертикальним змішувачем – установки, де змішування компонентів відбувається у вертикальному змішувачі, що дозволяє зменшити площу заводу;
- з горизонтальним змішувачем – використовують горизонтальні змішувачі, що можуть бути більш продуктивними, але вимагають більшої площі для встановлення.

На сьогодні розроблені та широко впроваджуються у виробничі процеси комплекси заходів, що дозволяють нормалізувати стан навколишнього середовища у зоні діяльності асфальтобетонних заводів. Так, для вирішення проблеми забруднення повітря використовують системи аспірації, фільтри та інші очисні споруди. Стічні води від виробництва асфальтобетону містять нафтопродукти та інші шкідливі речовини. Для їх очищення застосовують різні технології, такі як відстоювання, фільтрування та біологічне очищення. Виробництво асфальтобетону супроводжується високим рівнем шуму. Для зменшення шумового забруднення використовують звукоізоляційні матеріали та обладнання. Відходи виробництва асфальтобетону містять шкідливі речовини. Їх утилізують або використовують повторно [13, 17, 35].

Сучасні технології для екологічного виробництва асфальтобетону передбачають використання альтернативних видів палива (замість традиційних видів палива (нафта, газ) все частіше використовують біопаливо та інші відновлювані джерела енергії); рециклінг асфальтобетону (використання фрезерованого асфальту в нових сумішах дозволяє зменшити витрати природних ресурсів і знизити кількість відходів); системи очищення викидів (сучасні асфальтобетонні заводи оснащуються ефективними системами очищення викидів, що дозволяє значно знизити їх негативний вплив на довкілля); моніторинг та контроль виробництва (постійний моніторинг виробничого процесу дозволяє виявляти та усувати відхилення від технологічних режимів, що сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин) [30]. Застосування сучасних технологій та екологічних підходів дозволяє

мінімізувати негативний вплив цього виробництва на природу і забезпечити сталий розвиток.

1.2 Нормування якості атмосферного повітря

Нормування якості атмосферного повітря в Україні – це комплекс заходів, спрямованих на встановлення допустимих рівнів забруднення повітря різними речовинами, з метою забезпечення безпечних умов для життя та здоров'я людей, а також збереження природного середовища [3].

Основні принципи нормування – це захист здоров'я населення, збереження екосистем, забезпечення сталого розвитку. Нормативи встановлюються таким чином, щоб вплив забруднюючих речовин на організм людини не перевищував безпечних меж; нормування спрямоване на збереження природних екосистем, захист рослинності та тваринного світу від шкідливих впливів; нормативи повинні сприяти збалансованому соціально-економічному розвитку, враховуючи екологічні вимоги.

Закон України Про охорону атмосферного повітря є основним нормативним документом, що визначає правові засади охорони атмосферного повітря, встановлює права та обов'язки громадян і юридичних осіб у цій сфері, а також механізми державного регулювання [18]. Державні санітарні норми і правила встановлюють гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. ГДК – це максимальна концентрація речовини в атмосферному повітрі, яка при постійному або періодичному впливі на людину протягом усього життя не викликає захворювань або відхилень у стані здоров'я, що можуть бути виявлені сучасними методами дослідження [6].

Для кожної забруднюючої речовини встановлено два нормативи гранично допустимої концентрації: максимальна разова (ГДК_{м.р.}) і середньодобова (ГДК_{с.д.}). ГДК_{м.р.} характеризує короточасний вплив на організм людини і визначається за 20-хвилинними пробами. ГДК_{с.д.}

відображає довготривалий вплив і встановлюється на основі середньодобових концентрацій. Оскільки екологічна ніша людини є стабільною, дотримання цих нормативів є необхідною умовою для забезпечення безпечних умов життєдіяльності. Класифікацію ГДК подано на рисунку 1.2.

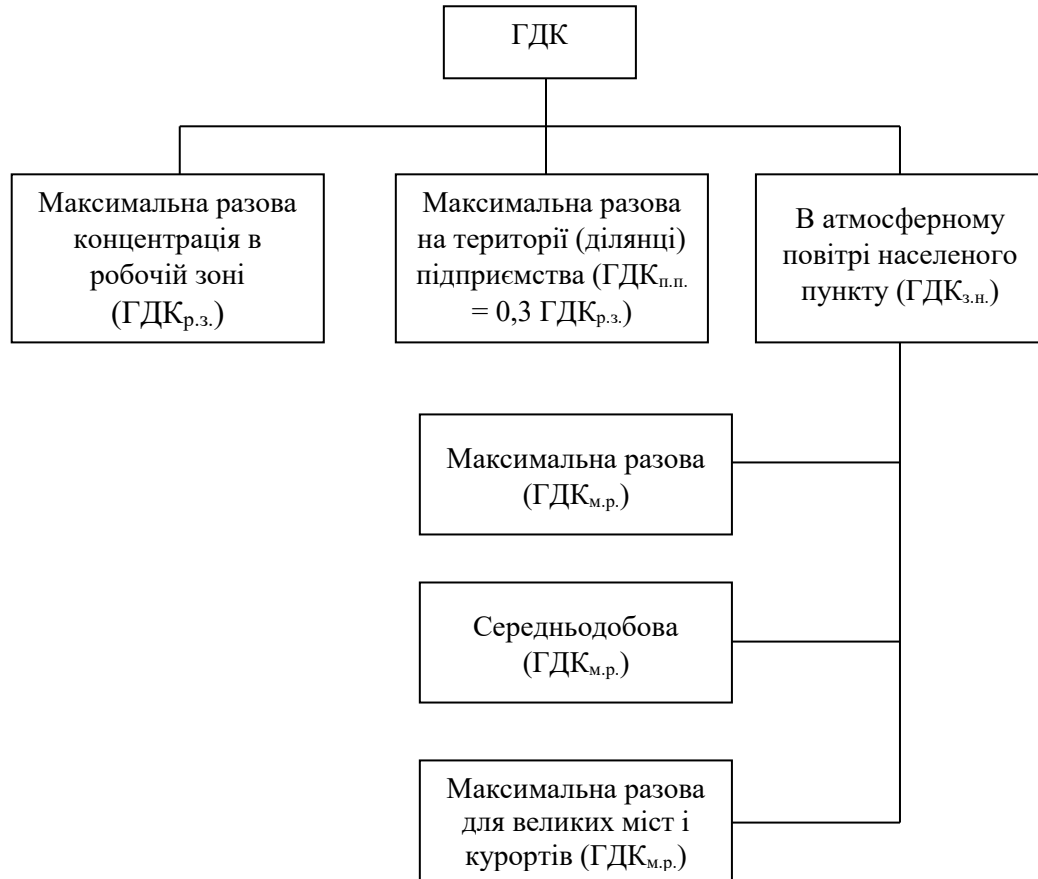


Рисунок 1.2 – Класифікація ГДК забруднюючих речовин в атмосферному повітрі [6]

Поряд з вище зазначеними існують й інші нормативні документи, які регулюють різні аспекти охорони атмосферного повітря, наприклад, нормативи викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел, правила проведення моніторингу якості повітря тощо [6, 8, 9, 10].

Нормуванню підлягають: такі показники якості атмосферного повітря, як концентрація забруднюючих речовин, вміст кисню в повітрі, радіаційний фон [6].

Процес нормування якості атмосферного повітря включає визначення джерел забруднення (ідентифікація підприємств, транспортних засобів та

інших об'єктів, які викидають забруднюючі речовини в атмосферу); вимірювання концентрації забруднюючих речовин; порівняння отриманих результатів з нормативними значеннями; розробка заходів щодо поліпшення якості повітря [31].

Гігієнічне нормування забруднюючих речовин в атмосферному повітрі стикається з комплексом проблем, пов'язаних з оцінкою їх сумарної дії, визначенням токсикологічних характеристик та розробкою адекватних методів дослідження. Принцип сумування дозволяє врахувати комбіновану дію різних речовин, однак його застосування має певні обмеження [19].

Процес встановлення ГДК є багатоетапним і тривалим, що пов'язано з необхідністю проведення експериментальних досліджень на тваринах та клініко-статистичних досліджень на людині [29].

Окрім ГДК, використовуються також тимчасово допустимі концентрації (ТДК) або інакше – орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ), які встановлюються на перших етапах досліджень і підлягають уточненню в подальшому. Для регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферу застосовується поняття гранично допустимого викиду (ГДВ), який встановлюється з урахуванням різних факторів, включаючи властивості речовини, характеристики джерела викиду та метеорологічні умови [6].

1.3 Акустичне забруднення та його нормування

Шум – це нерегулярні звукові коливання, які спричиняють несприятливі фізіологічні ефекти в організмі людини. Він виникає в результаті механічних коливань у різних середовищах. Інтенсифікація виробничих процесів, пов'язана з використанням високопродуктивного обладнання, є основним фактором зростання рівня шуму на підприємствах. Джерелами шуму можуть бути будь-які рухомі частини машин і механізмів [1].

Слухова система людини характеризується певними фізіологічними межами. Нижня межа сприйняття звуку, або поріг чутності, визначається

мінімальним звуковим тиском, який здатний викликати слухові відчуття. Верхня межа, або больовий поріг, відповідає максимальному звуковому тиску, який вухо сприймає без виникнення больових відчуттів. Перевищення больового порогу може призвести до акустичної травми [2, 24].

Звукові коливання характеризуються частотою, яка вимірюється в герцах, та інтенсивністю, яка виражається в децибелах. Діапазон чутності людини обмежений частотами від 16 до 20000 Гц. Максимальна чутливість слухового аналізатора припадає на частотний діапазон 1000-3000 Гц, що відповідає основному спектру мовних звуків [1, 2].

Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами від 63 до 8000 Гц та еквівалентний (за енергією) рівень звуку А є основними параметрами, що використовуються для оцінки шуму. Нормативні документи встановлюють гранично допустимі значення цих параметрів на робочих місцях. Зокрема, допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах не перевищують відповідно 110, 94, 87, 81, 78, 75, 73 дБ, а еквівалентний рівень звуку А не повинен перевищувати 80 дБ [8].

Патогенез шумової травми є складним і багатогранним процесом. Існують різні гіпотези щодо механізмів дії шуму на слуховий аналізатор. Одна з них полягає в прямому механічному пошкодженні волоскових клітин внутрішнього вуха [1]. Інша гіпотеза пов'язує розвиток шумової травми з порушеннями мікроциркуляції у внутрішньому вусі [24]. Крім того, існують дані про зміни в обміні речовин у клітинах внутрішнього вуха під впливом шуму [2]. Однак, незважаючи на численні дослідження, точний механізм розвитку шумової нейросенсорної туговухості залишається недостатньо вивченим.

Чутливість до шуму є індивідуальною і залежить від багатьох факторів, включаючи вік, стать, стан нервової системи та соматичні захворювання. Підвищеною чутливістю до шуму характеризуються підлітки та люди похилого віку, а також чоловіки. Фізіологічно допустимі норми шуму становлять 40 дБ вночі та 60 дБ вдень. Шум інтенсивністю 70-80 дБ викликає

суб'єктивні відчуття дискомфорту та зниження працездатності. Тривала експозиція до шуму інтенсивністю 85 дБ і більше може призвести до розвитку шумової індукованої нейросенсорної туговухості. Шум інтенсивністю 120-140 дБ спричиняє больові відчуття та може призвести до акустичної травми [2].

Хронічна шумова експозиція призводить до зниження порогу чутності і розвитку сенсоневральної туговухості. Крім того, шум є потужним стресором, що викликає активацію гіпоталамо-гіпофізарно-надниркових осей і порушення гормонального гомеостазу. Це, в свою чергу, може призводити до розвитку соматичних захворювань, таких як виразкова хвороба шлунка, тиреотоксикоз та артеріальна гіпертензія. Тривала дія шуму також сприяє розвитку вегетативних дисфункцій і підвищенню ризику серцево-судинних захворювань [1].

Шум є потужним стресором, що призводить до порушення сну і розвитку нейроендокринних розладів [3]. Хронічна шумова експозиція знижує імунну відповідь організму і сприяє розвитку атеросклеротичного процесу [2]. Епідеміологічні дослідження свідчать про тісний зв'язок між шумовим забрудненням середовища і зростанням захворюваності психічними розладами, а також скороченням тривалості життя. Діти, які проживають у шумних районах, мають підвищений ризик розвитку поведінкових розладів і отримання травм [4].

Дослідження показали, що акустичний стрес негативно впливає на фізіологічні процеси рослин [29]. Під впливом шуму спостерігається зниження інтенсивності фотосинтезу, підвищення транспірації та порушення метаболічних процесів на клітинному рівні. Це призводить до загального пригнічення росту рослин, а в деяких випадках – до їх загибелі [4].

Акустичний стрес негативно впливає на представників фауни. Шум високої інтенсивності може призводити до фізіологічних та поведінкових порушень у тварин. Так, шум від літаків негативно впливає на розвиток бджолиних сімей, порушує орієнтацію птахів та призводить до зниження репродуктивної здатності. Вібрації, що викликаються звуками, можуть

негативно впливати на здатність комах до польоту. У сільськогосподарських тварин шум знижує продуктивність внаслідок стресу та порушення гормонального балансу [29].

Для ефективного управління шумовим забрудненням необхідно застосовувати комплексний підхід, що включає інженерні, технологічні та організаційні заходи. Важливу роль відіграє проведення гігієнічної оцінки виробничих об'єктів та транспортних засобів, а також розробка та впровадження нормативів шуму [12].

Нормування шуму є важливим аспектом забезпечення екологічної безпеки та охорони здоров'я населення. Основною метою нормування є оптимізація акустичного середовища шляхом зниження рівня шуму до значень, які не призводять до негативних фізіологічних та психологічних ефектів [24]. Санітарні норми встановлюють максимально допустимі рівні шуму з метою забезпечення безпечних умов праці та побуту. Нормування шуму спрямоване на запобігання розвитку професійних захворювань, пов'язаних з шумовим впливом, а також на збереження здоров'я населення [1].

Державні санітарні норми ДСН 3.3.6.037-99 регламентують допустимі рівні звукового тиску в різних частотних діапазонах на робочих місцях, у виробничих приміщеннях та на території підприємств [8]. Ці норми є обов'язковими для виконання всіма суб'єктами господарювання.

Шкідливість шуму залежить від його частотного спектра. Високочастотні компоненти шуму мають більший патогенний вплив на слуховий аналізатор, ніж низькочастотні. Тому при гігієнічному нормуванні шуму необхідно враховувати не лише рівень звукового тиску, але й його частотний склад [2, 24]. Технічне нормування шуму передбачає встановлення граничних значень звукової потужності машин в октавних смугах частот. Ці значення визначаються з урахуванням технічних можливостей зниження шуму та вимог до забезпечення допустимих рівнів шуму на робочих місцях. Таким чином, технічні норми доповнюють санітарні норми і є важливим інструментом для контролю за рівнем шуму на виробництві.

2 УМОВИ, ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика території розміщення заводу ШРБУ-88

Місто Самбір – давнє українське місто у Львівській області, що лежить на південний схід від Львова, неподалік кордону з Польщею – на північний захід від Пшемисля.

Самбір має витягнуту форму, простягаючись на 10,5 км із заходу на схід та на 4,5 км з півночі на південь (рис. 2.1). Площа міста становить 24 км², його центр підноситься на 306 метрів над рівнем моря.

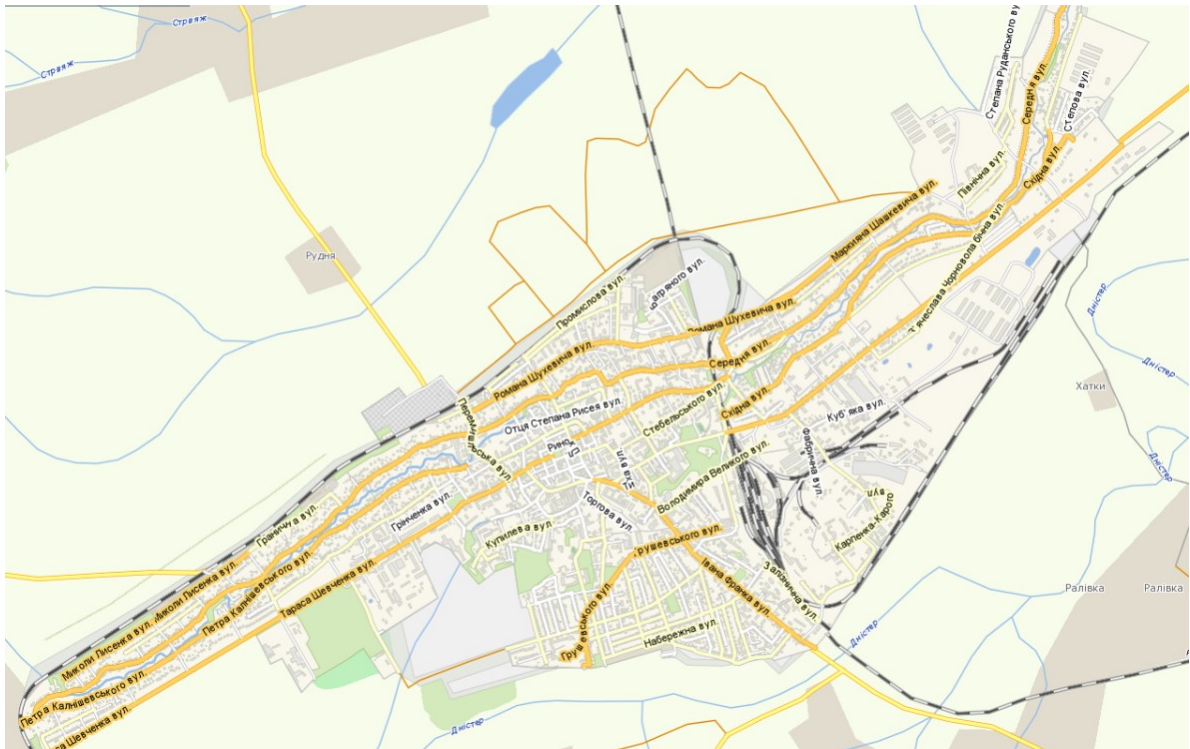


Рисунок 2.1 – Мапа міста Самбір Львівської області

Сприятливе географічне розташування Самбора на перехресті важливих транспортних шляхів сприяє його розвитку як стратегічно важливого центру. Місто є своєрідними воротами між Східною та Західною Європою, а також Північною і Південною частинами континенту.

Розташований у лісостеповій зоні, Самбір має складний рельєф, що складається з рівнин, пагорбів та долин. Ця різноманітність визначає не лише

естетичний вигляд міста, але й впливає на його функціональне зонування: рівнини використовуються під забудову, а пагорби – для рекреації та сільського господарства.

Дністер, який протікає поблизу Самбора, є невід'ємною частиною місцевого ландшафту. Ця велика річка, з її характерною долиною та значними перепадами висот на берегах, формує унікальний пейзаж. Дністер слугує не лише важливим водним шляхом, але й джерелом питної води та об'єктом для відпочинку.

Млинівка, невелика річка, що є правою притокою Дністра, протікає через Самбір. Її водність піддається сезонним коливанням, найбільш повноводна вона навесні під час паводків. Млинівка відіграє важливу роль у житті місцевих мешканців, забезпечуючи водою для потреб сільського господарства та надаючи можливості для відпочинку.

Розташування Самбора в певному фізико-географічному регіоні впливає на різноманітні аспекти життя міста. Від природних ресурсів та клімату до економічних зв'язків та культурних особливостей – все це тісно пов'язане з географічними умовами.

Самбір розташований у зоні помірного континентального клімату, для якого характерними є риси: зими відносно м'які, з дуже рідкісними морозами нижче -20°C . Можливі відлиги, а сніговий покрив – повністю або частково відсутній впродовж сезону. Опади взимку незначні, часто у вигляді дощу або мокрого снігу. Весна в Самборі тривала, часто прохолодна, вітряна та дощова, з можливими заморозками. Літо зазвичай тепле або спекотне, але з низькою вологістю і невеликою кількістю опадів. Температура може досягати $+30^{\circ}\text{C}$ і більше, але такі періоди спеки трапляються нечасто. Осінь тепла, сонячна та суха і триває до початку листопада [5].

Середня температура в найхолоднішому місяці (січень) становить -4°C , а середня температура липня – $+19^{\circ}\text{C}$, середньорічна температура $+7,5^{\circ}\text{C}$. Річна кількість опадів у місті – 693 мм.

При вивченні розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному

повітрі міста необхідно враховувати погодні та кліматичні показники. Всі відповідні дані представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Метеорологічні показники та коефіцієнти, що впливають на процес розсіювання забруднюючих речовин у повітрі міста Самбір

Назва характеристики	Величина
Коефіцієнт, який залежить від стратифікації атмосфери, А	200
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1
Середня максимальна температура найбільш жаркого місяця року, °С	23,2
Середня температура найбільш холодного місяця, °С	-4,0
Середньорічна роза вітрів, %	
Північні	7,2
Північно-східні	6,0
Східні	13,8
Південно-східні	12,2
Південні	6,5
Південно-західні	13,0
Західні	25,1
Північно-західні	16,2
Швидкість вітру (за середніми багаторічними даними), повторення перевищення якої складає 5 %, м/с	10-11

Місто Самбір розташоване в межах Львівського палеозойського прогину – глибоко зануреної ділянки кристалічного фундаменту на південно-західному краю Східно-Європейської платформи. Геологічний склад регіону представлений породами різних епох: палеозою, мезозою і кайнозою [5].

Грунтовий покрив міста відзначається різноманітністю, що зумовлена

специфічними геологічними та географічними умовами окремих районів. Тут трапляються чорноземи, підзолисті, та алювіальні ґрунти в долинах річок [27].

Рослинний світ Самбора різноманітний і відображає лісостепову приналежність регіону. Місто оточене дубово-грабовими, буковими та сосновими лісами. У межах міста є парки й сквери з різними деревами та кущами, як-от клени, ялини, сосни, туї, кипариси. На вулицях та в садах зустрічаються липи, яблуні, груші, а також численні квітники. У природних зонах навколо міста ростуть дикорослі рослини, збагачуючи місцеве біорозмаїття. Тваринний світ також багатий: у міському середовищі адаптувалися численні види птахів, ссавців і комах, які відіграють важливу роль у підтриманні екосистеми міста.

Поблизу Самбора зустрічаються рідкісні види флори і фауни, занесені до Червоної книги України. Серед рослин особливо цінними є білоцвіт весняний, шафран Гейфеля, лілія лісова, беладонна тощо. Рідкісні види тварин включають оленя благородного, підорлика малого, білого лелеку та інші [5].

2.2 Загальна характеристика заводу Шляхового ремонтно-будівельного управління № 88 та його виробничої діяльності

Завод Шляхового ремонтно-будівельного управління № 88 належить до категорії виробництв будівельних матеріалів, забезпечуючи дорожньо-ремонтне будівництво.

Виробничий майданчик підприємства знаходиться в північно-східній частині міста Самбора, розташований уздовж автомагістралі Львів-Ужгород на рівній місцевості з дорогами та під'їзними шляхами із твердим покриттям. Завод оточують сільськогосподарські угіддя з південного заходу, півночі й північного сходу, а з півдня і сходу – луки. За 350 м на захід розташовані житлові будинки.

Основна продукція заводу – асфальтобетонні та щебено-мастикові суміші: АСГ.Др.Щ.Б.НП.І., АСГ.Др.Щ.А.НП.І., АСГ.Кр.Щ.А1.НП.І.,

АСГ.Кр.Щ.Б1.НП.І., АСГ.Др.Щ.А.НП.ІІ., АСГ.Др.Щ.Б.НП.ІІ., АСГ.Кр.Щ.А.НП.ІІ., АСГ.Кр.Щ.Б.НП.ІІ., АСГ.Кр.Щ.Б.НП.І., ЩМА-10, ЩМА-15, ЩМА-20 та інші, які визначено в Атестаті виробництва UA.OD.AI.0005-19 від 05.02.2019.

На виробничому майданчику ТДВ «ШРБУ-88» розташовані паливна (виробництво пари для підігріву бітумопроводу), бітумоплавильний котел, дробарна установка СМ 739/740, асфальтозмішувач ДС-158, відкритий склад сипучих матеріалів (щебінь, гравій, відсів), гараж, майстерня. Річний обсяг випуску асфальтобетонної та щебено-мастикової суміші становить 3800 т. Обсяги необхідних матеріалів для виробництва основної продукції наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Матеріальний баланс

Вхід		Вихід	
Назва матеріалу	Кількість	Назва матеріалу	Кількість
Відсів	0,12 м ³	Асфальтобетонна суміш	1,0 т
Дроблена щебеново-гравійна-піщана суміш	0,31 м ³		
Бітум	0,065 т		

Досліджуване підприємство має потенціал до нарощення продуктивності, адже на сьогодні виконує лише 15 % проєктної виробничої потужності. Номінальний режим роботи устаткування: 8 годин/добу, 22 дні/місяць, 8 місяців/рік.

2.3 Методика дослідження атмосферних забруднень та шумових навантажень

Методика дослідження атмосферних забруднень включала кілька етапів, що охоплювали збір даних, моделювання розсіювання забруднюючих речовин

та аналіз отриманих результатів. Так, першочергово необхідним було визначення точок для замірів концентрацій забруднюючих речовин на території та навколо асфальтобетонного заводу. Розташування точок обирали з урахуванням напрямку вітру, віддаленості від джерела забруднень і особливостей місцевого рельєфу.

Зважаючи на специфіку асфальтобетонного виробництва, було визначено перелік основних забруднювачів атмосферного повітря: оксиди азоту, вуглецю, неорганічний пил, насичені вуглеводні, фенол. Для вимірювання вмісту забруднюючих повітря речовин можна використовувати автоматизовані прилади, які здатні фіксувати рівень забруднення повітря в реальному часі, або, у випадку недоступності таких приладів, – стандартні методи відбору проб з подальшим лабораторним аналізом. Лабораторні дослідження проводять з використанням хроматографічних, маспектрального, спектрального, електрохімічного методів аналізу забруднення повітря [19, 23].

Для моделювання розсіювання забруднень використовуються комп'ютерні моделі (програма ЕОЛ-плюс, версія 5.30) для оцінки розповсюдження забруднюючих речовин з урахуванням метеорологічних даних (температури, швидкості та напрямку вітру) та характеристик рельєфу місцевості. Моделювання проводиться для визначення зон концентрації забруднень і їх впливу на прилеглі території. Отримані дані використовувались для перевірки ефективності існуючої санітарно-захисної зони заводу. Було проведено аналіз відповідності фактичних рівнів забруднення нормативним вимогам. Такий аналіз дозволив оцінити можливість коригування розміру зони з огляду на дотримання встановлених граничнодопустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин.

Вимірювання рівнів шуму та рівнів звукового тиску в октавних смугах частот 31,5-8000 Гц здійснюють під час роботи виробничого обладнання в денні години доби (7.00 – 23.00) тричі з подальшим обрахунком середніх показників.

Для проведення відповідних вимірів рівнів шуму використовується шумомір (ВШВ-003-М2) і мікрофон (М-101 № 3502). Принцип роботи вимірювача ВШВ-003 полягає у перетворенні звукових та механічних коливань досліджуваних об'єктів у пропорційні електричні сигнали, які підсилюються і вимірюються за допомогою вимірювального приладу. Для визначення рівнів шуму в середньооктавних смугах використовують аналізатор спектру шуму та вібрації. На основі отриманих даних і нормативних показників будують спектрограму шуму. Це дає змогу встановити частоти, за яких фактичний шум перевищує граничнодопустимі рівні. Нормованими параметрами шуму є рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 і 8000 Гц і еквівалентний (за енергією) рівень звуку в децибелах (шкала А). Допустимі рівні шуму на робочих місцях не перевищують відповідно 110, 94, 87, 81, 78, 75, 73 дБ, а за шкалою А – 80 дБ [19, 23].

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Технологія виробництва основної продукції та аналіз технологічного обладнання на заводі ШРБУ-88

Асфальтобетонні та щебенево-мастикові суміші, які виготовляються на заводі ШРБУ-88, – це види асфальтобетонного матеріалу у дорожньому будівництві, що забезпечують надійне та довговічне покриття для транспортних шляхів.

Щебенево-мастикова суміш має більший вміст щебню великої фракції та модифікованого бітуму. Це забезпечує вищу стійкість до зношування, деформацій та температурних коливань. Такий матеріал використовується на дорогах з високим навантаженням і в складних умовах експлуатації, тоді як асфальтобетонна суміш застосовується на менш навантажених дорогах та інших об'єктах.

Технологічний процес виготовлення асфальтобетонних сумішей охоплює розвантаження та зберігання вихідної сировини та матеріалів; транспортування щебню та гравію до дробарки; сушіння та термообробка подрібнених матеріалів; відсорткування матеріалів за фракціями; нагрівання бітуму та подача його трубопроводами; дозування матеріалів згідно з вимогами до складу готового продукту; змішування з в'язучою речовиною; відвантаження готової продукції [16].

Виробничий майданчик підприємства ШРБУ-88 укомплектований для реалізації технологічного процесу такими виробничими дільницями: котельня (генерування пари для розігріву трубопроводів, якими здійснюється подача в'язучої речовини), бітумплавильний котел; дробарна установка СМ 739/740; асфальтозмішувач ДС-158; відкритий склад сировини та матеріалів; майстерня; гараж для транспортної техніки.

Відкритий склад розташований поруч з дробарною установкою. Щебінь і гравій довозяться автосамоскидами. Готовий відсів зберігається на

майданчику поблизу асфальтозмішувача, що зручно при завантаженні його бункера.

Необхідний набір сировини та матеріалів, їх обсяги представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Перелік сировини та матеріалів для виробництва асфальтобетонної суміші

Сировина, допоміжні матеріали	Умови зберігання	Річне використання
Щебінь	Відкритий склад	800,0 м ³
Дроблена щебенево-гравійно-піщана суміш	Відкритий склад	1200,0 м ³
Відсів	Відкритий склад	471,0 м ³
Бітум	Бітумний котел	247,0 т

Щебінь і гравій подаються транспортером на дробарну установку СМ 739/740. Пересівання подрібненого матеріалу відбувається на ситах установки «Грохот». Відсів відразу подається в бункер завантаження асфальтозмішувача.

Виробництво асфальтобетонних сумішей здійснюється на асфальтобетонному змішувачі ДС-158, потужністю 50 т/год., що атестований на виготовлення асфальтобетонних та щебенево-мастикових сумішей згідно з ДСТУ Б В.2.7-119:2011 та ДСТУ Б В.2.7-127:2015. У ньому проходить технологічний процес змішування здрібненої суміші щебню, гравію та піску з бітумом – матеріалом, який забезпечує зв'язування компонентів суміші. Бітум, що використовується в технологічному процесі, не потребує зневоднення. Відтак, реакторні установки не потрібні.

Подрібнені і просіяні матеріали підлягають сушінню та підігріву в сушильному барабані асфальтозмішувача за рахунок тепла відхідних газів газового пальника. Компоненти нагріваються до температури 165-185 °С і всипаються в приймальну коробку елеватора.

У бітумплавильному котлі проходить нагрівання бітуму до температури

160 °C. Усі процеси нагрівання забезпечує газовий пальник. Безпосередньо в асфальтозмішувачі підігріті наповнювачі та бітум з'єднуються, перемішуються з утворенням готового продукту. Асфальтобетонна суміш із асфальтозмішувача подається на автосамоскиди.

Паровий котел марки Е-109 М2 працює на природному газі. Згенероване ним тепло нагріває трубопроводи асфальтозмішувальної установки.

3.2 Основні джерела утворення та викиду забруднюючих речовин при виробництві асфальтобетонних сумішей

Технологічний процес виготовлення асфальтобетонних сумішей є досить небезпечним з точки зору збереження якості атмосферного повітря. Так, шкідливі речовини утворюються при розвантаженні сировини автосамоскидами, транспортуванні матеріалів виробничими вузлами, під час роботи котельні, бітумплавильного котла, дробарки, обладнання для пересіювання матеріалів, асфальтозмішувача [15].

Залпових та аварійних викидів забруднюючих речовин у технологічному процесі немає.

Викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин характеризуються їх кількістю, хімічним складом, концентрацією, станом тощо.

На виробничому майданчику заводу є десять джерел утворення та викиду речовин з токсичними властивостями. Три джерела (паровий, бітумплавильний котли, асфальтозмішувач) – організовані, а решта сім джерел є неорганізованими. В атмосферне повітря виділяється п'ять забруднюючих речовин.

Загалом, обсяги викидів забруднюючих речовин впродовж року становлять: оксид вуглецю – 1,240 т, діоксид азоту – 0,286 т, фенол – 0,0015 т, насичені вуглеводні – 0,571 т, неорганічний пил – 0,269 т [15].

Детальний аналіз джерел викидів забруднюючих атмосферне повітря речовин наведений у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Основні параметри джерел викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря

Номер джерела викиду	Джерело викиду	Параметри джерел викиду		Місце відбору проб	Параметри газопилового потоку у місці вимірювання			Забруднююча речовина	Максимальна масова концентрація забруднюючої речовини, мг/м ³	Потужність викиду		
		висота, м	діаметр вихідного отвору, м		витрата, м ³ /с	швидкість, м/с	температура, °С			г/с	кг/год.	т/рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Котел	12	0,6	Димохід	3,05	10,787	90	Вуглецю оксид	169,2	0,099800	0,359280	0,248000
								Азоту діоксид	38,1	0,022500	0,081000	0,056000
2	Котел підігріву бітуму	6	0,4	Димохід	0,52	4,138	85	Вуглецю оксид	290,4	0,151000	0,543600	0,451000
								Азоту діоксид	68,3	0,035500	0,127800	0,106000
3	Пост розвантаження	1,5	-	Неорганізоване джерело	-	-	22,5	Пил неорганічний	-	0,050600	0,182160	0,002600
4	Транспортер	2	-	Неорганізоване джерело	-	-	22,5	Пил неорганічний	-	0,003000	0,010800	0,001600

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	Дробарна установка	4	-	Неорганізоване джерело	-	-	22,5	Пил неорганічний	-	0,004300	0,015480	0,002300
6	Установка "Грохот"	5	-	Неорганізоване джерело	-	-	22,5	Пил неорганічний	-	0,005600	0,020160	0,003000
7	Вузол пересипки	4	-	Неорганізоване джерело	-	-	22,5	Пил неорганічний	-	0,004300	0,015480	0,002300
8	Бункер завантаження	4	-	Неорганізоване джерело	-	-	22,5	Пил неорганічний	-	0,003200	0,011520	0,003200
9	Склад зберігання відсіву	3	-	Неорганізоване джерело	-	-	22,5	Пил неорганічний	-	0,003700	0,013320	0,042500
10	Асфальто-змішувач	19,45	0,6	Димокід	3,28	11,6	120	Вуглецю оксид	163,7	0,537000	1,933200	0,541000
								Пил неорганічний	46,8	0,153000	0,553000	0,154000
								Азоту діоксид	37,5	0,123000	0,442800	0,124000
								Вуглеводні насичені C ₁₂ -C ₁₉	172,6	0,566000	2,037600	0,571000
								Фенол	0,46	0,001500	0,005400	0,001500

У паровому котлі при згоранні природного газу проходить утворення, а його труба є джерелом викиду № 1, оксиду вуглецю, діоксиду азоту, вуглекислого газу, діазоту оксиду та метану. Труба бітумплавильного котла – джерело № 2 викиду такого ж переліку речовин.

В атмосферне повітря виділяється пил неорганічний з умістом SiO_2 менше 20 % при розвантаженні автосамоскидів (джерело № 3), при роботі транспортера (джерело № 4), дробарки (джерело № 5), під час пересіювання подрібненого матеріалу (джерело № 6), пересипки (джерело № 7) та зберіганні відсіву (джерело № 8), завантаженні бункера асфальтозмішувача (джерело № 9). Ці джерела викидів належать до неорганізованих.

Асфальтозмішувач ДС-158 – це джерело № 10 утворення та викиду в атмосферне повітря неорганічного пилу ($\text{SiO}_2 < 20 \%$), фенолу, насичених вуглеводнів, оксиду вуглецю, діоксиду азоту, вуглекислого газу, оксиду діазоту, метану.

Організовані джерела (котли та асфальтозмішувач) забезпечують значні викиди в атмосферне повітря оксиду вуглецю і насичених вуглеводнів. При цьому висота труб (димоходів) становить 6-19,45 м.

3.3 Забруднюючі речовин, що утворюються при виробництві асфальтобетонних сумішей

Речовини, які утворюються та виділяються в повітряне середовище під час виконання на заводі ШРБУ-88 окремих операцій технологічного циклу виготовлення асфальтобетонних сумішей, характеризуються належністю до різних класів небезпеки. Однак для усіх з них на сьогодні розроблені гігієнічні нормативи вмісту [6]. Про ймовірні масштаби забруднення повітря свідчать обсяги викидів впродовж року.

Перелік забруднюючих атмосферне повітря речовин, нормативні величини їх вмісту, клас небезпеки та потужність річного викиду наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Забруднюючі речовини та обсяги їх викиду в атмосферне повітря

Речовина	ГДК, мг/м ³		Клас небезпеки	Потужність викиду, т/рік
	максимально разова	середньодобова		
Азоту діоксид	0,085	0,04	2	0,286
Вуглецю оксид	5,0	2,0	4	1,240
Фенол	0,01	0,003	2	0,0015
Вуглеводні насичені C ₁₂ –C ₁₉	1,0	-	4	0,571
Пил неорганічний (SiO ₂ < 20 %)	0,5	0,15	3	0,269

Згідно з даними таблиці, під час виробництва асфальтобетону та його модифікацій в атмосферу найбільше викидається оксиду вуглецю – 1,240 т на рік. У кількісному відношенні найменш потужним є викид фенолу. Так, впродовж року викидається 1,5 кг C₆H₅ОН.

Забруднюючі речовини з переліку належать до 2, 3 і 4 класів небезпеки. Групи речовин односпрямованої дії не виявлено.

3.4 Установки для запобігання атмосферних забруднень

При виготовленні основної продукції на заводі ШРБУ-88 на бункері завантаження асфальтозмішувача (джерело викидів № 9) встановлене обладнання, що попереджує забруднення повітря. Здійснюється триступенева обробка пилогазового потоку від неорганічного пилу з вмістом SiO₂ < 20 %: I і II-й етапи – суха очистка за допомогою циклонів пиловловлювачів, III-й етап – ударно-інерційна очистка мокрим пиловловлювачем.

Відомості про обладнання, ефективність очищення повітряної суміші

представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Характеристика пилогазоочисної установки

Номер джерела викиду	Назва установки	Параметри ПГПС				Забруднююча речовина	Номер ступеня очищення	Концентрація речовини на вході в ГОУ, мг/м³	Ефективність очищення, %	Концентрація речовини на виході з ГОУ, мг/м³
		на вході в ГОУ		на виході з ГОУ						
		V, м³/с	T, °C	V, м³/с	T, °C					
9	Циклон пиловий (ЦП-2)	3,28	140	3,28	140	Пил неорганічний (SiO₂ < 20%)	1	3774,2	38	2340,0
	ЦНх4сп	3,28	140	3,28	130		2	2340,0	92	187,2
	Ударно-інерційна очистка (мокрый пиловловлювач)	3,28	130	3,28	120		3	187,2	75	46,8

Аналіз наведених у таблиці даних дає можливість зробити висновок про достатньо високу ефективність застосування пилогазовловлюючого комплексу. Загалом, завдяки його роботі вдається досягнути зменшення забруднення повітряного потоку у майже 80 разів.

Циклон – це пристрій для очищення газу від неорганічного пилу. Принцип роботи базується на різниці густини газу і пилу. Повітряна суміш вводиться у вертикальний циліндр, де починає обертатися вихором. Очищений газ виводиться через центр циліндра, а пил осідає на стінках і збирається внизу для вилучення [17].

Мокрі пиловловлювачі ударно-інерційного типу очищають газові потоки від пилу і твердих часток. Вони працюють за принципом зіткнення і

розсіювання частинок у водному середовищі. Газ з пилом вводиться у вертикальний канал, де вода подається через розпилювачі, утворюючи завісу. Пилові частинки зіткнувшись з водою, осідають і видаляються з системи. Очищений газ піднімається догори і виходить через верхній вихід. Ці пиловловлювачі також знижують температуру газу [17].

3.5 Санітарно-захисна зона асфальтобетонного заводу

Санітарно-захисна зона (СЗЗ) – це територія, яка оточує промислове підприємство і слугує бар'єром між ним та житловою забудовою, іншими об'єктами соціальної інфраструктури [10]. СЗЗ асфальтобетонного заводу визначається з урахуванням рівня викидів шкідливих речовин, шуму, вібрації та інших факторів, які впливають на навколишнє середовище та здоров'я населення. Основною метою створення СЗЗ є забезпечення безпеки населення від шкідливих впливів виробництва.

Розмір санітарно-захисної зони для асфальтобетонних заводів в Україні визначається відповідно до чинного законодавства та санітарних норм. Основним нормативним документом, що регулює розміри санітарно-захисних зон, є ДСП-173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів [10]. Згідно з цим документом, підприємство відноситься до 1-го класу шкідливості (додаток 4 «Виробництва будівельної промисловості», клас I, пункт 3. Виробництво асфальтобетону), тому для нього встановлюється санітарно-захисна зона розміром не менше 1000 метрів.

Проте конкретний розмір може змінюватися в залежності від обсягів виробництва, використовуваного обладнання та технологій з системами очищення викидів, характеристик місцевості (рельєф, кліматичні умови, напрямок вітру).

У межах СЗЗ забороняється будівництво житлових будинків, об'єктів соціальної інфраструктури та інших об'єктів, де постійно перебувають люди.

Стосовно асфальтобетонного заводу ШРБУ-88, то у межі його

нормативної санітарно-захисної зони в північно-західному напрямі попадають будинки індивідуальної житлової забудови, розміщені на відстані 350 м від стаціонарних джерел викидів забруднюючих.

3.6 Механізм та динаміка поширення атмосферних забруднювачів

Проведення розрахунків та аналізу поширення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі при роботі асфальтобетонного заводу має важливі цілі. Насамперед, це забезпечення здоров'я людей: аналіз дозволяє виявити концентрації шкідливих речовин і вжити заходів для зменшення їхнього впливу на населення. Вивчення динаміка поширення атмосферних забруднювачів дає можливість зрозуміти рівень ймовірного впливу на компоненти навколишнього середовища (рослинність, воду, ґрунти та тварин) та розробити стратегії для його мінімізації.

Окрім цього, існують законодавчі вимоги та стандарти щодо якості атмосферного повітря, які необхідно дотримуватися. Розуміння розсіювання забруднюючих речовин допомагає оптимізувати виробничі процеси та розташування обладнання таким чином, щоб мінімізувати негативний вплив на повітря. Адже вчасне виявлення та усунення проблем з забрудненням повітря може допомогти уникнути штрафів та санкцій, а також зменшити витрати на охорону здоров'я та відновлення екосистем. Отже, розрахунки та аналіз розсіювання забруднюючих речовин є важливою складовою екологічної безпеки та сталого розвитку будь-якого виробничого об'єкту, асфальтобетонного заводу зокрема.

3.6.1 Обґрунтування необхідності розрахунків розсіювання забруднювачів

Щоб зрозуміти, як далеко і наскільки сильно розсіюються шкідливі речовини, які викидає підприємство, проводять спеціальні розрахунки. Ці розрахунки здійснюються з урахуванням таких параметрів, як загальна

потужність викидів, висота джерела викиду та гранично допустима концентрація речовини в атмосферному повітрі.

Для оцінки доцільності проведення розрахунку використовується критерій, який обчислюється наступним чином [17]:

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

де М – загальна потужність викиду від усіх джерел підприємства, г/с;

ГДК – граничнодопустима концентрація речовини, мг/м³;

Н – середньозважена висота джерел викидів даного промислового об'єкту, м.

Таблиця 3.5 – Встановлення доцільності аналізу розсіювання забруднюючих речовин

Забруднююча речовина	Φ	Доцільність проведення розрахунків
Азоту діоксид	0,01	0,181 : 0,085 = 2,129 > Φ, так
Вуглецю оксид	0,01	0,7878 : 5,0 = 0,158 > Φ, так
Фенол	0,01	0,0015 : 0,01 = 0,15 > Φ, так
Вуглеводні насичені C ₁₂ –C ₁₉	0,01	0,566 : 1,0 = 0,566 > Φ, так
Пил неорганічний (SiO ₂ < 20 %)	0,01	0,1683 : 0,5 = 0,3366 > Φ, так

Проведені за вказаною методикою розрахунки показали необхідність визначення розсіювання атмосферних забруднювачів для усіх речовин, що утворюються та викидаються в повітряне середовище при роботі асфальтобетонного заводу ШРБУ-88.

Так, розрахунки розсіювання були проведені на персональному комп'ютері за програмою ЕОЛ-плюс, версія 5.30. У розрахунках враховані значення вихідних величин та коефіцієнти, що представлені в таблиці 2.1 розділу 2. Також до уваги було взято фонове забруднення приземного шару атмосфери.

3.6.2 Аналіз поширення забруднюючих речовин у повітряному середовищі

У додатках А.1-А.5 представлені графічні результати розрахунків розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Проведені розрахунки підтвердили, що рівень забруднення атмосферного повітря у житловій зоні та у санітарно-захисній зоні відповідає встановленим нормам, тобто викиди підприємства не становлять загрози для здоров'я мешканців.

Дані, наведені в таблиці 3.6, дозволяють оцінити екологічний стан досліджуваної території та визначити зони з підвищеним рівнем забруднення.

Таблиця 3.6 – Результати розрахунку концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі від діяльності асфальтобетонного заводу ШРБУ-88

Забруднююча речовина	ГДК, мг/м ³	Фонові концентрації (в частках ГДК)	Максимальні концентрації (в частках ГДК)					
			На межі території підприємства		На межі прилеглої житлової зони		На межі нормативної СЗЗ (1000 м)	
			C_p^*	C_p+C_ϕ	C_p	C_p+C_ϕ	C_p	C_p+C_ϕ
Азоту діоксид	0,085	0,4	0,41	0,81	0,22	0,62	0,06	0,46
Вуглецю оксид	5,0	0,4	0,03	0,43	0,01	0,41	0,00	0,40
Фенол	0,01	0,4	0,01	0,41	0,01	0,41	0,00	0,40
Вуглеводні насичені $C_{12}-C_{19}$	1,0	0,4	0,03	0,43	0,03	0,43	0,01	0,41
Пил неорганічний ($SiO_2 < 20\%$)	0,5	0,4	0,55	0,95	0,26	0,66	0,11	0,51

Примітка: * C_p – розрахункова концентрація, C_ϕ – фонові концентрації

Отже, згідно з даними таблиці 3.6 на території прилеглої житлової зони

концентрації речовин, що потрапляють в атмосферне повітря внаслідок виробництва асфальтобетонних та щебенево-мастикових сумішей на заводі ШРБУ-88, відповідають діючим нормативам [6]. А саме – їх вміст в повітрі не перевищує показників гранично допустимих концентрацій. Так, максимальна концентрація оксиду вуглецю і фенолу – в межах 0,41 ГДК, насичених вуглеводнів – 0,43 ГДК, діоксиду азоту – 0,62 ГДК, неорганічного пилу 0,66 ГДК. У межах нормативної санітарно-захисної зони концентрації вказаних речовин в повітряному середовищі практично такі ж.

Отже, на території заводу та прилеглий до нього території не спостерігається погіршення якості атмосферного повітря внаслідок здійснення виробничих процесів, передбачених технологічним регламентом.

3.7 Гігієнічна оцінка рівнів шуму на території підприємства ТДВ «ШРБУ-88» та на прилеглий до нього території житлової забудови

Нормованими параметрами шуму є рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 і 8000 Гц і еквівалентний (за енергією) рівень звуку в децибелах (шкала А). Допустимі рівні шуму на робочих місцях не перевищують відповідно 110, 94, 87, 81, 78, 75, 73 дБ, а за шкалою А – 80 дБ [8].

3.7.1 Гігієнічна оцінка розрахованих рівнів шуму

На виробничій території ТДВ «ШРБУ-88» шум генерується технологічним обладнанням.

Режим роботи підприємства – 8 год в день (8.00-17.00), 22 дні в місяць, 8 місяців в рік.

Всі джерела шуму знаходяться на відкритому виробничому майданчику асфальтобетонного заводу.

Виміри шуму проводились на висоті 1,5 м над рівнем землі. За виміряними значеннями рівнів шуму та рівнями звукового тиску в октавних

смугах частот 63-8000 Гц в кожній точці була проведена статистична обробка результатів вимірів у відповідності до ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 [12] та порівняння їх з гранично допустимими рівнями згідно вимог ДСН 3.3.6.037-99 [8], результати яких зведені в таблицях 3.7-3.9.

Таблиця 3.7 – Розрахунок рівня звукового тиску від основних джерел шуму

Джерела шуму (звуку)	Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц								Рівні звуку, еквів. рівні шуму, La, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	Рівні звукового тиску (потужність), дБ								
Дробарна установка	99	93	87	84	81	79	77	75	86
Установка «Грохот»	96	89	84	81	79	77	75	72	83
Вузол пересипки	93	85	81	77	75	73	71	67	79
Асфальтозмішувач ДС-158	95	87	84	81	78	76	73	70	81

Шумові характеристики обладнання відповідають вимогам нормативних документів [8, 9].

3.7.2 Гігієнічна оцінка виміряних рівнів шуму

Усі установки працюють 6 годин за зміну. Для них вводиться поправка -1,2 дБ. Для обладнання, що встановлене в захисних кожухах, вводиться поправка -20 дБ, за рахунок звукопоглинаючих властивостей захисних кожухів. Для обладнання, що встановлене в приміщеннях, вводиться поправка на -25 дБ за рахунок звукопоглинаючих властивостей стін.

Сумарний звуковий тиск розраховується за формулою:

$$L_{\text{сум}} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_{Pi}}.$$

Звуковий тиск на відстані r розраховується за формулою:

$$L = L_{\text{сум}} - 15 \lg(r) + 10 \lg(\Phi),$$

де Φ – фактор направленості джерела дорівнює 1 (для джерел з рівномірним випромінюванням звуку).

Таблиця 3.8 – Шумові параметри обладнання з врахуванням всіх поправок

Джерела шуму (звуку)	Середньогометричні частоти октавних смуг, Гц								Рівні звуку, еквів. рівні шуму, La, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	Рівні звукового тиску (потужність), дБ								
Дробарна установка	97,8	91,8	85,8	82,8	79,8	77,8	75,8	73,8	84,8
Установка «Грохот»	94,8	87,8	82,8	79,8	77,8	75,8	73,8	70,8	81,8
Вузол пересипки	91,8	83,8	79,8	75,8	73,8	71,8	69,8	65,8	77,8
Асфальтозмішувач ДС-158	93,8	85,8	82,8	79,8	76,8	74,8	71,8	68,8	79,8
Сумарний звуковий тиск Lсум	101	94	89	86	84	82	79	77	88
Звуковий тиск на відстані 300 м	64	57	52	49	47	45	42	40	51
Звуковий тиск на відстані 400 м	62	55	50	47	45	43	40	38	49
Звуковий тиск на відстані 1000 м	56	49	44	41	39	37	34	32	43

За умовами акустичного впливу проведені натурні заміри рівнів шуму та рівнів звукового тиску в октавних смугах частот 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц на території підприємства, на прилеглої до підприємства

території житлової забудови в визначених точках. Характеристика точок вимірів шуму:

- на території підприємства за 1,5-2 м від джерел генерування шуму;
- на відстані 300 м в контрольних точках 1-5.

Еквівалентний рівень звукового тиску в контрольній точці розраховуємо за формулою:

$$La_2 = La_1 - 15 \lg(r) + 10 \lg(\Phi) - 10 \lg(\Omega),$$

де r – відстань від джерела шуму, до контрольної точки;

Φ – фактор спрямованості джерела шуму (приймаємо за 1, для рівномірного випромінювання);

Ω – просторовий кут випромінювання (дорівнює 2π для джерел на поверхні території та конструкцій).

Таблиця 3.9 – Характеристика точок вимірів шуму

Джерело шуму (звуку)	Рівні звуку, еквів. рівні шуму, La_1 , дБА, з урахуванням всіх поправок	Рівні звуку, еквів. рівні шуму, La_2 , дБА, в контрольній точці				
		т. 1	т. 2	т. 3	т. 4	т. 5
Дробарна установка	84,8	$\frac{39*}{310}$	$\frac{40}{303}$	$\frac{39}{322}$	$\frac{39}{352}$	$\frac{38}{380}$
Установка «Грохот»	81,8	$\frac{36}{320}$	$\frac{37}{307}$	$\frac{36}{323}$	$\frac{36}{345}$	$\frac{35}{368}$
Вузол пересипки	77,8	$\frac{32}{338}$	$\frac{32}{310}$	$\frac{32}{311}$	$\frac{32}{315}$	$\frac{32}{330}$
Асфальтозмішувач ДС-158	79,8	$\frac{33}{365}$	$\frac{34}{348}$	$\frac{34}{356}$	$\frac{33}{365}$	$\frac{33}{376}$

Примітка: * – у чисельнику – рівні шуму в контрольній точці, у знаменнику – відстань до контрольної точки, м.

Сумарне звукове навантаження в контрольних точках розраховуємо за формулою:

$$La_{\text{сум}} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 La_2 i}.$$

Таблиця 3.10 – **Звукове навантаження в контрольних точках на відстані 300 м**

Рівні звуку, еквів. рівні шуму, $L_{a\text{сум}}$, дБА, в контрольній точці				
т. 1	т. 2	т. 3	т. 4	т. 5
42	43	42	42	41

Як видно з таблиць, рівні звукового тиску в розрахункових точках є меншими допустимих значень за всіма середньгеометричними частотами октавної лінії. Це не погіршує умови проживання на межі найближчих житлових будинків, задовольняє нормативні санітарні та екологічні вимоги і рівень звукового тиску відповідає ДСН 3.3.6.037-99, ДСН 3.3.6.039-99, ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 [8, 9, 12]. Таким чином, додаткові заходи з шумопоглинання недоцільні.

3.8 Коригування розміру санітарно-захисної зони на основі гігієнічної оцінки забруднення атмосферного повітря

Основою оцінки забруднення атмосферного повітря населених місць є гігієнічні нормативи допустимого вмісту в ньому хімічних, біологічних речовин (чи агентів) та допустимого впливу фізичних факторів.

При оцінці забруднення атмосферного повітря населених місць допустимим та безпечним для здоров'я людей приймається рівень, при якому концентрації окремих забруднюючих речовин, «груп сумації» за коефіцієнтами комбінованої дії не перевищують встановлені гігієнічні нормативи допустимого вмісту (ГДК, ОБРВ, ГДЗ). Крім того, розрахований сумарний показник забруднення атмосфери у відповідності до гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць, які є обов'язковими при обґрунтуванні рекомендацій щодо зменшення нормативної СЗЗ.

До гігієнічних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць належать: гранично допустимі концентрації (ГДК), орієнтовні безпечні рівні впливу (ОБРВ), коефіцієнти комбінованої дії (К.к.д.) сумісно присутніх речовин та встановлені на їх основі показники гранично допустимого забруднення (ГДЗ).

Коефіцієнт комбінованої дії відображає характер сумісної біологічної дії одночасно присутніх в атмосферному повітрі забруднюючих речовин (сумація, посилення, послаблення або незалежна дія). Його цифрове значення встановлюється експериментальним або розрахунковим шляхом та виражається в частках від індивідуальних ГДК забруднюючих речовин.

Показник гранично допустимого забруднення (ГДЗ) атмосферного повітря – відносний інтегральний критерій оцінки забруднення атмосферного повітря населених місць, який характеризує інтенсивність та характер сумісного впливу всієї сукупності присутніх в ньому шкідливих домішок. ГДЗ розраховується для кожного випадку на основі визначених експериментально та затверджених у встановленому порядку коефіцієнтів комбінованої дії за формулою:

$$\text{ГДЗ} = \text{К.к.д.} \cdot 100\%.$$

У випадках, коли значення К.к.д. відсутні, їх визначення проводиться за формулою:

$$\text{К.к.д.} = \sqrt[n]{n},$$

де n – число речовин, присутніх у повітряному середовищі, для яких офіційно не встановлено характер комбінованої дії.

Оцінка фактичного або прогнозного (розрахункового) рівня забруднення атмосферного повітря проводиться шляхом співставлення показника забруднення (ПЗ) однією речовиною або сумарного показника забруднення (Σ ПЗ) сумішшю речовин з показником гранично допустимого забруднення (ГДЗ). Допустимим визнається рівень, що не перевищує ГДЗ.

Сумарний показник забруднення (Σ ПЗ) сумішшю речовин розраховується за формулою:

$$\Sigma\PiЗ = [C_1 / (ГДК_1 \cdot K_1) + \dots + C_n / (ГДК_n \cdot K_n)] \cdot 100 \%,$$

де $C_1 \dots C_n$ – значення фактичних або прогнозованих концентрацій речовин, що входять до складу суміші, мг/м³;

ГДК₁...ГДК_n – значення гранично допустимих концентрацій відповідних забруднюючих речовин, що входять до складу суміші, мг/м³;

$K_1 \dots K_n$ – значення коефіцієнтів, які враховують клас небезпечності відповідної речовини (для речовин 1-го класу – 0,8; 2-го класу – 0,9; 3-го класу – 1,0; 4-го класу – 1,1).

У випадку відсутності значень ГДК при прогнозуванні приземних концентрацій приймаються значення ОБРВ без врахування значень коефіцієнтів K .

Таблиця 3.11 – Розрахунок прогнозованих приземних концентрацій забруднюючих речовин

Забруднююча речовина	Розрахункова концентрація C_p , мг/м ³	Фонова концентрація C_f , мг/м ³	Очікувана концентрація $C_p - C_f$, мг/м ³
Азоту діоксид	0,0561	0,034	0,0221
Вуглецю оксид	2,1	2,0	0,1
Фенол	0,0041	0,004	0,0001
Вуглеводні насичені $C_{12}-C_{19}$	0,43	0,4	0,03
Пил неорганічний ($SiO_2 < 20\%$)	0,275	0,2	0,075

Парникові гази – оксид діазоту, діоксид вуглецю, метан не нормуються, тому їх концентрація в атмосферному повітрі не визначалась.

Значення прогнозованих концентрацій речовин, що входять до складу суміші (мг/м³) для заводу ШРБУ-88 взяті з розрахунку забруднення атмосферного повітря по програмі ЕОЛ+. Відтак, показник прогнозованого забруднення атмосферного повітря становить:

$$\Sigma \text{ПЗ} = [0,0561 / (0,085 \cdot 0,9) + 2,1 / (5,0 \cdot 1,1) + 0,0041 / (0,01 \cdot 0,9) + 0,43 / (1,0 \cdot 1,1) + 0,295 / (0,5 \cdot 1,0)] \cdot 100 \% = [0,733 + 0,382 + 0,456 + 0,391 + 0,59] \cdot 100 \%;$$

$$\Sigma \text{ПЗ} = 2,552 \cdot 100 \% = 255,2 \%.$$

$$\text{ГДЗ} = \sqrt{8} \cdot 100 \% = 2,828 \cdot 100 \% = 282,8 \%.$$

Оцінка забруднення атмосферного повітря проводиться з урахуванням кратності перевищення показників забруднення (ПЗ) їх нормативного значення (ГДЗ) і включає визначення рівня забруднення (допустимий, недопустимий) та ступінь його небезпечності згідно таблиці.

Для заводу ШРБУ-88 кратність перевищення ГДЗ становить:

$$\Sigma \text{ПЗ} / \text{ГДЗ} = 255,2 / 282,8 = 0,902.$$

Висновок щодо рівня забруднення робимо, спираючись на довідкові дані таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Кількісні показники оцінки забруднення атмосферного повітря

Рівень забруднення	Ступінь небезпечності	Кратність перевищення ГДЗ
Допустимий	Безпечний	< 1
Недопустимий	Слабо небезпечний	> 1-2
Недопустимий	Помірно небезпечний	> 2-4,4
Недопустимий	Небезпечний	> 4,4-8
Недопустимий	Дуже небезпечний	> 8

З огляду на наведене вище, можна констатувати, що прогнозний розрахунковий рівень забруднення атмосферного повітря, згідно з гігієнічними регламентами допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць, для асфальтобетонного заводу ШРБУ-88 є допустимий і безпечний.

Враховуючи, що максимальні концентрації забруднюючих речовин та рівні шуму від виробництва на підприємстві ТДВ «ШРБУ-88» не

перевищують гранично допустимі гігієнічні нормативи, функціонування виробництва асфальтобетонних сумішей відповідає вимогам Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів (ДСП №173-96, п. 5.7) та не створює загрози здоров'ю населення [10]. Таким чином, можна стверджувати про можливість скорочення нормативної санітарно-захисної зони до 300 м від джерел забруднення в північно-західному напрямі; в інших напрямках нормативна СЗЗ відповідає нормам ДСП №173-96 і пропонується залишити її розміром 1000 м.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Інтенсивний поступ науково-технічного процесу в наш час дозволяє полегшити працю, підвищити її продуктивність, але разом з тим несе у собі небезпеку для життя і здоров'я працюючих. Конституційне право громадян нашої держави на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності відображено у Законі України Про охорону праці [14]. Закон закріпив гарантії прав громадян України на охорону праці, порядок організації охорони праці на виробництві, визначив основні положення щодо видів стимулювання роботи з охорони праці, дії державних, міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці; затвердив структуру і порядок функціонування державного управління охороною праці, державний нагляд і громадський контроль за охороною праці, а також відповідальність працівників за порушення законодавства про охорону праці.

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

4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам на підприємстві, професійним захворюванням і аваріям в процесі праці на заводі ТДВ «ШРБУ-88» створена, відповідно до Закону України Про охорону праці та Типового

положення про службу охорони праці, Служба охорони праці.

Служба охорони праці вирішує питання забезпечення безпеки виробничих процесів, безпечної експлуатації обладнання, будівель і споруд; забезпечення працюючих засобами індивідуального і колективного захисту; професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, пропаганди безпечних методів праці; вибору оптимальних режимів праці і відпочинку працюючих; професійного добору виконавців для визначених видів робіт.

Службу охорони праці, що входить до структури підприємства як одна з основних виробничо-технічних служб, очолює директор. Контроль за дотриманням правил з охорони праці та відповідальність за стан охорони праці на ТДВ «ШРБУ-88» покладений на адміністрацію – на директора. Керівник служби охорони праці має право видавати працівникам структурних підрозділів обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків. Припис про зупинення робіт, може скасувати, в письмовій формі, лише директор.

Оперативна робота з охорони праці здійснюється згідно встановленого графіку. Постійно проводяться перевірки робочих підрозділів.

Усі працівники, які приймаються на постійну або тимчасову роботу і при подальшій роботі, проходять на підприємстві інструктаж з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих. За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці підрозділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий, цільовий інструктаж.

З метою наочного навчання працівників в приміщенні підприємства влаштований куток з охорони праці з нормативно-технічною документацією, інструкціями, навчальними програмами. Тут представлений демонстраційний матеріал (плакати, схеми), зразки засобів індивідуального захисту.

Перевірка знань працівників з питань охорони праці проводиться за

тими нормативними актами про охорону праці, дотримання яких входить до їх службових обов'язків. Формою перевірки знань з питань охорони праці працівників є іспит, у вигляді усного опитування або шляхом тестування з наступним усним опитуванням.

Контроль за станом повітряного простору в приміщеннях підприємства та вмістом шкідливих речовин у ньому здійснюється у встановленому порядку акредитованою лабораторією.

На заводі ШРБУ-88 є кімнати відпочинку. Окрім цього кімнати служать місцем для прийому їжі.

На заводі з виробництва асфальтобетону можуть виникати різні проблеми в сфері охорони праці, які можуть поставити під загрозу здоров'я та безпеку працівників. Найбільш поширеними проблемами є вплив шуму, пилу та інших хімічних речовин, пожежо- та вибухонебезпечність виробничих процесів, використання важкої техніки, недотримання вимог охорони праці.

Виробництво асфальтобетону включає використання різноманітного обладнання, такого як дробарки, барабани, конвеєри та інші машини. Шум, який вони створюють, може перевищувати безпечний рівень і призводити до пошкодження слуху працівників.

У виробничому процесі утворюються пил та дим, які можуть містити шкідливі частки і хімічні речовини, такі як бітум, кремній та інші. Це може спричинити проблеми з диханням та призвести до хронічних захворювань дихальних шляхів.

Виробництво асфальтобетону вимагає нагрівання бітуму, що може створювати ризик пожежі або вибуху. Надмірна кількість бітуму, неправильне управління температурою або недостатня вентиляція можуть спричинити небезпеку.

Виробничі процеси на заводі вимагають використання важкої техніки, такої як вантажівки, фрезери, валкові катки тощо. Робота з цією технікою може бути небезпечною, особливо при неправильному використанні або недостатній підготовці персоналу.

Вимоги пожежної безпеки на заводі в основному дотримані, хоча можна зазначити, що не усі рухомі частини машин мають огорожі і попереджувальні знаки.

На підприємстві недостатні заходи для контролю небажаного доступу працівників та сторонніх осіб до небезпечних зон. Це може призвести до травм та нещасних випадків.

Недостатнє навчання та недостатня свідомість про правила охорони праці можуть спричинити небезпеку для працівників та призвести до нещасних випадків.

Для запобігання цим проблемам на досліджуваному об'єкті – заводі з виробництва асфальтобетону, необхідно впроваджувати ефективні програми охорони праці, забезпечувати навчання та свідоме ставлення до безпеки серед працівників, а також дотримуватись стандартів та правил щодо безпеки промисловості. На основі аналізу стану охорони праці під час виготовлення асфальтобетонних та щебенево-мастикових сумішей на заводі ШРБУ-88 встановлено, що існує потреба покращення умов праці у виробничих приміщеннях шляхом удосконалення існуючих заходів і засобів з охорони праці з метою зменшення впливу шкідливих і небезпечних факторів виробництва асфальтобетону на працюючих.

4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки на асфальтобетонному заводі ШРБУ-88

Проблемам виробничої санітарії та гігієни на заводі ШРБУ-88 приділяють увагу, оскільки робота небезпечна і шкідлива для здоров'я людей. Покращити гігієну праці, техніку безпеки та пожежну безпеку на заводі з виготовлення асфальтобетону можна шляхом впровадження низки заходів. Так, необхідно забезпечити всіх працівників комплексним навчанням з питань охорони праці, техніки безпеки та пожежної безпеки. Навчання повинно бути регулярним, і працівники повинні знати, як правильно використовувати

обладнання, як уникати травм та виявляти можливі небезпеки.

Особи, які працюють із асфальтобетонною сумішшю і асфальтобетоном дорожнім та аеродромним, мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту згідно з НПАОП 63.21-1.01 та НПАОП 63.21-3 [24]. Усі без винятку працівники заводу повинні бути забезпечені необхідним захисним одягом та засобами індивідуального захисту, такими як респіратори, захисні окуляри, вушний захист та інші засоби, які зменшують ризики ураження шкідливими речовинами та механічними травмами. Для покращення гігієни праці працюючим слід видавати і замінювати спецодяг та взуття: бавовняний – один раз на рік; куртка ватна – одна на два роки; рукавиці брезентові – одна пара на місяць; чоботи кирзові – одна пара на півтора року.

Рівень шумового навантаження на працюючих при виробництві і використанні матеріалів для асфальтобетонів повинен відповідати вимогам ДСН 3.3.6.037-99 [8]. Еквівалентні рівні загальної вібрації на робочих місцях повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.039-99 [9].

Обов'язковим є проведення регулярних перевірок обладнання. Усі машини та обладнання на заводі повинні бути в робочому стані, проходити регулярне обслуговування та відповідати безпековим стандартам. Необхідно здійснювати заходи для запобігання витокам газів та пилу, а також надійному заземленню обладнання. Дотримання правил техніки безпеки є запорукою покращення умов праці. Перед проведенням робіт проводиться обстеження з метою виявлення ділянок несприятливих для застосування механізмів.

Щоб уникнути пожеж та інших небезпек, хімічні речовини та матеріали, такі як бітум, повинні правильно зберігатися. У всіх робочих зонах має бути забезпечена належна вентиляція, особливо там, де можуть утворюватися шкідливі гази, пил або дим. Щоб забезпечити нормальні та безпечні умови праці в кожному виробничому приміщенні, необхідно проводити контроль повітряного середовища на вміст у ньому забруднюючих речовин. Вони можуть проникати в повітряне середовище виробничих приміщень підприємства від виробничих процесів [1]. Контроль показників мікроклімату

(температура, відносна вологість, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового випромінювання) при приготуванні органічних в'язучих і асфальтобетонної суміші повинен виконуватися згідно з санітарними нормами ДСН 3.3.6.042 [21].

Вихідні матеріали для асфальтобетонної суміші за результатами радіаційно-гігієнічної оцінки сумарної питомої активності природних радіонуклідів, згідно з ДБН В.1.4-2.01 повинні відповідати I-II класам відповідно до ДБН В.1.4-1.01 [11].

Процес виробництва асфальтобетонної суміші слід здійснювати з дотриманням вимог пожежної безпеки, електростатичної іскробезпеки та виробничої безпеки згідно з НАПБ А.01.001, ДСТУ 3273.

Виробничі приміщення повинні бути обладнані первинними засобами пожежогасіння відповідно до НАПБ А.01.001 та НАПБ Б.03.001. Засобами гасіння, у разі займання в'язких дорожніх бітумів, мають бути пісок, вогнегасний порошок, піни.

Необхідно позначити евакуаційні шляхи та розробити плани евакуації для випадків надзвичайних ситуацій, таких як пожежі або аварії. Усі пожежні системи та засоби пожежогасіння повинні належним чином функціонувати, а працівники знати, як ними користуватись.

Важливим є постійно залучайте працівників до питань безпеки шляхом проведення брифінгів та обговорень з приводу безпечної роботи, врахування їх пропозицій щодо поліпшення умов праці та безпеки.

Ці заходи сприятимуть покращенню гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки на заводі з виробництва асфальтобетону, забезпечать безпечніші умови для працівників і зменшать ризик нещасних випадків. Внаслідок покращення умов охорони праці на даному підприємстві очікується: збільшити кількість робочих місць, які відповідають нормативним вимогам, зниження кількості нещасних випадків і професійних захворювань пов'язаних з незадовільними умовами праці.

ВИСНОВКИ

1. Завод Шляхового ремонтно-будівельного управління № 88, що знаходиться у місті Самборі Львівської області, належить до категорії виробництв будівельних матеріалів, забезпечуючи дорожньо-ремонтне будівництво. Основна продукція – асфальтобетонні та щебено-мастикові суміші різних марок.
2. Стан задіяного на заводі у виробничих процесах технологічного обладнання – задовільний, його експлуатація відбувається згідно з технологічними вимогами.
3. Виробництво основної продукції згідно з технологічними регламентами призводить до утворення та викиду в атмосферне повітря шкідливих речовин, а також – є джерелом акустичного забруднення прилеглих територій. Забруднення відбувається при розвантаженні сировини автосамоскидами, транспортуванні матеріалів виробничими вузлами, під час роботи котельні, бітумплавильного котла, дробарки, обладнання для пересіювання матеріалів, асфальтозмішувача.
4. На виробничому майданчику заводу є десять джерел утворення та викиду речовин з токсичними властивостями, з них три джерела організовані. Перелік забруднюючих речовин включає 5 одиниць 2-4 класів небезпеки, що не входять до жодної з групи речовин односпрямованої дії. Обсяги викидів впродовж року: оксид вуглецю – 1,240 т, діоксид азоту – 0,286 т, фенол – 0,0015 т, насичені вуглеводні – 0,571 т, неорганічний пил – 0,269 т.
5. На бункері завантаження асфальтозмішувача (джерело викидів № 9) встановлене обладнання, за рахунок якого здійснюється триступенева обробка пилогазового потоку від неорганічного пилу з вмістом $\text{SiO}_2 < 20 \%$: I і II-й етапи – суха очистка за допомогою циклонів пиловловлювачів, III-й етап – ударно-інерційна очистка мокрим пиловловлювачем. Завдяки роботі пилогазовловлюючого комплексу вдається досягнути зменшення забруднення повітряного потоку у майже 80 разів, що свідчить про його достатньо високу

ефективність.

6. Нормативна санітарно-захисна зона виробничого майданчика 1000 м. Підприємство відноситься до 1-го класу шкідливості.

7. Проведені розрахунки показали необхідність визначення розсіювання п'яти забруднюючих речовин. За його результатами на території прилеглої житлової зони та у межах СЗЗ концентрації речовин, що потрапляють в атмосферне повітря внаслідок виробництва основної продукції заводу, відповідають діючим нормативам: максимальна концентрація оксиду вуглецю і фенолу – в межах 0,41 ГДК, насичених вуглеводнів – 0,43 ГДК, діоксиду азоту – 0,62 ГДК, неорганічного пилу 0,66 ГДК. Прогнозований розрахунковий рівень забруднення атмосферного повітря є допустимий і безпечний.

8. Джерелами шуму на заводі ШРБУ-88 є виробниче обладнання. Виробничий шум, що досліджувався, є постійним, широкосмуговим.

9. В усіх точках вимірів в денний час (7.00-19.00) доби рівні шуму та рівні звукового тиску в октавних смугах частот 63 – 8000 Гц є незначними, не перевищують гранично допустимих величин як на території самого виробництва, так і на прилеглої території житлової забудови, згідно санітарного законодавства. Слід відмітити, що існує певний акустичний запас в усіх точках вимірів. Додаткові заходи з шумопоглинання на заводі недоцільні.

10. Враховуючи, що максимальні концентрації забруднюючих речовин та рівні шуму від виробництва на підприємстві ТДВ «ШРБУ-88» не перевищують гранично допустимі гігієнічні нормативи, функціонування виробництва асфальтобетонних сумішей відповідає вимогам ДСП 173-96 та не створює загрози здоров'ю населення. Таким чином, можна стверджувати про можливість скорочення нормативної санітарно-захисної зони до 300 м від джерел забруднення в північно-західному напрямі; в інших напрямках розмір СЗЗ відповідає нормам і пропонується залишити його 1000 м.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Безпека життєдіяльності: навч. посібник / За ред. П. Атаманчука. Кам'янець-Подільський: Центр учбової літератури, 2011. 275 с.
2. Безпека життєдіяльності: підручник / За ред. О. Запорожець. Київ: Центр учбової літератури, 2013. 447 с.
3. Вінічук М. М. Загальна екологія: навч. посібн. Житомир: Видавництво Державного університету «Житомирська політехніка», 2021. 184 с.
4. Волошина Н. О. Загальна екологія та неоекологія: навч. посібн. Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2015. 335 с.
5. Гавриленко О. П. Екогеографія України : навч. посіб. Київ: Знання, 2008. 646 с.
6. Гігієнічні регламенти. Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць. Затверджено Наказом МОЗ України від 14 січня 2020 року № 52.
7. Гурин В. А., Востріков В. П., Кузьмич Л. В. Основи промислових технологій і матеріалознавства: навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2019. 310 с.
8. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Введений в дію Постановою МОЗ України від 01.12.1999 № 37.
9. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Введений в дію Постановою МОЗ України від 01.12.1999 № 37.
10. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджено наказом МОН України від 19 червня 1996 р. № 173 (зі змінами). Київ: МОЗ України, 1996. 66 с.
11. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови. Київ, 2011. 55 с.
12. ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій. ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», Наказ від 10.07.2013 № 306.
13. Дяченко Є. В., Гасій Г. М., Пахомов Р. І., Зима О. Є. Організація і

планування дорожнього будівництва (спецкурс): курс лекцій з дисципліни. Полтава: ПолтНТУ, 2015. 133 с

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

15. Звіт з інвентаризації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та розрахунок викидів забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери ТДВ «ШРБУ-88», 2022. 78 с.

16. Ільченко В. В. Основи технології будівництва дорожнього одягу: курс лекцій «Технологія будівництва автодоріг» для студ. спеціальності «Автомобільні дороги та аеродроми». Полтава: ПолтНТУ, 2008. 139 с.

17. Ісаєнко В. М., Бабікова К. О., Саталкін Ю. М., Романов М. С. Інженерна екологія: підручник. Київ: НАУ, 2019. 452 с.

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

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

20. Ковальов Я. М. Виробничі підприємства дорожньої галузі: навч. посібник. Мінськ: Арт Дизайн, 2009. 256 с.

21. Колотило Д. М., Соколовський А. Т., Гарбуз С. В. Технологічні процеси галузей промисловості: навч. посібник. Київ: КНЕУ, 2013. 380 с.

22. Лівінський О. М., Пшінько О. М., Савицький М. В. Будівельні матеріали та вироби. Дніпро: Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, Акцент ПП, 2014. 658 с.

23. Масікевич Ю. Г., Гринь С. О., Герецун Г. М. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища. Чернівці: Зелена Буковина, 2005. 343 с.

24. Охорона праці / К.Н. Ткачук, К.К. Ткачук, Ю.А. Гурін та ін. Кривий Ріг: ВЦ КТУ, 2011. 325 с.

25. Смалюх М. М., Дацко Т. М. Аналіз рівня забруднення атмосферного повітря та акустичного забруднення на території, прилеглій до асфальтобетонного заводу ШРБУ-88. *Студентська молодь і науковий прогрес в АПК*: тези доп. Міжнар. студ. наук. форуму. (02-04 жовтня 2024 р., м.

Дубляни, Україна). Львів, 2024. С. 30.

26. Сосницька Я. С. Основи виробництва: конспект лекцій. Луцьк: Східноєвроп. націон. ун-т ім. Лесі Українки, 2019. 99 с.
27. Стан довкілля у Львівській області у 2023 році. [Електронний ресурс] <https://deplv.gov.ua/potochni-rezultaty/>
28. Степура В. С., Беятинський А. О., Кужель Н. В. Основи експлуатації автомобільних доріг і аеродромів: навч. посібник. Київ: НАУ, 2013. 204 с.
29. Ткачук О. П., Вітер Н. Г., Ковальова К. В. Біоекологія: навч. посібн. Вінниця: ТОВ «Друк», 2021. 472 с.
30. Троценко Є. О., Перетятко Ю. В. Промислова екологія: навч. посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 34 с.
31. Филипчук В. Л., Клименко М. О., Ткачук К. К., Проценко С. Б., Радовенчик В. М., Залеський І. І. Промислова екологія: навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2013. 495 с.
32. Якименко О. В. Технологія будівельного виробництва: навч. посібник. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 411 с.
33. Cheraghian G, Cannone Falchetto A., You Z., Chen S., Kim Y.-S., Westerhoff J., Moon K.-H., Wistuba M.-P. Warm mix asphalt technology: An up to date review. *Journal of Cleaner Production*. 2020, Volume 268. P. 122128. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122128>.
34. Qu S., Fan S., Wang G., He W., Xu K., Nie L., Zhao Y., Zhu Q., Li T., Li G. Air pollutant emissions from the asphalt industry in Beijing, China. *Journal of Environmental Sciences*. 2021, Volume 109. P. 57-65. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2021.02.027>.
35. Umadevi A., Kanmani S. Air and noise pollution management of asphalt and concrete mixing plants. 2011, Volume 31. P. 969-976. https://www.researchgate.net/publication/290366793_Air_and_noise_pollution_management_of_asphalt_and_concrete_mixing_plants

Додаток А

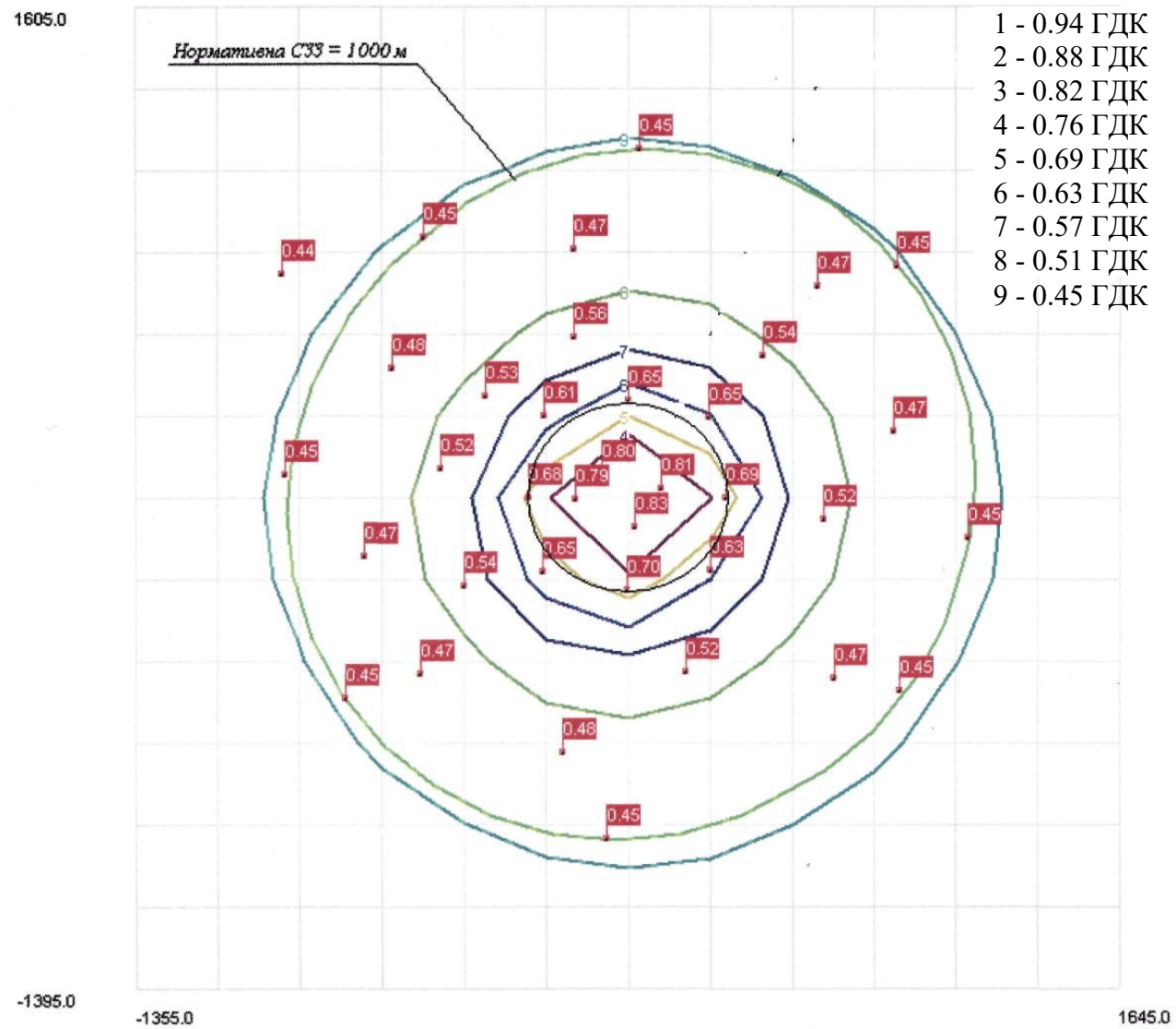


Рисунок А.1 – Схема розсіювання діоксиду азоту

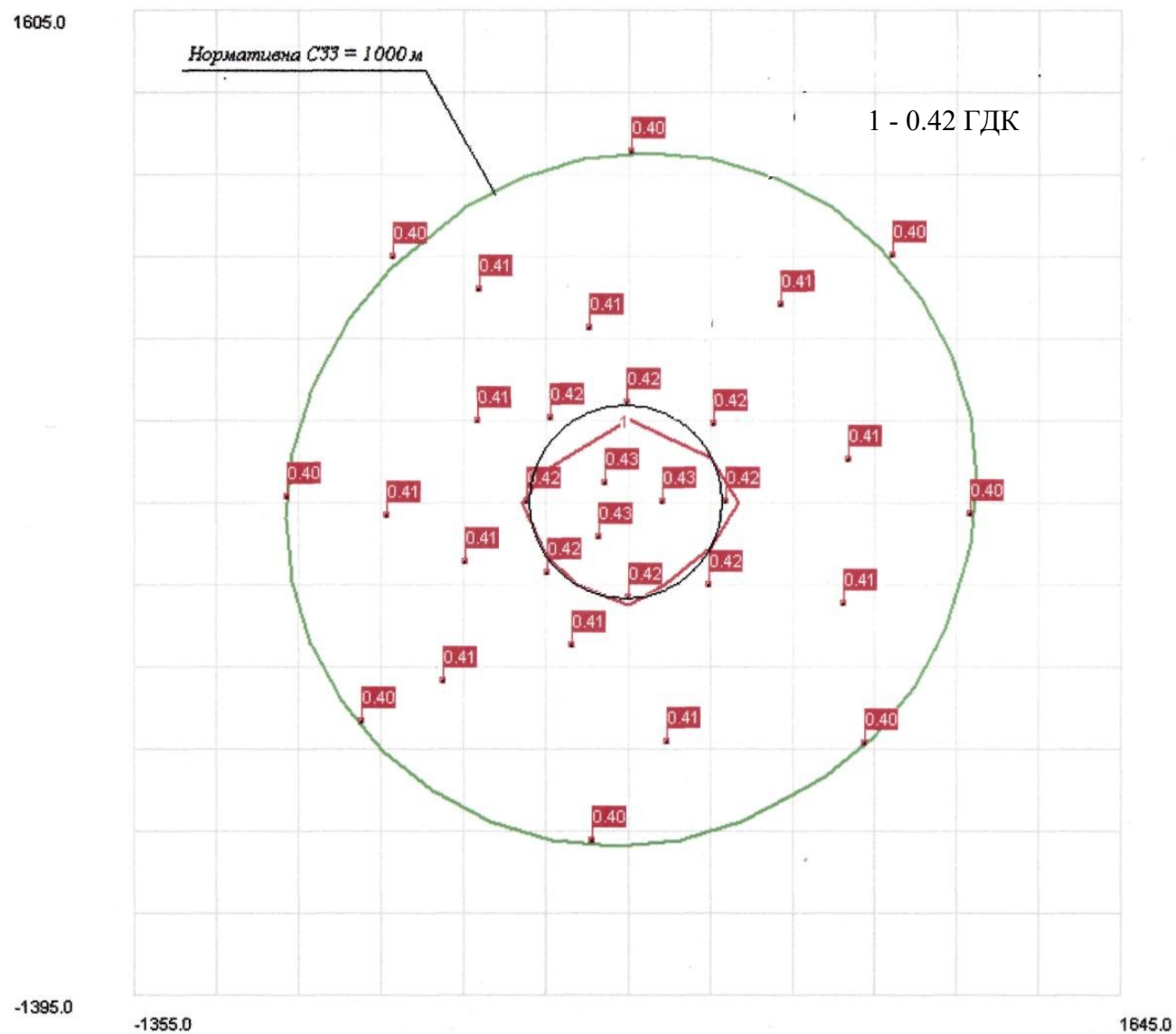


Рисунок А.2 – Схема розсіювання оксиду вуглецю

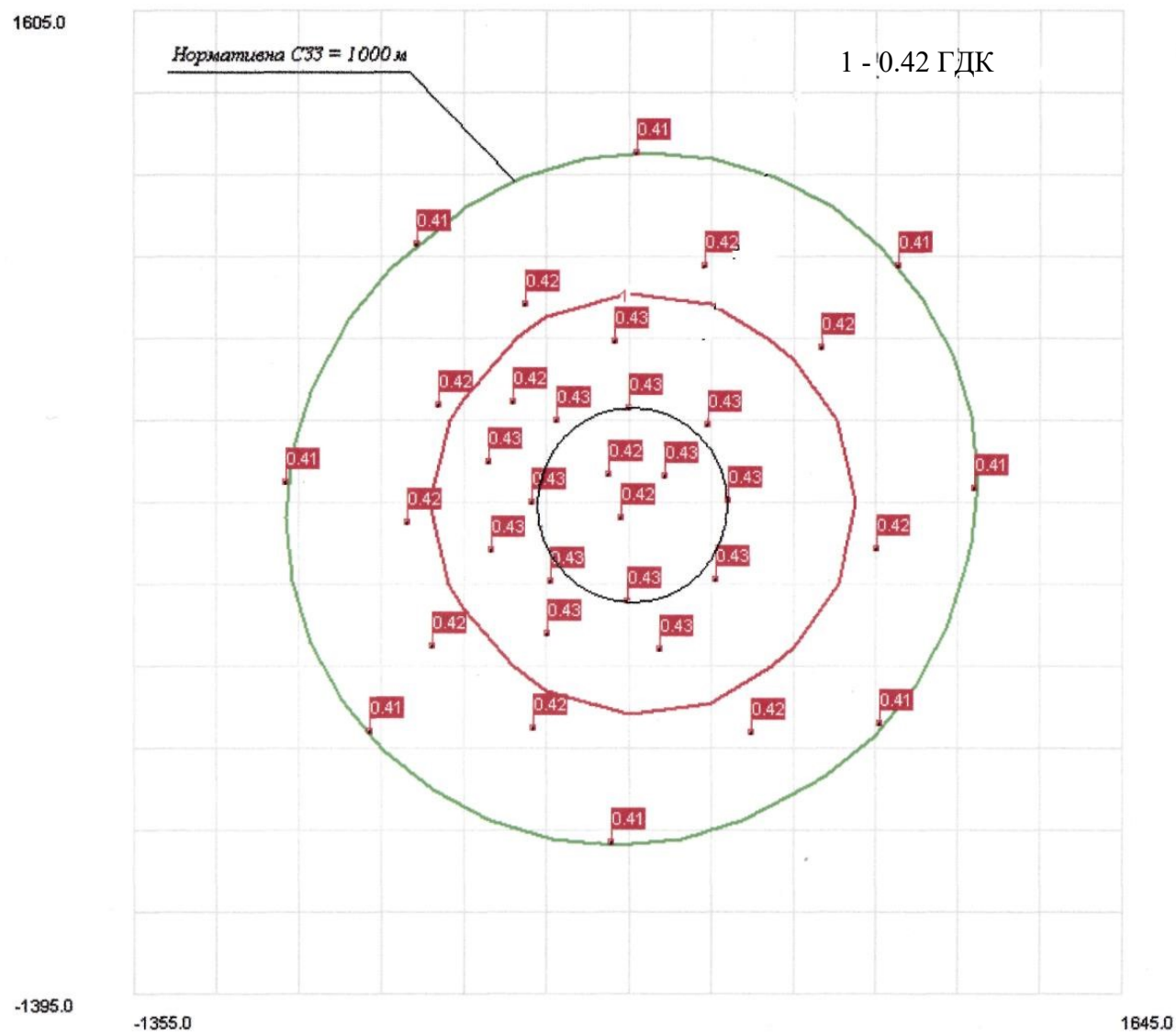


Рисунок А.4 – Схема розсіювання вуглеводнів насичених C_{12} - C_{19}

Додаток Б

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ



**СТУДЕНТСЬКА МОЛОДЬ
І НАУКОВИЙ ПРОГРЕС**

**ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ
МІЖНАРОДНОГО СТУДЕНТСЬКОГО
НАУКОВОГО ФОРУМУ**

02–04 жовтня 2024 року

ЛЬВІВ 2024

*Смалюх М., ст. 4-го курсу факультету агротехнологій і екології
Науковий керівник: к. с.-г. н., доцент Дацко Т. М.
Львівський національний університет природокористування*

**АНАЛІЗ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА
АКУСТИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ, ПРИЛЕГЛІЙ ДО
АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ЗАВОДУ ШРБУ-88**

Шляхово-ремонтне будівельне управління № 88, що розташоване у місті Самбір Львівської області, належить до підприємств з виробництва будівельних матеріалів: виробляє асфальтобетон, забезпечуючи дорожньо-ремонтне будівництво. Асфальтобетон – це будівельний матеріал у вигляді ущільненої суміші щебеня, піску, мінерального порошку і бітуму. Його застосовують для покриттів доріг, аеродромів, майданчиків тощо.

На виробничому майданчику асфальтобетонного заводу знаходиться 10 джерел викидів забруднюючих речовин, в атмосферне повітря виділяється 5 забруднюючих речовин. При згорянні природного газу в паровому і бітумоплавильному котлах в атмосферу виділяються оксид вуглецю, діоксид азоту. Під час роботи поста розвантаження автосамоскидів, транспортера переміщення матеріалів, дробарної установки, установки пересіювання «грохот», вузла пересипки відсіву, складу зберігання відсіву і бункера завантаження асфальтозмішувача виділяється пил неорганічний. При роботі асфальтозмішувача виділяються оксид вуглецю, пил неорганічний, діоксид азоту, вуглеводні насичені, фенол. Найбільшою потужністю характеризується викид оксиду вуглецю (1,240 т/рік), а найменшою – фенол (0,0015 т/рік). Забруднюючі речовини належать до 2, 3 і 4 класів небезпеки. Групи речовин односпрямованої дії не виявлено.

Підприємство належить до 1-го класу шкідливості, нормативна санітарно-захисна зона (СЗЗ) його промайданчика складає 1000 м. У її межі в північно-західному напрямі попадають будинки індивідуальної житлової забудови, які розміщені на віддалі 350 м від стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин підприємства.

Розрахунки розсіювання 5-ти забруднюючих речовин показали, що максимальна приземна концентрація у житловій зоні та на межі СЗЗ не перевищує гранично допустимих концентрацій.

На виробничій території шум генерується технологічним обладнанням. Усі джерела шуму знаходяться на відкритому виробничому майданчику асфальтобетонного заводу. Шумові характеристики обладнання відповідають вимогам держстандартів. За умовами акустичного впливу приведені натурні заміри рівнів шуму та рівнів звукового тиску в октавних смугах частот 63-8000 герц на території підприємства та на прилеглій до підприємства території житлової забудови. Результати показали, що рівні звукового тиску є меншими допустимих значень. Це не погіршує умови проживання на межі найближчих житлових будинків, задовольняє нормативні, санітарні та екологічні вимоги і рівень звукового тиску відповідає санітарним нормам. Таким чином, додаткові заходи з шумопоглинання недоцільні.