

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут суспільних наук, адміністрування та права

Кафедра екології

УДК 504.06

## Пояснювальна записка

до дипломної роботи магістра на тему:

# Оцінка впливу асфальто-бетонного заводу ТОВ «Партнер-Авто-Пром» на довкілля

**Виконав:** студент групи ЕКз-61м  
спеціальності 101  
“Екологія”  
Якубець В.В.

**Керівник:** доц. Панківський Ю.І.

**Рецензент:** доц. Марутяк С.Б.  
(прізвище та ініціали)


м. Львів – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Факультет \_\_\_\_\_ СНАП \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_ екології \_\_\_\_\_  
Освітньо-кваліфікаційний рівень \_\_\_\_\_ магістр \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 101 Екологія \_\_\_\_\_

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
 д.с.-г.н. проф. Копій Л.І.  
\_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2025 року

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

Якубцю Василю Васильовичу

1. Тема роботи Оцінка впливу асфальто-бетонного заводу ТОВ «Партнер-Авто-Пром» на довкілля

керівник проекту Панківський Ю.І., к.ф.-м.н., доц.

затверджені наказом університету від " 15 " 12 2025 року № С-971

2. Термін подання студентом роботи 19.12.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту Паспорт асфальтозмішувальної установки ДС-168637; ЗУ «Про оцінку впливу на довкілля»; Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів; Збірник методик розрахунку викидів в атмосферу забруднюючих речовин різними виробництвами; ЗУ «Про управління відходами»; ДБН В.2.5-64:2013. Внутрішній водопровід та каналізація; ДСТУ-Н Б В.1.1-35 Настанова з розрахунку рівнів шуму в приміщеннях і на територіях

4. Зміст пояснювальної записки (розділи, які потрібно розробити)

Вступ; 1. Опис планової діяльності; 2. Утворення відходів на асфальтобетонному заводі; 3. Оцінка впливу на водні ресурси; 4. Оцінка шумового навантаження на прилеглу територію; 5. Оцінка впливу асфальто-бетонного заводу на атмосферне повітря; Висновки; Додатки.

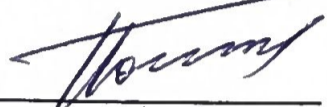
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_

Ситуаційна карта промайданчика АБЗ з нормативною СЗЗ; Технологічна схема асфальтозмішувальної установки ДС-168637; Технологічна схема процесу приготування бітумної емульсії.






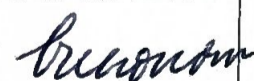
6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

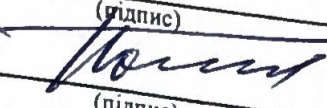
7. Дата видачі завдання 4.08.2025

Керівник проекту  Панківський Ю.І.  
(підпис)

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Опис планової діяльності	15.09.25-21.09.25	
2	Утворення відходів на асфальтобетонному заводі	22.09.25-08.10.25	
3	Оцінка впливу на водні ресурси	09.10.25-08.11.25	
4	Оцінка шумового навантаження на прилеглу територію	09.11.25-15.11.25	
5	Оцінка впливу асфальтобетонного заводу на атмосферне повітря	16.11.25-30.11.25	
6	Оформлення пояснювальної записки	01.12.25-17.12.25	

Студент  Якубець В.В.

Керівник проекту  Панківський Ю.І.  
(підпис)

## АНОТАЦІЯ

**УДК 504.06. Якубець В.В. Оцінка впливу на довкілля асфальто-бетонного заводу ТОВ «Партнер-Авто-Пром» на довкілля: кваліфікаційна робота магістра: 101 Екологія/ Василь Васильович Якубець; наук. кер.: Юрій Іванович Панківський; НЛТУ України. – Львів, 2025. – 100 с.**

У дипломній роботі проаналізовано процес виробництва асфальтобетонних сумішей на ТОВ «Партнер-Авто-Пром» з метою виявлення впливів підприємства на довкілля. Розраховано кількість відходів при експлуатації асфальтобетонного заводу; оцінено вплив виробництва на водні ресурси; розраховано рівень шумового навантаження від виробництва на прилеглу територію; визначено масові викиди забруднюючих речовин в атмосферу по технологічних стадіях; оцінено рівень та масштаб впливу заводу на атмосферне повітря.

*Ключові слова:* асфальтобетонний завод, оцінка впливу на довкілля, джерела викидів, санітарно-захисна зона, розсіювання викидів забруднюючих речовин, утворення відходів, водоспоживання, шумове навантаження.

## SUMMARY

**UDK 504.06. Yakubets Vasyl Environmental impact assessment of the asphalt-concrete plant of LLC "Partner-Avto-Prom": Master Diploma Thesis: 101 Ecology/ Vasyl Yakubets; scientific supervisor: Yuriy Pankivskyi; UNFU. – Lviv, 2025. – 100 p.**

In current Master Thesis the process of asphalt concrete mix production at LLC “Partner-Avto-Prom” has been analyzed in order to identify the impact of the enterprise on the environment. The amount of waste during the operation of the asphalt concrete plant has been calculated; the impact of production on water resources has been assessed; the level of noise pollution from production on the surrounding area has been calculated; mass emissions of pollutants into the atmosphere have been determined by technological stages; the level and scale of the plant's impact on atmospheric air has been assessed.

*Key words:* asphalt concrete plant, environmental impact assessment, emission sources, sanitary protection zone, pollutant emission dispersion, waste generation, water consumption, noise pollution.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ОПИС ПЛАНОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	9
1.1. Опис місця впровадження планової діяльності.....	9
1.2. Технологічні рішення.....	12
РОЗДІЛ 2. УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ НА АСФАЛЬТОБЕТОННОМУ ЗАВОДІ.....	21
2.1. Побутові відходи.....	22
2.2. Промислові відходи.....	24
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ВОДНІ РЕСУРСИ.....	32
3.1. Розрахунок водоспоживання.....	32
3.2. Розрахунок водовідведення.....	32
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИЛЕГЛУ ТЕРИТОРІЮ.....	35
4.1. Характеристика джерел шумового навантаження.....	35
4.2. Розрахунок рівнів звуку на прилеглий території.....	36
РОЗДІЛ 5. ОЦІНКА ВПЛИВУ АСФАЛЬТО-БЕТОННОГО ЗАВОДУ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ.....	40
5.1. Джерела викидів.....	40
5.2. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від АБЗ.....	43
5.3. Оцінка величини та масштабів впливу заводу на атмосферу....	90
ВИСНОВКИ.....	96
Список використаних джерел.....	97

## ВСТУП

Значення якісної дорожньої інфраструктури для ефективного функціонування економіки країни важко переоцінити. Впровадження виробництв дорожніх покриттів на місцевому рівні забезпечує реалізацію державних програм у галузі будівництва доріг – шляхів постачання.

Будівництво асфальтобетонного заводу матиме значний позитивний економічний та соціальний ефект для Мукачівського району, оскільки забезпечить:

- створення закінченого технологічного циклу будівництва доріг в районі;
- поточність виробництва з мінімально можливою протяжністю вантажопотоків;
- доступність і зручність в обслуговуванні кожної одиниці обладнання;
- створення нових робочих місць, збільшення відрахувань до місцевого бюджету.

Зазначимо, що планована діяльність належить до другої категорії об'єктів, які можуть мати значний вплив на довкілля і підлягають процедурі оцінки впливу на довкілля, а саме:

- зберігання та переробка вуглеводневої сировини (бітуму нафтового);
- споруди для виробництва асфальтобетону;

відповідно до Закону України "Про оцінку впливу на довкілля" [32].

*Мета* роботи полягає в оцінці впливу асфальтобетонного заводу ТОВ «Партнер-Авто-Пром» на довкілля.

Досягнення мети забезпечувалось виконанням таких завдань:

- проаналізувати процес виробництва асфальтобетонних сумішей;
- розрахувати кількість відходів при експлуатації асфальтобетонного заводу;
- оцінити вплив виробництва на водні ресурси;

- оцінити рівень шумового навантаження від виробництва на прилеглу територію;
- розрахувати масові викиди забруднюючих речовин в атмосферу по технологічних стадіях;
- оцінити рівень та масштаб впливу заводу на атмосферне повітря.

Отримані у дипломній роботі результати та висновки можуть бути використані на виробництві асфальтобетонних сумішей, при організації моніторингових спостережень за станом атмосферного повітря на території у зоні впливу асфальтобетонних заводів.

## РОЗДІЛ 1

### ОПИС ПЛАНОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

#### 1.1. Опис місця впровадження планової діяльності

ТОВ «Партнер-Авто-Пром» планує будівництво асфальтобетонного заводу (АБЗ) за адресою: Закарпатська область, Мукачівський район, Кольчинська територіальна громада, селище Кольчино, Урочище "Няроші" 7а. Для забезпечення виробничого процесу передбачається влаштування асфальтозмішувальної установки ДС-168637 та установки для виготовлення бітумної емульсії «Impianti GIEB 120/2 AA».

Проектні рішення, щодо будівництва асфальтобетонного заводу, планується реалізовувати на земельній ділянці площею 0,6848 га.

Виробничий майданчик АБЗ [3] межує (рис. 1.1):

- на Півночі – з землями промисловості, транспорту, електронних комунікацій, енергетики, оборони та іншого призначення. для розміщення та експлуатації основних, підсобних і допоміжних будівель та споруд підприємств переробної, машинобудівної та іншої промисловості;

- на Півдні – з землями промисловості, транспорту, електронних комунікацій, енергетики, оборони та іншого призначення для розміщення та експлуатації основних, підсобних і допоміжних будівель та споруд підприємств переробної, машинобудівної та іншої промисловості;

- на Заході – з землями сільськогосподарського призначення для ведення товарного сільськогосподарського виробництва;

- на Сході – з землями сільськогосподарського призначення для ведення особистого селянського господарства, далі землі житлової та громадської забудови, де розташований ДНЗ «Мукачівський центр професійно-технічної освіти», за адресою: м. Мукачево, вулиця Івана Франка-бічна, 18.

Виробничий майданчик ТОВ «ПАРТНЕР-АВТО-ПРОМ» розташований за межами прибережних захисних смуг поверхневих водних об'єктів.

Головною водною артерією району проектування є р. Латориця, що протікає на південного боку ділянки. Найближчим поверхневим водним об'єктом який розташований поблизу виробничого майданчика є р. Коропець, яка протікає в південно-східному напрямку відстані близько 345 м. Відповідно Водного Кодексу України річка характеризується, як мала, її прибережна захисна смуга (ПЗС) 25 м витримана.

Територія земельної ділянки спланована, присутня деревно-чагарникова рослинність, порушення чи видалення якої не передбачається.

Промайданчик має горизонтальну поверхню, підготовлену для складування сировинних матеріалів та влаштування необхідних фундаментів для обладнання, має під'їзд та внутрішні шляхи руху для автомобільного транспорту.

Об'єкт планованої діяльності знаходиться за межами зон охорони пам'яток культурної спадщини, історичних ареалів, зон регулювання забудови, охорони археологічного культурного шару, в межах якого діє спеціальний режим їх використання, охоронних зон об'єктів природно-заповідного фонду.

Згідно з нормативним документом [13] санітарно-захисна зона (СЗЗ) для підприємства з виробництва асфальтобетону та підприємства, на якому здійснюється транспортування і розігрівання бітуму становить 1000 м. У разі АБЗ ТОВ «Партнер-Авто-Пром» СЗЗ не витримана.

Проте у цьому документі [13] зазначено, що розміри СЗЗ можуть бути зменшені, якщо «в результаті розрахунків та лабораторних досліджень, проведених для району розташування підприємства або іншого виробничого об'єкта, буде встановлено, що на межі житлової забудови та прирівняних до неї об'єктів концентрації шкідливих речовин у атмосферному повітрі, рівні шуму, вібрації, ультразвуку, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, статичної електрики не перевищуватимуть гігієнічні нормативи».

Найближча житлова забудова та прирівняні до неї об'єкти розташовані:

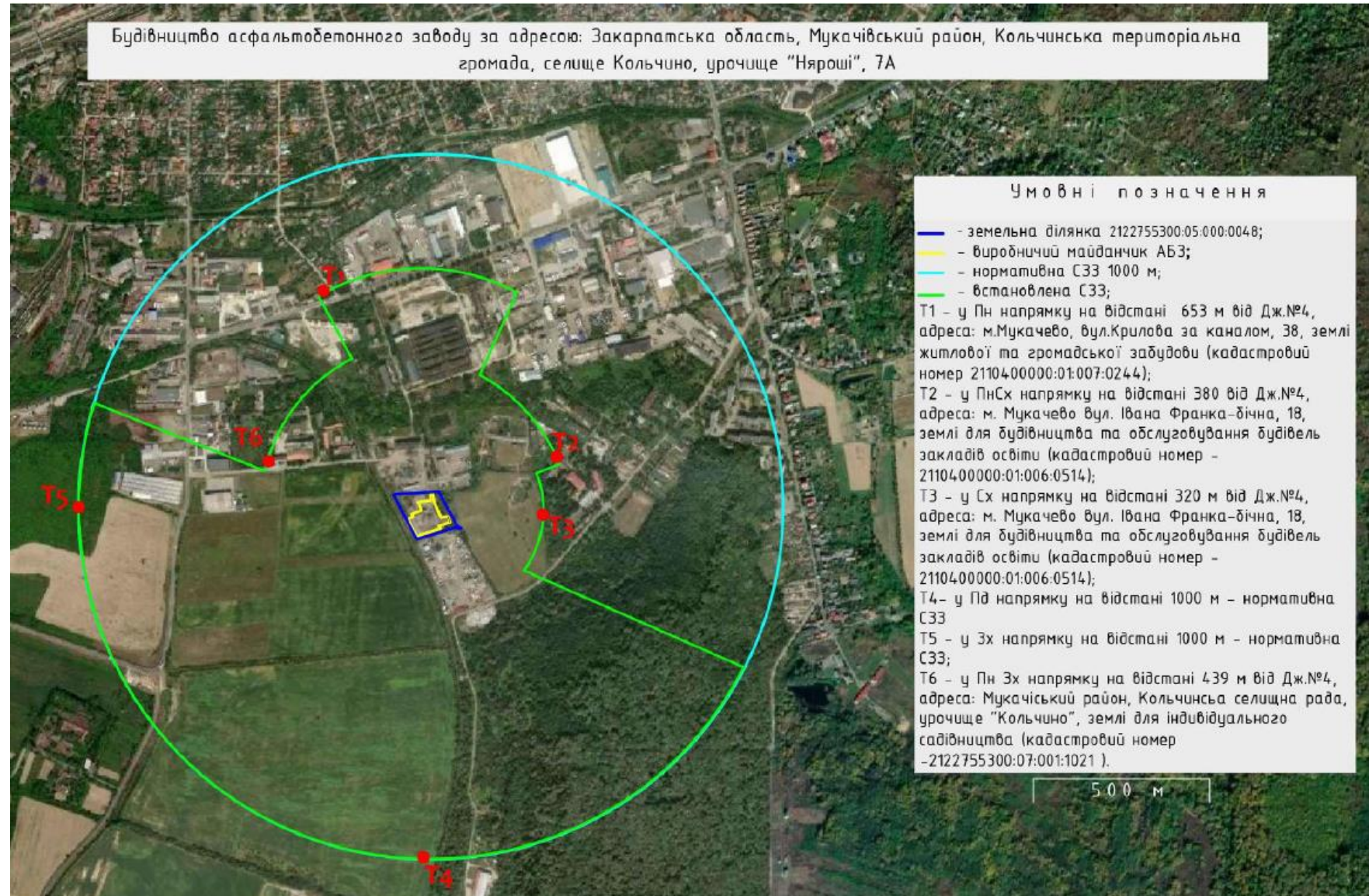


Рис. 1.1. Ситуаційна карта проммайданчика АБЗ з нормативною СЗЗ

- у північному напрямку на відстані 653 м, адреса: м. Мукачево, вул. Крилова за каналом, 38, землі житлової та громадської забудови;

- у північно-східному напрямку на відстані 380 м, адреса: м. Мукачево вул. Івана Франка-бічна, 18, землі для будівництва та обслуговування будівель закладів освіти;

- у східному напрямку на відстані 320 м, адреса: м. Мукачево вул. Івана Франка-бічна, 18, землі для будівництва та обслуговування будівель закладів освіти;

- у західному напрямку на відстані 439 м, адреса: Мукачівський район, Колачинська селищна рада, урочище "Кольчино", землі для індивідуального садівництва.

У всіх інших напрямках нормативна СЗЗ 1000 м витримана.

## **1.2. Технологічні рішення**

Виробництво асфальтобетону є багатостадійний технологічний процес з послідовно і паралельно організованими стадіями.

На виробничому майданчику передбачається розміщення будівель та споруд з врахуванням функціональної необхідності: а саме: установка ДС-168637 (виробництво ПрАТ «КРЕДМАШ»), що включає: змішувальний агрегат баштового типу, два бункери мінерального порошку, бункер вловленого пилу, агрегат живлення, сушильний агрегат, рукавний фільтр, а також п'ять резервуарів для зберігання бітуму, нагрівач термальної оливи «Impianti Gutherm», установка для виготовлення бітумної емульсії «GIEB 120/2 AA» (Італія), з резервуаром зберігання бітумної емульсії та резервуари для зберігання гасу, термальної оливи та ін.

Технологічна схема асфальтозмішувальної установки ДС-168637 зображена на рисунку 1.2.

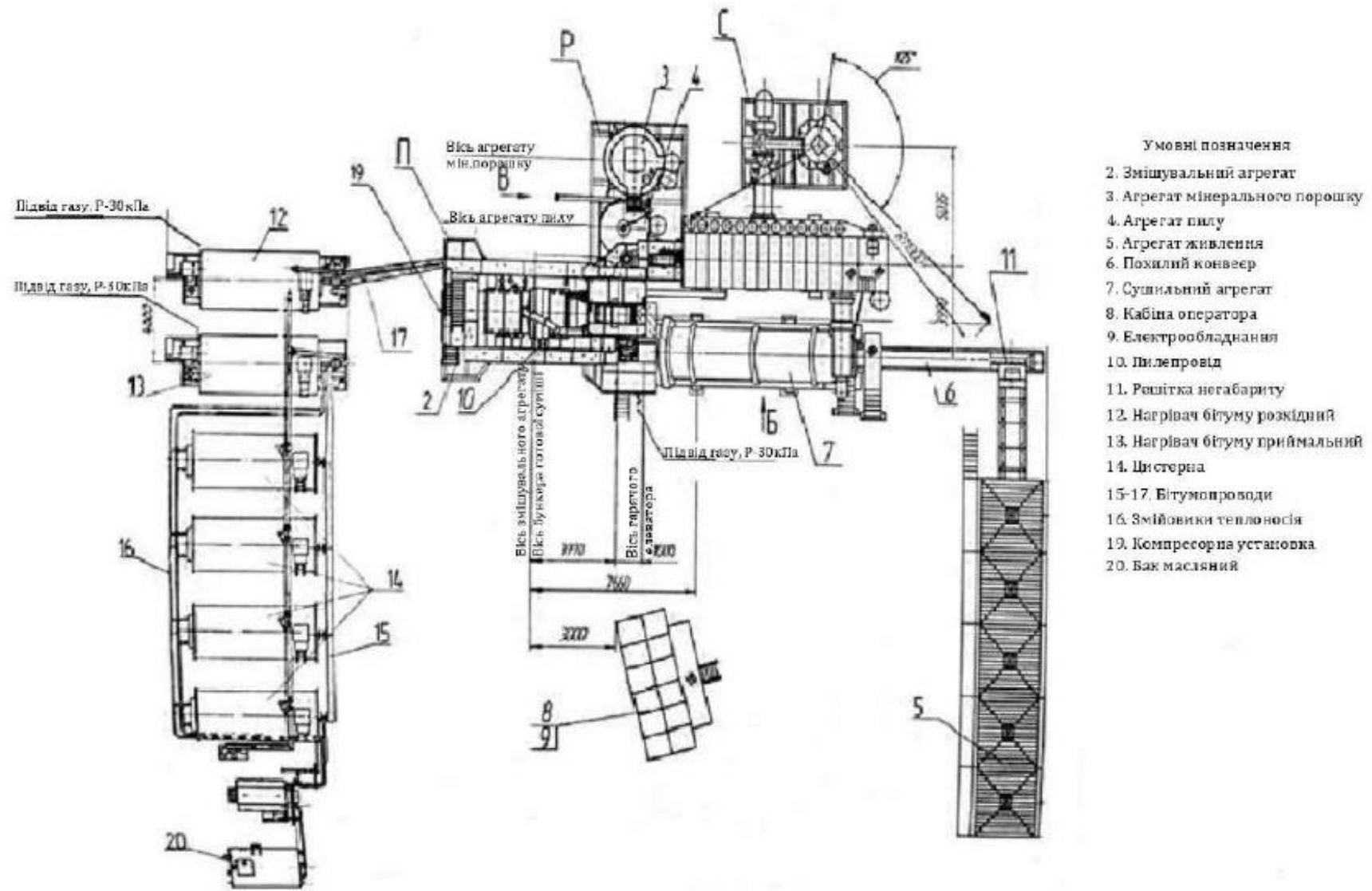


Рис. 1.2. Технологічна схема асфальтозмішувальної установки ДС-168637 [35]

Сучасна стаціонарна асфальтозмішувальна установка ДС-168637 виробництва ПрАТ «Кредмаш» (Україна) призначена для виробництва асфальтобетонних сумішей та асфальтобетону на основі нафтових дорожніх бітумів, модифікованих полімерами, призначених для будівництва, реконструкції та ремонту верхніх шарів дорожнього одягу автомобільних доріг загального користування. Управління всією установкою централізоване і здійснюється за допомогою комп'ютерної розподіленої системи управління.

До складу АЗУ ДС-168637 входить: агрегат живлення, решітка негабариту, похилий конвеєр, сушильний агрегат, змішувальний агрегат, агрегат мінерального порошку і пилу, бітумне обладнання, пневмосистема, пилопроводи, блок керування, електрообладнання.

Установка забезпечує швидку зміну рецепта суміші і може виконувати такі операції технологічного процесу:

- попереднє дозування кам'яних матеріалів в агрегаті живлення (можлива дистанційна зміна кількості початкових матеріалів з кабіни оператора) і подача їх по горизонтальному і похилому конвеєру до сушильного агрегату;

- попередній відсів негабаритного кам'яного матеріалу за допомогою решітки негабариту;

- просушування і нагрів кам'яних матеріалів до робочої температури в сушильному агрегаті і подача нагрітих матеріалів через елеватор кам'яних матеріалів до грохота агрегату змішувача;

- сортування нагрітих кам'яних матеріалів на чотири фракції (0-5; 5-10; 10-20; 20-40 мм), тимчасове зберігання їх в бункері гарячих кам'яних матеріалів, їх дозування у змішувач;

- очищення газів у рукавному фільтрі, що відходять від сушильного агрегата та змішувача;

- використання уловленого пилу шляхом подачі його в елеватор пилу і дозування спільно з мінеральним порошком або тимчасове зберігання в бункері з подальшим використанням у технологічному процесі;

- прийом мінерального порошку, тимчасове зберігання, дозування у змішувач;
- прийом, тимчасове зберігання, нагрівання до робочої температури бітуму, дозування у змішувач;
- обігрів бітумних комунікацій і підтримка температури бітуму в ємностях рідким теплоносієм (маслом), нагрітим в нагрівачі термальної оливи;
- змішування складових асфальтобетонної суміші в змішувачі;
- вивантаження готової асфальтобетонної суміші в відсіки бункера тимчасового зберігання;
- видача асфальтобетонної суміші з відсіків в автотранспорт.

В установці забезпечено:

- автоматичне і дистанційне дозування кам'яних матеріалів, бітуму, мінерального порошку, пилу, їх перемішування і видачу в агрегат готової суміші;
- дистанційне керування всіма основними механізмами;
- маслообігрів бітумних комунікацій.

Сировина (щебінь, відсів), що використовується у виробництві, доставляється на майданчик підприємства великовантажним автотранспортом і зберігається на відкритому складі інертних матеріалів, розташованих на території виробничої бази.

Бітум на майданчик надходить від заводів-виробників в бітумовозах, а потім переливається в бітумні цистерни для зберігання.

Мінеральний порошок надходить в цементовозах і за допомогою компресора, розташованого на автомобілі закачується в ємності агрегату мінерального порошку.

*Технічні характеристики установки.* Продуктивність (номінальна) установки при вологості вихідних матеріалів (піску і щебеню) до 5% для приготування піщаних і дрібнозернистих сумішей відповідно до [35] - 130 т/год, для всіх інших видів (типів) сумішей - 160 т/год. Максимальна температура нагріву бітуму не більше 160 °С, номінальний тиск в

пневмосистемі 0,6 МПа, встановлена потужність електрообладнання – 464 кВт.

Габаритні розміри установки: довжина - 44,8 м, ширина - 44 м, висота – 18,2 м; середній повний ресурс роботи установки не менше 11500 год.

Гранвідсів і щебінь за допомогою ковшового навантажувача завантажується до агрегату живлення. В агрегаті живлення всього п'ять бункерів, загальною місткістю - 80 м<sup>3</sup>, максимальна подача кам'яних матеріалів 160 т/год. Під кожним бункером встановлений стрічковий живильник, який має ступінчасте регулювання швидкості руху стрічки.

Попереднє дозування здійснюється агрегатом живлення. Подачу кам'яних матеріалів можна регулювати також за допомогою підйому або опускання спеціального затвора. В установках передбачені автоматичне і дистанційне дозування кам'яних матеріалів, мінерального порошку, пилу і бітуму. З стрічкових живильників кам'яні матеріали збираються на горизонтальному збірному конвеєрі. Далі кам'яні матеріали надходять на стрічковий конвеєр, який доставляє їх до приймального пристрою сушильного агрегату.

Нагрів і сушіння кам'яних матеріалів до стану, що забезпечує приготування суміші, буде виконуватися у сушильному агрегаті безперервної дії з протivotочною системою сушки. У сушильному агрегаті встановлений газовий пальник БСТ-ГГМА-12,0 потужністю 12 МВт, максимальна витрата природного газу - 1260 м<sup>3</sup>/год. Продуктивність сушіння при насипній щільності матеріалу 1,6 т/м<sup>3</sup>, температурі навколишнього середовища 10 °С та вологості кам'яного матеріалу 3 % - 160 т/год.

Після сушильного агрегату кам'яні матеріали потрапляють в змішувальний агрегат, який призначений для сортування та дозування нагрітих відсіву та щебню, дозування бітуму, приготування асфальтобетонної суміші і вивантаження її в скіп агрегату готової суміші. Змішувальний агрегат баштового типу складається із технологічного обладнання: ланцюговий, вертикальний елеватор кам'яних матеріалів продуктивністю - 155 т/год,

бункер для гарячих кам'яних матеріалів місткістю 19 м<sup>3</sup>, грохот, вагові дозатори на тензодатчиках, двовальний змішувач періодичної дії (маса замісу 2200 кг), два відсіки готової суміші загальною місткістю 37 м<sup>3</sup>.

Для тимчасового зберігання мінерального порошку та вловленого пилу будуть встановлені три бункери об'ємом 45 м<sup>3</sup> (пил) та 80 м<sup>3</sup> і 55 м<sup>3</sup> (мінеральний порошок).

Бітумне господарство складається зі 6-ти резервуарів: 5 бітумних і 1 для зберігання бітумної емульсії (табл. 1.1).

Таблиця 1.3

## Бітумне обладнання

Ємність	Спосіб нагріву
<i>КС-30</i> Ємність бітумна 30 м <sup>3</sup>	За допомогою жарової труби та пальника Riello RS34 потужністю 250 кВт, максимальна витрата природного газу – 30,7 нм <sup>3</sup> /год
<i>КС-50</i> Ємність бітумна 50 м <sup>3</sup>	За допомогою жарової труби та пальника Riello RS34 потужністю 250 кВт, максимальна витрата природного газу – 30,7 нм <sup>3</sup> /год
<i>КС-60</i> Ємність бітумна 60 м <sup>3</sup>	За допомогою зміювиків (в яких термічна олива) та нагрівача термальної оливи «IMPIANTI GUTHERM» обладнаний пальником «Riello RS100» потужністю 1163 кВт, максимальна витрата природного газу – 116 нм <sup>3</sup> /год
<i>КС-95</i> Ємність бітумна 95 м <sup>3</sup>	
<i>КС-95</i> Ємність бітумна 95 м <sup>3</sup>	
<i>КС-39</i> Ємність для зберігання бітумної емульсії 39 м <sup>3</sup>	

*Система пилоочищення.* Для очищення газових потоків від сушильного та змішувального агрегатів буде встановлений рукавний фільтр з бункером сепарації. Продуктивність фільтра - 45000 м<sup>3</sup>/год, площа поверхні фільтрування - 453 м<sup>2</sup>. Номінальна концентрація пилу на вході становить до 250 г/нм<sup>3</sup>, на виході 20 мг/нм<sup>3</sup>. Ефективність пилоочистки становить 99,9 %.

У корпусі фільтра встановлені рукава з фільтруючого матеріалу Nomex. На вході у блок рукавного фільтра є відсік сепарації крупної фракції пилу. Цей пил оператор може направити, на свій вибір: в елеватор кам'яних матеріалів і далі — у відсік піску «гарячого» бункера або в елеватор пилу і далі — на дозування або в силос пилу. Регенерація фільтрувального матеріалу виконується за рахунок розрідження, яке створюється димососом.

Сучасна емульсійна установка «GIEB 120/2 AA», фірми «Impianti Gutherm S.r.l.» (Італія) призначена для виготовлення бітумної емульсії. Емульсійна установка складається [36] з колоїдного млину та двох ємностей для підготовки водної та бітумної фази. Обігрів проводиться нагрітим термальним мастилом, що циркулює в системі змієвиків, розташованих усередині ємностей. Наявність змієвиків дозволяє при необхідності підігріти водну або бітумну фазу до необхідної температури для забезпечення точної температури готової емульсії (що дуже важливо для забезпечення якості).

Виготовлення продукції відбувається шляхом змішування необхідних компонентів в різних пропорціях залежно від заданої рецептури (рис. 1.3), необхідної для виготовлення певного типу емульсії, необхідної для певного виду робіт (просочування, рециклінгу, склеювання шарів асфальтобетону, ямкового ремонту, поверхневих обробок). Емульсія складається: з бітуму, емульгатора, соляної кислоти, кальцію хлористого, гасу та води.

Процес виробництва бітумних емульсій полягає в приготуванні водної фази, підготовці бітуму та наступному їх диспергуванні в колоїдному млині.

До складу водної фази входить вода, що має температуру від 40 °C до 60 °C, емульгатор та кислота.

Тип та кількість емульгатора вибирається в залежності від марки та призначення бітумної емульсії за даними виробника та/або за результатами лабораторних випробувань, планований вид емульгатору «REDICODE E11», «REDICODE M44.»

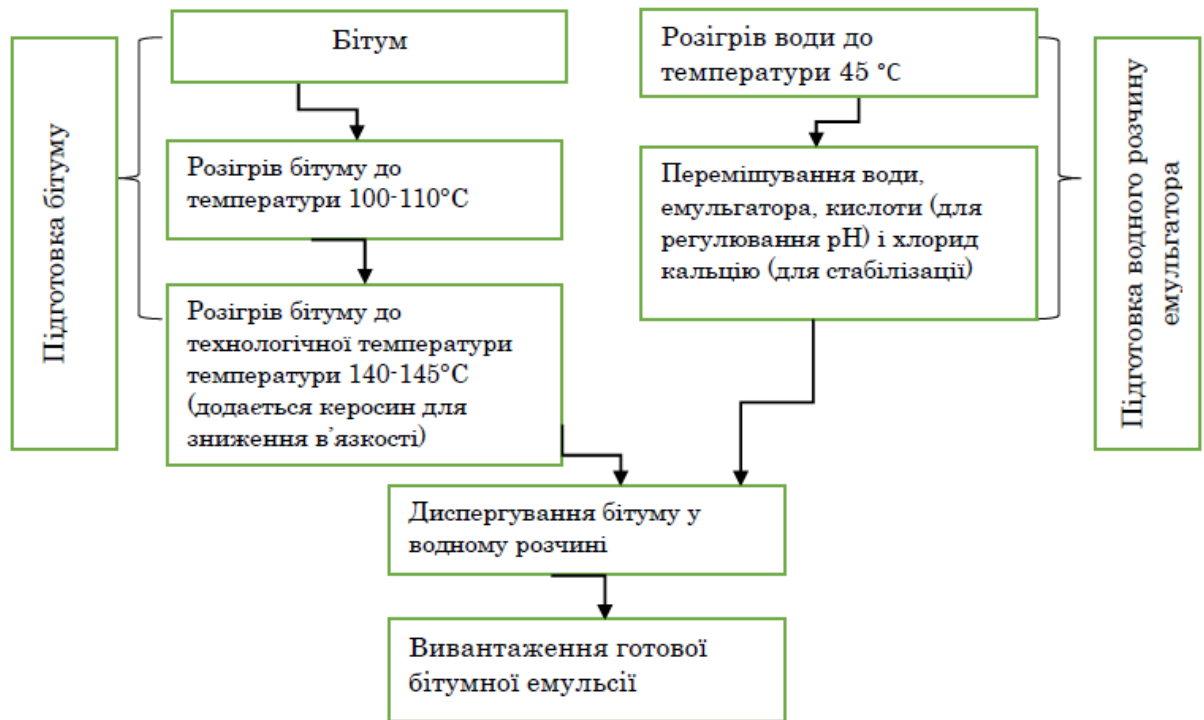


Рис. 1.3. Технологічна схема процесу приготування бітумної емульсії

Для підвищення адгезії залишкового в'язучого до складу емульсії можна вводити (в бітум або в водну фазу) поверхнево-активні речовини.

Температуру бітуму та водної фази необхідно назначати таким чином, щоб сума цих двох температур не перевищувала  $100^{\circ}\text{C}$  для запобігання закипання емульсії. Температура готової емульсії не повинна перевищувати  $95^{\circ}\text{C}$ .

При проходженні бітуму і водної фази через колоїдний млин утворюється бітумна емульсія, яка по трубопроводу подається в ємність для зберігання.

Установка має повний автоматичний режим регулювання процентного співвідношення бітуму в емульсії.

*Виробнича програма.* На асфальтозмішувальній установці ДС-168637 підприємство планує випускати 179200 т асфальтобетону на рік. Річна витрата сировини, матеріалів та палива буде становити: відсів – 72979 т, щебінь фр. 5-10 мм – 32435 т, щебінь фр.10-20 мм – 35409 т, щебінь фр. 20-40 мм – 21353 т,

мінеральний порошок – 6272 т, бітум нафтовий дорожний – 10 752 т, природного газу 1456,800 тис. нм<sup>3</sup>.

*Режим роботи.* Розрахунковий час роботи становить 7 год/добу, кількість змін – 1; кількість робочих днів – 160; річна кількість годин роботи – 1120 год. Кількість працюючого персоналу – 10 осіб.

*Виробнича програма емульсійної установки «GIEB 120/2 AA».* Розрахунковий час роботи становить 6 год/добу, продуктивність – 12 т/год (11 520 т/рік). Річна витрата сировини та матеріалів: бітум – 6660 т, емульгатор – 67,6 т, соляна кислота – 14,2 т, кальцій хлор – 0,5 т, гас – 108 т, вода – 4 669,7 т.

Розрахункова потреба палива для технологічного використання становить –1456,800 тис. нм<sup>3</sup> природного газу, забезпечується трубопроводом від ГРП, що знаходиться на території земельної ділянки. В середньому потреба палива становить 8,129 нм<sup>3</sup>/1 тону продукції.

## РОЗДІЛ 2

### УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ НА АСФАЛЬТОБЕТОННОМУ ЗАВОДІ

При експлуатації АБЗ ТОВ «ПАРТНЕР АВТО ПРОМ» утворюватимуться побутові та промислові відходи. Кількісні показники утворення промислових та побутових відходів, залежать від завантаження обладнання та ступеня зносу устаткування.

У процесі виробничої діяльності підприємства можуть утворюватися такі основні види відходів:

- змішані побутові відходи;
- відходи, що утворюються при заміні обладнання, що прийшло в непридатний стан: матеріали фільтрувальні відпрацьовані, металеві деталі; мінеральні мастила для теплопередавання, відходи, що містять оливи та нафтопродукти; обтиральне ганчір'я та захисний одяг, забруднені небезпечними речовинами; відходи зношеного одягу та взуття;
- відходи внаслідок дрібних ремонтних робіт: метал та огарки електродів, відпрацьовані шліфувальні круги;
- відходи ремонту автотранспорту, що перебуває на балансі підприємства: мінеральні мастила та оливи, нехлоровані моторні, трансмісійні та мастильні оливи, відпрацьовані шини, батареї та акумулятори свинцеві;
- залишковий пил після агрегату пиловловлювання, який не подавався у технологічний процес.

Відходи, що утворилися в результаті просипу мінеральних матеріалів, фактично не втрачають своїх сировинних властивостей та повертаються у виробництво. Пил після агрегату пиловловлювання (в основному) збирається в бункері пилу та використовується у виробництві асфальтобетону, по заданій рецептурі, проте до розрахунку відходів прийнято залишковий пил, який відвантажується вкінці виробничого сезону за умовних декілька останніх годин роботи установки.

Обслуговування транспортних засобів із заміною мастил, фільтрів, акумуляторних батарей та шин здійснюватиметься на договірній основі на станціях технічного обслуговування або на виробничому майданчику АБЗ з подальшою передачею відходів ліцензованим організаціям.

## 2.1. Побутові відходи

Згідно з нормативним документом [33] до групи побутових відходів зачисляють змішані побутові відходи та подібні відходи промислових підприємств та установ.

*Змішані побутові відходи (20 03 01).* Відходи цього виду утворюються у процесі життєдіяльності робітників на заводі. При експлуатації АБЗ загальна кількість працюючих - 10 людей, у найчисельнішу зміну 8 людей. Режим роботи об'єкту: 8 місяців, 160 робочих днів, п'ять днів на тиждень, одна зміна тривалістю 8 годин

Відповідно до [2, 34] норма накопичення на розрахункову одиницю для адміністративних установ та організацій на одне робоче місце становить 1,1078 м<sup>3</sup>/рік, щільність побутових відходів для підприємств, установ і організацій м. Мукачево орієнтовно становить 0,216 т/м<sup>3</sup>.

Результати розрахунку обсягів утворення побутових відходів наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Розрахунок обсягів побутових відходів на АБЗ

Джерело	Розрах. од.	Норма утворення, м <sup>3</sup> /рік	Режим роботи, %	Густина відходів, т/м <sup>3</sup>	Обсяги	
					м <sup>3</sup> /рік	т/рік
Робітники	10	1,1078	43,84	0,216	4,856	1,05

*Одяг захисний зношений (20 01 10).* Співробітники підприємства повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального

захисту. Утворення відходу здійснюється при списанні зношеного спецодягу та засобів, непридатних для подальшого використання за призначенням.

Обсяги утворення відходів розраховуємо за умови повної заміни спецодягу за рік для всіх співробітників за взором:

$$W = N \times m \times k \times t, \quad (2.1)$$

де

$N$  – кількість співробітників, забезпечених спецодягом, осіб;

$m$  – середня маса комплекту, кг;

$k$  – коефіцієнт зношуваності та забруднення спецодягу (0,8 – одяг, 0,9 - взуття);

$t$  – кількість замін на рік.

Розрахунки кількості відходів наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Розрахунок обсягів зношеного спецодягу

К-сть працівників	Спецодяг	Середня маса комплекту, кг	Періодичність заміни	Маса відходів, кг
10	Робочий костюм	2,5	1 раз на рік	$10 \times 2,5 \times 0,8 \times 1 = 20$
	Засоби індивідуального захисту (рукавички, фартухи, окуляри та ін.)	0,15	1 раз на рік	$10 \times 0,15 \times 0,8 \times 5 = 6$
	Взуття	1,5	1 раз на рік	$10 \times 1,5 \times 0,9 \times 1 = 13,5$
Всього				39,5

Разом відходи одягу та взуття становлять 39,5 кг = 0,0395 т.

До цієї групи відходів також зачислені *метали (20 01 40)*, які на АБЗ утворюються внаслідок зношення, виходу з ладу металоконструкцій та металевих деталей технологічного обладнання: дробарок, грохотів, сит, транспортерів та ін. При ремонті такого обладнання виникають відходи металу.

Кількість утворених відходів брухту металів визначається з урахуванням терміну експлуатації обладнання, робочого навантаження установки, а також високої абразивності використовуваних у виробництві матеріалів. Щорічно заміні може підлягати від 1% до 10% швидкозношуваних елементів та деталей технологічного обладнання АБЗ.

Приймаючи, що загальний обсяг швидкозношуваних елементів та металоконструкцій, що експлуатуються на підприємстві, становить близько 10 т, та за умови середнього значення заміни 5%, орієнтовно становить:

$$Q = 0,05 \times 10 \text{ т/рік} = 0,5 \text{ т/рік.}$$

## **2.2. Промислові відходи**

*Мінеральні мастила (оливи) (13 03 07)*. Бітумне обладнання для нагрівання бітуму в якості теплоносія використовує термальне масло, кількість масла в системі складає орієнтовно 3350 л. Через певний проміжок часу роботи обладнання масло необхідно злити з системи та замінити на нове. Термальне масло зливають в спеціальні ємності та передають на суб'єктам господарювання у сфері управління небезпечними відходами. При густині масла 0,89 кг/л обсяг відходів становить 2,98 т.

*Абсорбенти, фільтрувальні матеріали (оливні фільтри) (15 02 02)*. Відходи утворюються під час протирання вузлів і агрегатів техніки у процесі виконання робіт. Для технічного обслуговування та ремонту технологічного устаткування підприємства використовуються текстильні відходи (ганчір'я). Крім того, у якості обтирального матеріалу можуть

використовуватись також відходи бавовняного спецодягу. При використанні обтиральні матеріали забруднюються нафтопродуктами, частинками металу та іншими речовинами, які, при накопичуванні, призводять до остаточного забруднення текстильного матеріалу та утворення відходу – ганчір'я, що забруднене небезпечними речовинами.

Передбачено використання обтирального матеріалу у кількості 0,05 кг за зміну на одного робітника. Враховуючи, що на виробництві працює 8 робітників, 160 робочих днів протягом року, кількість відходів чистого ганчір'я дорівнює:

$$m = 8 \cdot 0,05 \cdot 160 / 1000 = 0,064 \text{ (т/рік)}.$$

Нормативно допустимий обсяг ( $M$ ) утворення відходів обтирального ганчір'я виходячи із кількості використаного ганчір'я і вмісту ввібраного ним бруду (15%), становить:

$$M = m + (m \cdot n / 100) = 0,064 + (0,064 \cdot 15 / 100) = 0,074 \text{ (т/рік)},$$

$m$  – кількість використаного ганчір'я, т

$n$  – частка ввібраного бруду, %.

*Фільтрувальні матеріали*, відпрацьовані чи забруднені утворюються заміні старих фільтрів на нові. На виробничому майданчику використовуватиметься фронтальний навантажувач Sem656D.

Згідно з нормативами витрати паливно-мастильних матеріалів і положень про технічне обслуговування та ремонт транспортних засобів, заміна моторного масла проводиться для спецтехніки – при експлуатації 150-200 мотогодин при експлуатації на асфальтних заводах, при високих температурах ( $L_M$ ).

Обсяги утворення відпрацьованих фільтрів розрахуємо за взором:

$$M = \frac{L}{L_M} \times n \times n_i \times m \times 10^{-3} \quad (2.2)$$

А, вихідні дані і сам розрахунок зведемо у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3

Обсяги відпрацьованих фільтрів

Транспортний засіб	К-сть (n)	К-сть фільтрів (n <sub>i</sub> )	Середня маса забрудненого фільтру (m), кг	Плановий річний наробіток (L), мотогодин	Обсяг утворення фільтрів, т
Фронтальний навантажувач Sem656D	1	6	0,5	1120	0,0168

*Абсорбенти зіпсовані (промаслений пісок).* Пісок забруднений нафтопродуктами утворюється в результаті ліквідації локальних розливів нафтопродуктів. При прийомі і відпуску нафтопродуктів мають місце локальні розливи нафтопродуктів, які засипаються піском, а потім збираються в контейнер, в результаті чого утворюються відходи забрудненого піску.

Нормативний обсяг утворення відходу при цьому не визначається, за основу приймається фактичний обсяг утворення відходу.

Даний вид відходу збиратиметься в спеціально відведену закриту герметичну ємність (сталеву бочку, контейнер, тощо), та передаватиметься суб'єктам господарювання у сфері управління небезпечними відходами відповідно до вимог чинного законодавства, згідно укладеного договору.

Разом із тим передбачається наявність на території виробничого майданчика достатнього запасу сорбентів-біодеструкторів для мінімізації та нейтралізації негативного впливу від можливих проливів ПММ.

Загальна кількість відходів на кодом 15 02 02 \* становить 0,091 т/рік.

*Фільтрувальні матеріали (15 02 03).* Рукавні фільтри на установці ДС - 168 виготовлені з тканини «Nometex». Площа поверхні, що фільтрується, дорівнює 453 м<sup>2</sup>. Перевірка стану фільтрувальних рукавів та необхідність їх заміни визначатиметься згідно з Актами огляду фільтрувальних рукавів.

Загалом, загалом фільтри замінюють один раз на 1,5-2 роки при нормальному режимі роботи та за умови правильної регенерації.

Питома вага фільтрувального матеріалу з тканини «Nomex», що використовується у рукавних фільтрах систем пиловловлювання, коливається у діапазоні від 0,5 до 0,7 кг/м<sup>2</sup>. Отже, разовий обсяг відходів від заміни фільтрувальних рукавів дорівнює:

$$Q = 453 \text{ м}^2 \times 0,7 \text{ кг/м}^2 = 0,317 \text{ т.}$$

*Тверді відходи від очищення газів (10 13 13).* У процесі пилогазоочистки за допомогою рукавного фільтра у бункері накопичується уловлений пил, який заплановано додавати у якості сировини у технологічний процес виробництва асфальтобетону. Проте, частина пилу, вивантажується вкінці виробничого сезону з подальшою передачею суб'єктам господарювання у сфері управління відходами.

Виходячи з розрахунку ефективності пилогазоочистки 99,9 %, годинне утворення пилу становить 0,694 т. Передбачається передача пилу утвореного за останній робочий день, тобто у кількості 4,858 т.

*Відходи процесів зварювання (12 01 13).* На виробничому майданчику проводяться дрібні ремонтні роботи, внаслідок чого утворюються огарки електродів. Вихідні дані та результати розрахунку планованого об'єму утворення відходів зварювальних матеріалів наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Обсяги відходів від зварювання

Маса використаних зварювальних матеріалів, т ( <i>m</i> )	0,1
Норма утворення огарків, % ( <i>n</i> )	10
Обсяг утворення відходів: $M = m \times n$	0,01

*Відпрацьовані шліфувальні матеріали 12 01 20.* При проведенні дрібних ремонтних робіт можливе виконання механічного оброблення металевих деталей, при цьому утворюються відходи абразивних матеріалів (абразивні, шліфувальні, відрізні круги тощо). Норми утворення залишків приймаються виходячи з номенклатури абразивних кругів і середнього залишку круга згідно нормам безпеки до 30%. Згідно з вимогами техніки безпеки та технологічним регламентом на виконання робіт, абразивні матеріали підлягають заміні при їх стиранні (коефіцієнт стирання залежить від типу матеріалу, якості тощо), але не більше 70% їх початкової маси.

На підприємстві можливе експлуатування кутової шліфувальної машинки з діаметром абразивного круга 300 мм.

Розрахунки обсягів відходів абразивних матеріалів занесено у таблицю 2.5.

Таблиця 2.5

## Витрата абразивних матеріалів

Типорозмір	Витрата, шт. $n$	Маса 1 од., кг $m$	Загальна маса, т $M = n \times m \times 0,3 \times 10^{-3}$
Круги абразивні зачисні	5	0,38	0,00057

*Моторні, трансмісійні мастила та оливи (13 02 05)* Кількість відпрацьованого мастила та оливи, що використовуються спецтехнікою становить: при  $L = 1120$  – загальний кількість мотогодин для техніки, що задіяна в технологічному процесі,  $L_M = 200$  мотогодин – періодичність заміни масла в одиниці техніки;  $\rho = 0,84$  кг/л – густина масла;  $V = 23,0$  л – об'єм масляної системи; кількість одиниць техніки – 1 шт.

Визначення виконували за взором:

$$m = n \times (L/L_M) \times \rho \times V \times 10^{-3} \quad (2.3)$$

Розрахунок наведений у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

## Відпрацьоване мастило та оливи

Транспортний засіб	К-сть $n$	Об'єм системи, л $V$	Періодичність заміни $L_M$	Річний пробіг (наробіток), мотогодин $L$	Густина, кг/л $\rho$	Обсяги відпрацьованого мастила, т $m$
Фронтальний навантажувач Sem656D	1	23	200	1120	0,84	0,108

Відпрацьовані шини (16 01 03). Розрахунок обсягів відпрацьованих шин виконаний за таким взором:

$$M_{\text{шини}} = \sum_{i=1}^{i=n} L_j / g_j^i \cdot N_j \cdot n_j \cdot k_j \cdot m_j, \text{ т/рік} \quad (2.4)$$

де

$g_j^i$  - норма середнього ресурсу (наробіток), тис. км / (мотогодин);

$N_j$  - кількість однотипної техніки (автотранспорту), шт;

$L_j$  - плановий річний пробіг (наробіток)  $j$ -ї техніки, тис. км / (мотогодин);

$n_j$  - кількість відпрацьованих шин  $j$ -ї техніки, шт;

$k_j$  - коефіцієнт зносу шин (приймаємо 0,95);

$m_j$  - маса одиниці шини  $j$ -ї техніки, т.

Відповідно обсяг відпрацьованих шин на АБЗ дорівнює:

$$M_{\text{шини}} = \frac{1120}{4000} \cdot 1 \cdot 4 \cdot 0,260 \cdot 0,95 = 0,276 \text{ т/рік.}$$

Результати розрахунків занесемо у таблицю 2.7.

Таблиця 2.7

## Відпрацьовані шини

Транспортний засіб	К-сть $n$	К-сть шин на техніці	Маса шини, кг	Норма річного наробітку, мотогодин	Плановий річний наробіток, мотогодин	Обсяги відпрацьованих шин, т/рік
Фронтальний навантажувач Sem656D	1	4	260	4000	1120	0,276

Акумуляторні свинцеві батареї (16 06 01). Розрахунок кількості відпрацьованих акумуляторних батарей (АКБ) виконаний за взором [20]:

$$M_{\text{аб}} = \sum_{i=1}^{i=n} N_i \cdot \frac{n_i}{T_i} \cdot m_i \cdot 10^{-3}, \text{ т/рік}$$

де

$N_i$  - кількість автомобілів, на яких встановлений акумулятор  $i$ -ого типу;

$n_i$  - кількість акумуляторів  $i$ -ого типу, встановлених на автомобілі, шт;

$T_i$  - нормативний термін експлуатації акумуляторної батареї  $i$ -ого типу, років;

$m_i$  - вага акумуляторної батареї з електролітом, кг/шт.

Результати розрахунків занесені у таблицю 2.8.

Таблиця 2.8

Обсяги відпрацьованих АКБ

Транспортний засіб	К-сть $n$	К-сть АКБ	Маса АКБ, кг	Нормативний термін експлуатації з врахуванням роботи АБЗ, роки	Обсяги відпрацьованих АКБ, т/рік
Фронтальний навантажувач Sem656D	1	2	25	3	0,017

Для усіх плановано утворених видів відходів передбачений спосіб раціонального управління [16].

Змішані побутові відходи передбачено передавати комунальному підприємству на договірній основі.

Виробничі відходи, які підлягають обробленню передаватимуться суб'єктам господарювання в сфері управління відходами, які мають необхідні документи згідно вимог чинного законодавства (дозвіл на здійснення операцій з оброблення відходів).

Небезпечні відходи, тимчасово зберігатимуться в залежності від їх фізико-хімічних та інших властивостей та передаватимуться суб'єкту

господарювання у сфері управління відходами, що має ліцензію на здійснення господарської діяльності з управління небезпечними відходами.

Загальні обсяги накопичення відходів усіх видів від роботи АБЗ занесені у таблицю 2.9.

Таблиця 2.9

## Річний обсяг утворення відходів АБЗ

№ з/п	Код	Назва	Обсяг, т/рік
1	20 03 01	Змішані побутові відходи	1,05
2	20 01 10	Одяг захисний зношений чи зіпсований	0,0395
3	13 03 07*	Мінеральні нехлоровані мастила (оливи) ізоляційні та для теплопередавання	2,98
4	15 02 02*	Абсорбенти, фільтрувальні матеріали (включаючи оливні фільтри інакше не зазначені), обтиральне ганчір'я та захисний одяг, забруднені небезпечними речовинами	0,091
5	15 02 03	Абсорбенти, фільтрувальні матеріали (включаючи оливні фільтри інакше не зазначені), обтиральні матеріали та захисний одяг інші, ніж зазначені в 15 02 02	0,317
6	10 13 13	Тверді відходи оброблення (очищення) відхідних газів інші, ніж зазначені за кодом 10 12 12	4,858
7	20 01 40	Метал	0,5
8	12 01 13	Відходи процесів зварювання	0,01
9	12 01 21	Відпрацьовані шліфувальні тіла і шліфувальні матеріали інші, ніж зазначені в 12 01 20	0,00057
10	13 02 06*	Синтетичні та моторні мастила, трансмісійні та мастильні оливи	0,108
11	16 01 03	Відпрацьовані шини	0,276
12	16 06 01*	Батареї та акумулятори свинцеві	0,017
Небезпечні відходи*			3,196
Відходи, що не є небезпечними			7,051
Всього			10,247

## РОЗДІЛ 3

### ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ВОДНІ РЕСУРСИ

#### 3.1. Розрахунок водоспоживання

На території земельної ділянки, в межах якої передбачається провадження планованої діяльності наявна експлуатаційна свердловина води технічної якості глибиною 25 м, дебітом 6 м<sup>3</sup>/год [31], з якої передбачається використання води на технічні потреби (у якості одного з компонентів сировини для виготовлення бітумної емульсії) та на полив території з метою знепилення та мінімізації забруднення атмосферного повітря.

Використання води з підземних джерел відноситься до спеціального водокористування і повинно здійснюватися лише за наявності дозволу на спецводокористування.

Господарсько-побутові та питні потреби працівників [11] задовольнятимуться за рахунок привозної води на договірній основі. Нормативний розрахунок водоспоживання відповідно до вимог [8, 9] наведено у таблиці 3.1.

#### 3.2. Розрахунок водовідведення

**Атмосферні стічні води.** Загальний об'єм дощових вод, що стікають з території водозбірних басейнів відповідно до вимог [15] обчислюємо за взором:

$$W_s = 10 \times h_g \times Y \times F, \quad (3.1)$$

де

$h_g$  – середньорічний шар опадів, мм (відповідно до [17] для Закарпатської області становить 728 мм);

Таблиця 3.1

## Нормативний розрахунок водоспоживання та водовідведення на АБЗ

№ з/п	Споживач	Одиниця вим.	К-сть споживачів	Норма витрат	Водоспоживання			Водовідведення		
					м <sup>3</sup> /добу	К-сть робочих днів на рік	м <sup>3</sup> /рік	Норма водовідведення	м <sup>3</sup> /добу	м <sup>3</sup> /рік
<b>Господарсько-побутові потреби (привозна вода)</b>										
1	Робітники	ос.	8	0,025 м <sup>3</sup> /добу	0,2	160	32,0	100 %	0,2	32,0
	ІТП	ос.	2	0,015 м <sup>3</sup> /добу	0,03	160	4,8	100 %	0,03	4,8
<b>Всього на г-п потреби</b>					<b>0,23</b>		<b>36,8</b>		<b>0,23</b>	<b>36,8</b>
<b>Полив території (технічна вода зі свердловини)</b>										
2	Полив твердого покриття для знепилення	м <sup>2</sup>	6089	0,0005 м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	3,044	160	487,12	-	-	-
<b>Виробничі потреби (технічна вода зі свердловини)</b>										
3	Виробництво бітумної емульсії	-	-	29,186 м <sup>3</sup> /зміна	29,186	160	4669.7	-	-	-
<b>Загальна потреба у воді</b>					<b>32,46</b>		<b>5193,62</b>			

$Y$  - коефіцієнт стоку; значення загального коефіцієнта стоку залежить насамперед від типу поверхні за видом забудови чи землекористування, а також від розподілу площі поверхні за видами покриття. Значення загального коефіцієнта стоку для дощових стічних вод необхідно приймати: для водонепроникних покриттів в межах 0,6–0,8;

$F$  - площа басейну водозбору, га.

$F$  - водозбірна площа водонепроникних покриттів 959,0 м<sup>2</sup>.

Отже, об'єм дощових та талих вод дорівнює:

$$W_s = 10 \cdot 728 \cdot 0,8 \cdot 0,0959 = 558,52 \text{ (м}^3\text{/рік)}.$$

**Господарсько-побутові стічні води.** Відведення господарсько-побутових стічних вод у розрахунковій кількості 0,23 м<sup>3</sup>/добу, 36,8 м<sup>3</sup>/рік здійснюватиметься в існуючі санітарні прилади з подальшим відведенням в септик господарсько-побутових стічних вод, або в спеціалізовані санітарні приміщення (біотуалети). Їхній вміст вивозитиметься асенізаційними машинами на каналізаційні очисні споруди КП «Міськводоканал» Мукачівської міської ради на договірній основі.

Утворення виробничих стічних вод не передбачається.

Поверхневі стічні води (дощові та талі) відводитимуться у водонепроникний септик з подальшою передачею на очисні споруди відповідно до укладеного договору.

Порушення гідрологічних і гідрогеологічних параметрів водних об'єктів і територій у зонах впливів діяльності, впливи на поверхневі і підземні води пріоритетних та специфічних забруднюючих речовин, що надходять у водне середовище при скидах стічних вод відсутні, оскільки технологічного скиду немає, у зв'язку з відсутністю умов для його утворення, а також організованим відведенням, збирання та подальшою передачею дощових і талих вод.

## РОЗДІЛ 4

### ОЦІНКА ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИЛЕГЛУ ТЕРИТОРІЮ

#### 4.1. Характеристика джерел шумового навантаження

Основними джерелами фізичного впливу на довкілля під час експлуатації об'єкта є технологічне обладнання АБЗ, робота двигунів транспортних засобів, насосне обладнання, пальники підігріву бітумних комунікацій.

Шумові характеристики технологічного обладнання, яке застосовується на об'єкті, взято згідно паспортних даних, технічних характеристик та з відкритих каталогів на подібне устаткування і знаходяться в межах допустимих нормативних показників. Робота обладнання передбачається виключно в денний час доби.

Шумові характеристики технологічного обладнання наведені в таблиці 4.1.

*Таблиця 4.1*

Шумові характеристики технологічного обладнання на промисловому  
майданчику

Тип машин	К-сть працюючих одночасно	Еквівалентний рівень звуку, дБА
Установка ДС-168	1	80
GIEB 120/2 AA	1	75
Автотранспорт	1	93
Насосне обладнання	3	72
Пальник підігріву бітумних комунікацій Riello RS100	1	78,5
Пальник підігріву бітумних комунікацій Riello RS34	2	75

Сумарний рівень звуку від технологічного устаткування розраховуємо згідно з [18] за взором:

$$L_{\text{сум}}^{\text{екл}} = 10 \cdot \lg \left( \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_A^i} \right), \text{ дБА}, L_{\text{сум}}^{\text{екл}}, \quad (4.1)$$

де

$L_A^i$  – рівень звуку  $i$ -джерела шуму, дБА;

$n$  – кількість джерел шуму.

Отже, сумарний рівень звуку від усього обладнання АБЗ, що працює одночасно, дорівнюватиме:

$$L_{\text{сум}}^{\text{екл}} = 10 \times \lg(1 \cdot 10^{0,1 \times 80} + 3 \cdot 10^{0,1 \times 75} + 1 \cdot 10^{0,1 \times 78,5} + 3 \cdot 10^{0,1 \times 72} + 1 \cdot 10^{0,1 \times 93}) = 93,63 \text{ дБА}$$

## 4.2. Розрахунок рівнів звуку на прилеглий території

Очікувані рівні шуму на межі найближчої житлової забудови та СЗЗ визначаємо згідно з [6, 15] за взором:

$$L_A = L_{WA} - 20 \cdot \lg r + 10 \cdot \lg \Phi - 10 \cdot \lg \Omega + \Delta L_{A_{\text{відб}}} - \Delta L_{A_{\text{пог}}} - \Delta L_{A_{\text{екр}}} - \beta_{A_{\text{зел}}} \cdot l, \quad (4.2)$$

де

$L_A$  - рівень звуку, дБА;

$L_{WA}$  - коригований рівень звуку джерела, дБА, приймається за даними технічної документації на джерело;

$\Delta L_{A_{\text{відб}}}$  - підвищення рівня звуку внаслідок відбивання від поверхонь, дБА;

$\Delta L_{A_{\text{пов}}}$  - поглинання звуку в атмосфері, дБА;

$\Delta L_{A_{\text{екр}}}$  - зниження рівня звуку екраном між джерелом і точкою розрахунку, дБА;

$\beta_{A_{\text{зел}}}$  - зниження рівня звуку смугами насаджень, дБА/м, значення  $\beta_{A_{\text{зел}}}$  щільними смугами зелених насаджень приймають при розрахунках 0,08

дБА/м; зниження рівня смугами зелених насаджень шириною більшою, ніж 100 м приймають постійним – 8 дБА;

$l$  – ширина смуги насаджень, м;

$r$  – відстань від джерела звуку до точки розрахунку, м;

$\Omega$  – просторовий кут, в якому розповсюджується шум від джерела,  $\Omega=2\pi$ .

Рівень звуку, який формується джерелами шуму, розраховували в характерних розрахункових точках на межі найближчої житлової забудови, на територіях, що прирівнюються до житлової забудови, а саме (див. рис.1.1):

- на відстані 653 м від джерел шуму, адреса: м.Мукачево, вул.Крилова за каналом, 38, землі житлової та громадської забудови;

- на відстані 380 м від джерел шуму, адреса: м. Мукачево вул. Івана Франка-бічна, 18, землі для будівництва та обслуговування будівель закладів освіти;

- на відстані 320 м, від джерел шуму, адреса: м. Мукачево вул. Івана Франка-бічна, 18, землі для будівництва та обслуговування будівель закладів освіти;

- на відстані 439 м від джерел шуму, адреса: Мукачівський район, Колачинська селищна рада, урочище "Кольчино", землі для індивідуального садівництва,

а також на відстані 1000 м на межі нормативної СЗЗ.

Розрахунок рівнів шумового навантаження наведено у таблиці 4.2.

У відповідності до нормативного документу [12] допустимий рівень шуму для «територій, які безпосередньо прилягають до житлових будинків, поліклінік, амбулаторій, диспансерів, будинків відпочинку, пансіонатів, будинків-інтернатів для людей похилого віку та інвалідів, дитячих дошкільних закладів, шкіл та інших навчальних закладів, бібліотек, храмів, музеїв для денного часу доби становить 55 дБА».

Таблиця 4.2

## Розрахунок рівнів звуку в контрольних точках

Контрольна точка	r, м	Ф	Ω	$\Delta L_{\text{Авідб}}$ , дБА	$\Delta L_{\text{Апов}}$ , дБА	$\Delta L_{\text{Аерк}}$ , дБА	$\beta_{\text{Азел}}$ , дБА	$L_A$ , дБА
T1	653	1	$2\pi$	0	3,265	0	0	26,0
T2	380	1	$2\pi$	0	1,9	0	0	32,0
T3	320	1	$2\pi$	0	1,6	0	0	34,0
T4	439	1	$2\pi$	0	2,195	0	0	31,0
T5	1000	1	$2\pi$	0	5,0	0	0	21,0
<b>Допустимий рівень шуму (день)</b>								<b>55</b>

Загалом, можна резюмувати, що робота АБЗ не приносить шумового навантаження у контрольних точках. Рівень шумового навантаження в точках, що перевищують розмір відстань у 500 м, формуватиметься за рахунок базового шуму, що створюється транспортним потоком, іншими виробничими об'єктами ближчими за відстанню та ін.

Разом із тим суб'єкт господарювання зобов'язаний дотримуватись правил охорони праці в частині зниження шумового навантаження з метою контролю їх рівнів. Передбачається виконання типових організаційно-технічних заходів, які дозволяють забезпечити зниження рівня шуму до нормативних значень ГДР:

- в приміщеннях технологічне устаткування встановлюється на шумоізолюючих підставах;
- використовуються звукоізолюючі прокладки з гуми, пресованої пробки;
- використання звукоізолюючих кожухів на обладнанні;
- при придбанні нового, серійно виробленого устаткування, відповідальний персонал підприємства зобов'язаний здійснювати перевірку вібраційних та шумових характеристик в паспорті, а при експлуатації – виконувати контроль з метою відповідності цих характеристик паспортним або нормованим;

- своєчасне проведення планового і попереджувального ремонту устаткування з обов'язковим післяремонтним контролем вібраційних та шумових характеристик.

- до роботи повинно допускатися тільки справне технологічне обладнання, що відповідає вимогам санітарних норм робочих місць;

- застосування засобів індивідуального захисту;

- забезпечення контролю рівня шуму на робочих місцях не рідше 1-го разу на рік.

Зважаючи на вищезазначене, шумовий вплив оцінюється як допустимий.

## РОЗДІЛ 5

### ОЦІНКА ВПЛИВУ АСФАЛЬТО-БЕТОННОГО ЗАВОДУ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

#### 5.1. Джерела викидів

Джерелами утворення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на виробничому майданчику ТОВ «ПАРТНЕР АВТО ПРОМ» є технологічне обладнання для виробництва асфальтобетонної суміші та бітумної емульсії, склади сипучих матеріалів та допоміжні процеси.

Загалом на підприємстві запроектовано 24 стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, з яких 14 – організованих (1 джерело обладнане ГОУ), 9 джерел викидів є неорганізованими та 1 пересувне.

*Джерело №1 – Склад мінеральних матеріалів.* Під час розвантаження та зберігання інертних матеріалів викидається в атмосферу – *недиференційований за складом пил.*

*Джерело №2 – Агрегат живлення.* Під час завантаження інертних матеріалів в живильний агрегат в атмосферу викидається *недиференційований за складом пил.*

*Джерело №3 – Подача інертних матеріалів в сушильний агрегат.* При перевантаженні і переміщенні віддозованого матеріалу з горизонтального конвеєра агрегата живлення на похилий конвеєр через решітку негабариту викидається *недиференційований за складом пил.*

*Джерело №4 – Димохід ДС-168637.* Під час просушування інертних матеріалів у сушильному агрегаті (враховуючи продукти згорання природного газу) та змішуванні компонентів цементної суміші в змішувальному агрегаті, а саме відсортований щебінь та відсів, мінеральний порошок, бітум, в атмосферу викидаються *недиференційований за складом пил, азоту діоксид,*

*вуглецю оксид, метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид (N<sub>2</sub>O), вуглеводні насичені, етилен, ксилол, спирт етиловий, фенол.*

*Джерело №5 Дихальний клапан резервуару мінерального порошку №1. Внаслідок розвантаження мінерального порошку в резервуар об'ємом 80 м<sup>3</sup>, (завантаження пневмосистемами цементовоза або стаціонарного складу) в атмосферу виділяється недиференційований за складом пил.*

*Джерело №6 – Дихальний клапан резервуару мінерального порошку №2. Внаслідок розвантаження мінерального порошку в резервуар об'ємом 55 м<sup>3</sup> (пневмосистемами цементовоза або стаціонарного складу) в атмосферу виділяється недиференційований за складом пил.*

*Джерело №7 – Труба нагрівача термальної оливи. Під час спалювання природного газу викидаються оксид вуглецю, оксиди азоту, вуглецю діоксид, оксид діазоту, метан.*

*Джерело №8-9 – Димова труба бітумного котла. Під час спалювання природного газу в атмосферу виділяються оксид вуглецю, оксиди азоту, вуглецю діоксид, оксид діазоту, метан.*

*Джерело №10-11 – Дихальний клапан бітумної цистерни об'ємом 95 м<sup>3</sup>. Від підігріву бітуму для використання у виробничому процесі в атмосферу виділяються вуглеводні насичені C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, етилен, спирт етиловий, ксилол, фенол.*

*Джерело №12 – Дихальний клапан бітумної цистерни об'ємом 60 м<sup>3</sup>. Від підігріву бітуму для використання у виробничому процесі викидаються вуглеводні насичені C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, етилен, спирт етиловий, ксилол, фенол.*

*Джерело №13 – Дихальний клапан бітумної цистерни об'ємом 50 м<sup>3</sup>. Від підігріву бітуму для використання у виробничому процесі виділяються вуглеводні насичені C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, етилен, спирт етиловий, ксилол, фенол.*

*Джерело №14 – Дихальний клапан бітумної цистерни об'ємом 30 м<sup>3</sup>. Від підігріву бітуму для використання у виробничому процесі виділяються вуглеводні насичені C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, етилен, спирт етиловий, ксилол, фенол.*

*Джерело № 15. Вивантаження асфальтобетонної суміші у вагонетку.* Зі змішувача готова асфальтобетонну суміш вивантажують у вагонетку, якою перевозить її у відсіки тимчасового зберігання готової суміші. Від цього процесу в атмосферу виділяються *вуглеводні насичені C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, етилен, спирт етиловий, ксилол, фенол.*

*Джерело №16 - Вивантаження асфальтобетонної суміші в автотранспорт.* Під час прямого відвантаження готової суміші в автотранспорт *виділяються вуглеводні насичені C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, етилен, спирт етиловий, ксилол, фенол.*

*Джерело № 17 – Вивантаження негабариту.* В змішувальному агрегаті під час сортування кам'яних матеріалів відсіюються шматки розміром більше 40 мм, у відсік об'ємом 3,45 м<sup>3</sup>, внаслідок чого виділяється в атмосферу *недиференційований за складом пил.*

*Джерело №18 – Вивантаження вловленого пилу.* Під час вивантаження із бункера вловленого пилу об'ємом 45 м<sup>3</sup> в атмосферу виділятиметься *недиференційований за складом пил.*

*Джерело №19 – Установка виготовлення бітумної емульсії «Imprianti GUTHERM GIEB 120/2 AA».* Під час диспергування в колоїдному млині водної фази та підігрітого бітуму виділятимуться *вуглеводні насичені C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, гас, соляна кислота, діетаноламін.*

*Джерело №20 – Дихальний клапан баку зберігання гасу.* Під час зберігання та наповнення резервуару гасу виділятиметься *гас.*

*Джерело №21 – Дихальний клапан баку зберігання термальної оливи (мінерального масла).* Під час зберігання та наповненні резервуару термальної оливи виділятимуться *випари мінерального масла.*

*Джерело №22 – Дихальний клапан ємності для зберігання бітумної емульсії V-39 м<sup>3</sup>.* Під час зберігання готової бітумної емульсії виділятимуться *вуглеводні насичені C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, гас, водень хлористий (соляна кислота), діетаноламін.*

*Джерело №23 – Ремонтна майстерня.* Від електрозварювальних та газорізальних робіт, а також від металообробного верстату виділятимуться оксид вуглецю, оксиди азоту, залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо), манган та його сполуки (у перерахунку на манган), недиференційований за складом пил.

*Джерело №24 – Автотранспорт.* Викиди будуть здійснюватися внаслідок роботи автотранспорту, який маневрує по території. Забруднюючі речовини: оксид вуглецю, вуглеводні насичені  $C_{12}$ - $C_{19}$ , діоксид азоту, тверді частинки (сажа), діоксид сірки, бенз(а)пірен.

## 5.2. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від АБЗ

*Джерело №1. Склад мінеральних матеріалів (неорганізоване).* Викиди забруднюючих речовин в атмосферу відбуватимуться внаслідок розвантаження з автотранспорту на склад та під час статичного зберігання інертних матеріалів. Розрахунок викидів проводиться згідно з [1, 21].

Розрахунок секундних викидів пилу при розвантаженні та зберіганні інертних матеріалів проводиться за взором:

$$Q_{\text{сек}} = A + B = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_7 \cdot B \cdot G_{\text{год}} \cdot 10^6}{3600} + k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7 \cdot q' \cdot F, \text{ г/с} \quad (1)$$

Розрахунок валових викидів пилу при розвантаженні та зберіганні інертних матеріалів проводили за взором:

$$Q_{\text{рік}} = (A \cdot 3600 \cdot T_{\text{роз}} + B \cdot 3600 \cdot T_{\text{збер}}) \cdot 10^{-6} \text{ т/рік} \quad (5.2)$$

де

A – викид при розвантаженні, г/с;

$V$  – викид при зберіганні, г/с;

$k_1$  - вагова частина пилової фракції у матеріалі;

$k_2$  - частина пилу (від усієї ваги пилу), яка переходить в аерозоль;

$k_3$  - коефіцієнт, що враховує місцеві метеорологічні умови;

$k_4$  - коефіцієнт, що враховує місцеві умови, ступінь захисту складу від зовнішнього впливу, умови пилоутворення;

$k_5$  - коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу;

$k_6$  - коефіцієнт, що враховує профіль поверхні матеріалу, що складається, розраховується  $F_{\text{факт}}/F$ , значення коливається в межах 1,3-1,6 у залежності від розміру фракцій матеріалу;

$k_7$  - коефіцієнт, що враховує величину часток матеріалу;

$V'$  - коефіцієнт, що враховує висоту пересипу матеріалу;

$G_{\text{год}}$  - сумарна кількість переробленого матеріалу на 1 годину, т/год;

$F_{\text{факт}}$  – фактична поверхня матеріалу з урахуванням рельєфу складування;

$F$  - поверхня куріння в плані, м<sup>2</sup>;

$q'$  – виніс твердих часток з м<sup>2</sup> фактичної поверхні, г/м<sup>2</sup>·с;

$T_{\text{роз.}}$  – час розвантаження матеріалу, год/рік;

$T_{\text{збер}}$  – час протягом періоду зберігання, коли можливе куріння матеріалу, год/рік.

Розрахунки від складів матеріальних матеріалів виконані у програмі MS Excel по фракціях матеріалів і занесені у таблиці 5.1-5.4

Таблиця 5.1

Склад гранвідсіву (розмір фракції 0-5 мм )

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$G_{\text{річ}}$	т/рік	72 979	Час розвантаження 1 т - 1 хв.
$G_{\text{год}}$	т/год	57	
$V'$	-	0,7	Висота до 2,0 м
$k_1$	-	0,02	
$k_2$	-	0,04	

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$k_3$	-	1,2	швидкість вітру до 5 м/с
$k_4$	-	0,5	відкритий з 3 сторін
$k_5$	-	0,2	до 9 %
$k_6$	-	1,6	608/380
$k_7$	-	0,7	розмір 5-3 мм
$F_{\text{факт}}$	м <sup>2</sup>	608	
$F$	м <sup>2</sup>	380	
$q'$	г/м <sup>2</sup>	0,002	
$T_{\text{роз}}$	год/рік	1280	
$T_{\text{збер}}$	год/рік	3840	248 днів
<b>Потужність викиду</b>	<b>г/с</b>	<b>0,842</b>	
<b>Валовий викид</b>	<b>т/рік</b>	<b>4,822</b>	

Таблиця 5.2

## Склад щебеню (розмір фракції 5-10 мм )

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$G_{\text{річ}}$	т/рік	32435	
$G_{\text{год}}$	т/год	30	
$B'$	-	0,7	Висота до 2,0 м
$k_1$	-	0,04	
$k_2$	-	0,02	
$k_3$	-	1,2	швидкість вітру до 5 м/с
$k_4$	-	0,5	відкритий з 3 сторін
$k_5$	-	0,2	до 9 %
$k_6$	-	1,5	594/396
$k_7$	-	0,6	розмір 10-5 мм
$F_{\text{факт}}$	м <sup>2</sup>	594	
$F$	м <sup>2</sup>	396	
$q'$	г/м <sup>2</sup>	0,002	
$T_{\text{роз}}$	год/рік	1081	
$T_{\text{збер}}$	год/рік	3840	248 днів
<b>Потужність викиду</b>	<b>г/с</b>	<b>0,421</b>	
<b>Валовий викид</b>	<b>т/рік</b>	<b>2,49</b>	

Таблиця 5.3

## Склад щебеню (розмір фракції 10-20 мм )

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$G_{річ}$	т/рік	35409	
$G_{год}$	т/год	30	
$B'$	-	0,7	Висота до 2,0 м
$k_1$	-	0,04	
$k_2$	-	0,02	
$k_3$	-	1,2	швидкість вітру до 5 м/с
$k_4$	-	0,5	відкритий з 3 сторін
$k_5$	-	0,2	до 9 %
$k_6$	-	1,5	681/454
$k_7$	-	0,5	розмір 50-10 мм
$F_{факт}$	м <sup>2</sup>	681	
$F$	м <sup>2</sup>	454	
$q'$	г/м <sup>2</sup>	0,002	
$T_{роз}$	год/рік	1180	
$T_{збер}$	год/рік	3840	248 днів
<b>Потужність викиду</b>	<b>г/с</b>	<b>0,3617</b>	
<b>Валовий викид</b>	<b>т/рік</b>	<b>2,319</b>	

Таблиця 5.4

## Склад щебеню (розмір фракції 20-40 мм )

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$G_{річ}$	т/рік	21353	
$G_{год}$	т/год	30	
$B'$	-	0,7	Висота до 2,0 м
$k_1$	-	0,04	
$k_2$	-	0,02	
$k_3$	-	1,2	швидкість вітру до 5 м/с
$k_4$	-	0,5	відкритий з 3 сторін
$k_5$	-	0,2	до 9 %
$k_6$	-	1,5	495/330
$k_7$	-	0,5	розмір 50-10 мм
$F_{факт}$	м <sup>2</sup>	495	
$F$	м <sup>2</sup>	330	
$q'$	г/м <sup>2</sup>	0,002	
$T_{роз}$	год/рік	712	
$T_{збер}$	год/рік	3840	248 днів
<b>Потужність викиду</b>	<b>г/с</b>	<b>0,339</b>	
<b>Валовий викид</b>	<b>т/рік</b>	<b>1,538</b>	

Так, як перевантаження сипучих матеріалів одночасно може здійснюватися на одному зі складів, тоді масові викиди від усіх складів сумують. Потужність викиду дорівнює:

$$Q_{\text{сек}} = 0,74 + 0,085 + 0,0817 + 0,059 = 0,9657 \text{ (г/с)}.$$

Загальний валовий викид пилу від відвантаження та зберігання інертних матеріалів становить:

$$Q_{\text{рік}} = 4,822 + 2,49 + 2,319 + 1,538 = 11,169 \text{ (т/рік)}.$$

**Джерело №2.** *Агрегат живлення (неорганізований викид).* Викиди забруднюючих речовин в атмосферу відбуватимуться внаслідок розвантаження інертних матеріалів в агрегат живлення. Агрегат живлення складається з п'яти бункерів загальною місткістю 80 м<sup>3</sup>, місткість одного бункера 16 м<sup>3</sup>.

Розрахунок викидів проводиться згідно з методикою [21, 22]. Для розрахунку секундних викидів пилу при розвантаженні інертних матеріалів використаємо взір (5.1), а для визначення валових викидів половину взору (5.2) (без врахування викидів при зберіганні). Розрахунки викидів пилу від бункерів виконані у програмі MS Excel по фракціях матеріалів і занесені у таблиці 5.5-5.9

Таблиця 5.5

Бункер відсіву №1

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$G_{\text{річ}}$	т/рік	36490	.
$G_{\text{год}}$	т/год	32	
$B'$	-	1	висота 3,4 м
$k_1$	-	0,02	
$k_2$	-	0,04	
$k_3$	-	1,2	швидкість вітру до 5 м/с

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$k_4$	-	0,5	відкритий з 3 сторін
$k_5$	-	0,8	до 3 %
$k_7$	-	0,7	розмір 5-3 мм
$T_{роз}$	год/рік	1140	
<b>Потужність викиду</b>	<b>г/с</b>	<b>2,39</b>	
<b>Валовий викид</b>	<b>т/рік</b>	<b>9,8</b>	

Таблиця 5.6

## Бункер відсіву №2

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$G_{річ}$	т/рік	36489	
$G_{год}$	т/год	32	
$B'$	-	1	висота 3,4 м
$k_1$	-	0,02	
$k_2$	-	0,04	
$k_3$	-	1,2	швидкість вітру до 5 м/с
$k_4$	-	0,5	відкритий з 3 сторін
$k_5$	-	0,8	до 3 %
$k_7$	-	0,7	розмір 5-3 мм
$T_{роз}$	год/рік	1140	
<b>Потужність викиду</b>	<b>г/с</b>	<b>2,39</b>	
<b>Валовий викид</b>	<b>т/рік</b>	<b>9,8</b>	

Таблиця 5.7

## Бункер щебеню

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$G_{річ}$	т/рік	32435	
$G_{год}$	т/год	32	
$B'$	-	1	висота 3,4 м
$k_1$	-	0,02	
$k_2$	-	0,04	
$k_3$	-	1,2	швидкість вітру до 5 м/с
$k_4$	-	0,5	відкритий з 3 сторін
$k_5$	-	0,8	до 3 %
$k_7$	-	0,6	розмір 5-10 мм
$T_{роз}$	год/рік	1014	
<b>Потужність викиду</b>	<b>г/с</b>	<b>2,048</b>	
<b>Валовий викид</b>	<b>т/рік</b>	<b>7,48</b>	

Таблиця 5.8

## Бункер щебеню

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$G_{річ}$	т/рік	35409	
$G_{год}$	т/год	32	
$B'$	-	1	висота 3,4 м
$k_1$	-	0,02	
$k_2$	-	0,04	
$k_3$	-	1,2	швидкість вітру до 5 м/с
$k_4$	-	0,5	відкритий з 3 сторін
$k_5$	-	0,8	до 3 %
$k_7$	-	0,5	розмір 50-10 мм
$T_{роз}$	год/рік	1106	
<b>Потужність викиду</b>	<b>г/с</b>	<b>1,7</b>	
<b>Валовий викид</b>	<b>т/рік</b>	<b>6,79</b>	

Таблиця 5.9

## Бункер щебеню

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$G_{річ}$	т/рік	21353	
$G_{год}$	т/год	32	
$B'$	-	1	висота 3,4 м
$k_1$	-	0,02	
$k_2$	-	0,04	
$k_3$	-	1,2	швидкість вітру до 5 м/с
$k_4$	-	0,5	відкритий з 3 сторін
$k_5$	-	0,2	до 9 %
$k_7$	-	0,5	розмір 50-10 мм
$T_{роз}$	год/рік	667,3	
<b>Потужність викиду</b>	<b>г/с</b>	<b>1,71</b>	
<b>Валовий викид</b>	<b>т/рік</b>	<b>4,1</b>	

Так, як перевантаження сипучих матеріалів одночасно може здійснюватися в один із бункерів агрегату живлення, то приймається максимальний секундний викид:  $Q_{сек} = 2,39$  г/с.

Загальний валовий викид пилу від завантаження інертних матеріалів ваграт живлення дорівнює:

$$Q_{\text{рік}} = 9,8 + 9,8 + 7,48 + 6,79 + 4,1 = 37,97 \text{ (т/рік)}.$$

**Асфальтозмішувальне відділення. Джерело № 3. Подача інертних матеріалів в сушильний агрегат (неорганізований викид).** Викиди здійснюються при перевантаженні і переміщенні віддозованого матеріалу з горизонтального конвеєру агрегату живлення на похилий конвеєр, який здійснюється через решітку негабариту.

Похилий конвеєр призначений для переміщення кам'яних матеріалів від агрегата живлення до приймального пристрою сушильного агрегату.

Конструкція стрічкового похилого конвеєра аналогічна конвеєру агрегату живлення в частині типу стрічки, приводу, пристрою натягу стрічки, очищення від налиплого матеріалу, засобів захисту при аварійному відключенні конвеєра. Ширина конвеєрів 0,65 м., довжина похилого – 9,3 м, горизонтального 18,9 м.

Розрахунок проводимо відповідно до [1, 21]. Перевантаження виконуємо для решітки негабариту та додатково приводимо розрахунок здуву пилу при транспортуванні інертних матеріалів на двох конвеєрах: горизонтальному та похилому.

Для розрахунку секундних викидів пилу при розвантаженні інертних матеріалів використаємо взір (5.1). Розрахунок секундних викидів пилу при транспортуванні інертних матеріалів на конвеєрі проводили за взором:

$$Q_{\text{сек.збер.}} = k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7 \cdot q / F, \text{ з/с} \quad (5.3)$$

Для розрахунку валових викидів пилу використаємо модернізований взір (5.1):

$$Q_{\text{рік}} = Q_{\text{сек}} \cdot 3600 \cdot T_{\text{роз/збер}} \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік}.$$

Таблиця 5.10

## Подача в сушильний агрегат

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$G_{річ}$ - відсів - щебінь фр. 5-10 - щебінь фр.10-20 мм - щебінь фр.20-40 мм	т/рік	162 176 72 979 32 435 35 409 21 353	
$G_{год}$	т/год	160	
$B'$	-	0,4	висота до 0,5 м
$k_1$ - відсів - щебінь	-	0,02 0,04	
$k_2$ - відсів - щебінь	-	0,04 0,02	
$k_3$	-	1,2	швидкість вітру до 5 м/с
$k_4$	-	0,5	відкритий з 3 сторін
$k_5$	-	0,8	до 3 %
$k_7$ - відсів - щебінь 5-10 мм - щебінь 10-20 мм - щебінь 20-40 мм	-	0,7 0,6 0,5 0,5	
$F$ - похилий конвеєр - горизонтальний конвеєр	м <sup>2</sup>	6,045 12,285	
$q'$	г/м <sup>2</sup>	0,002	
$T_{роз}$	год/рік	1014	
$T_{збер}$	год/рік	1014	
<b>Потужність викиду</b> - відсів - щебінь 5-10 мм - щебінь 10-20 мм - щебінь 20-40 мм - похилий конвеєр - горизонтальний конвеєр	г/с	<b>2,15</b> <b>0,82</b> <b>0,74</b> <b>0,448</b> <b>0,0056</b> <b>0,011</b>	
<b>Валовий викид</b> - решітка - конвеєр	т/рік	<b>3,793</b> <b>0,06</b>	

На решітку негабариту усі матеріали надходять у змішаному вигляді, тому визначаємо середню потужність викиду:

$$Q_{\text{сек}}^{\text{заг.}} = 2,15 + 0,82 + 0,74 + 0,4484 = 1,039 \text{ (г/с)}$$

Так, як описані процеси не відбувається одночасно приймаємо максимальний секундний викид та сумарний валовий викид:  $Q_{\text{сек}}^{\text{заг.}} = 1,039 \text{ г/с}$ .

А загальний валовий викид пилу дорівнює:

$$Q_{\text{рік}} = 3,793 + 0,06 = 3,853 \text{ (т/рік)}.$$

**Джерело №4.** *Димохід ДС-168637 (організований викид).  $H=18,475 \text{ м}$ ;  
 $D=1,263 \text{ м}$ .*

Сушильний агрегат призначений для нагріву і сушіння кам'яних матеріалів до стану, що забезпечує приготування суміші, а також очищення газів, що відходять. Обігрів сушарки відбувається за допомогою пальника, який працює на природному газі. Нагріті до робочої температури відсів і щебінь надходять з сушильного агрегату на елеватор, який подає їх у сортувальний пристрій змішувального агрегату.

Сортувальний пристрій поділяє матеріали на фракції за розмірами зерен і подає їх у бункери для гарячого матеріалу. З цих бункерів пісок і щебінь різних фракцій надходять в дозатори, а звідти – в змішувач.

Мінеральний порошок надходить з агрегату мінерального порошку, до складу якого входить устаткування для зберігання і транспортування цього матеріалу. За допомогою дозатора, встановленого на агрегат мінерального порошку, забезпечується заданий вміст порошку в суміші. З дозатора порошок подається в змішувач шнеком. Попередньо нагрітий до робочої температури бітум подається у змішувач. Готова суміш вивантажується у відсіки готової суміші загальною місткістю  $55,6 \text{ м}^3$ .

Викиди будуть здійснюватися під час спалювання природного газу, сушіння інертних матеріалів, сортувального пристрою змішувального агрегату.

Сушильний агрегат та асфальтозмішувач, де відбувається підігрів інертних матеріалів та змішування з мінеральним порошком та бітумом,

обладнані системою очищення газів, яка складається з високоефективного рукавного фільтра з рукавних фільтруючих елементів з площею поверхні фільтрування 453 м<sup>2</sup>, продуктивність по очищенні газу – 45000 м<sup>3</sup>/год.

До рукавного фільтра додається бункер сепарації вловленого пилу, який додається до техпроцесу. Ефективність пилоочистки становить 99,9 %.

Забруднюючі речовини – недиференційований за складом пил (аерозоль), азоту діоксид, вуглецю оксид, метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид (N<sub>2</sub>O), вуглеводні насичені, етилен, ксилол, спирт етиловий, фенол.

*Викиди внаслідок спалювання природного газу.* Сушильний агрегат обладнаний пальником БСТ-ГГМА-12,0, годинна витрата палива (згідно паспортних даних) становить 1260 м<sup>3</sup>/год.

Валовий викид *j*-ї забруднюючої речовини  $E_j$ , т, що надходить у атмосферу з димовими газами енергетичної установки за проміжок часу  $P$ , визначається як сума валових викидів цієї речовини під час спалювання різних видів палива, у тому числі під час їх одночасного спільного спалювання та розраховується згідно з [4, 23]:

$$E_j = \sum_i E_{ji} = 10^{-6} \sum_i k_{ji} B_i (Q_i^r)_i, \quad (5.4)$$

де

$E_j^i$  – валовий викид забруднюючої речовини, т;

$k_{ji}$  – показник емісії забруднюючої речовини, г/ГДж;

$B_i$  – витрата палива, т;

$(Q_i^r)_i$  – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг.

Склад палива подано у таблиці 5.11

Таблиця 5.11

Склад палива

СН <sub>4</sub> %	С <sub>2</sub> Н <sub>6</sub> %	С <sub>3</sub> Н <sub>8</sub> %	С <sub>4</sub> Н <sub>10</sub> %	С <sub>5</sub> Н <sub>12</sub> %	СО <sub>2</sub> %	Н <sub>2</sub> %	Н <sub>2</sub> С %	$Q_{id}$ МДж/м <sup>3</sup>	$\rho_n$ кг/м <sup>3</sup>
98,90	0,12	0,011	0,01	0	0,06	0,90	0,0005	33,08	0,723

Далі визначаємо питому масу кожного газу в сухому стані газоподібного палива за взорами:

$$\begin{aligned}
 m_{\text{CH}_4} &= 0,716 \cdot 0,01(\text{CH}_4)_v, \\
 m_{\text{C}_2\text{H}_6} &= 1,342 \cdot 0,01(\text{C}_2\text{H}_6)_v, \\
 m_{\text{C}_3\text{H}_8} &= 1,967 \cdot 0,01(\text{C}_3\text{H}_8)_v, \\
 m_{\text{C}_4\text{H}_{10}} &= 2,593 \cdot 0,01(\text{C}_4\text{H}_{10})_v, \\
 m_{\text{N}_2} &= 1,250 \cdot 0,01(\text{N}_2)_v, \\
 m_{\text{CO}_2} &= 1,964 \cdot 0,01(\text{CO}_2)_v,
 \end{aligned} \tag{5.5}$$

де

$m_i$  – питома маса газу в 1  $\text{нм}^3$  сухого палива,  $\text{кг}/\text{нм}^3$ ;

$(i)_v$  – об’ємний вміст газу, %.

Отже, знаходимо питомі маси газів у паливі:

палива буде становити:

$$\begin{aligned}
 m_{\text{CH}_4} &= 0,716 \times 0,01 \times 98,90 = 0,7081; \\
 m_{\text{C}_2\text{H}_6} &= 1,342 \times 0,01 \times 0,12 = 0,0016; \\
 m_{\text{C}_3\text{H}_8} &= 1,967 \times 0,01 \times 0,011 \times 0,0002; \\
 m_{\text{C}_4\text{H}_{10}} &= 2,593 \times 0,01 \times 0,01 = 0,00026; \\
 m_{\text{N}_2} &= 1,250 \times 0,01 \times 0,90 = 0,0113; \\
 m_{\text{CO}_2} &= 1,964 \times 0,01 \times 0,06 = 0,00118.
 \end{aligned}$$

Елементний масовий вміст палива визначаємо за взорами:

$$\begin{aligned}
 C^{daf} &= \frac{100}{\rho_{\text{н}}} \left( \sum \frac{12p}{12p+q} m_{\text{CpHq}} + 0,429m_{\text{CO}} + 0,273m_{\text{CO}_2} \right), & N^{daf} &= \frac{100}{\rho_{\text{н}}} m_{\text{N}_2}, \\
 H^{daf} &= \frac{100}{\rho_{\text{н}}} \left( \sum \frac{q}{12p+q} m_{\text{CpHq}} + 0,059m_{\text{H}_2\text{S}} \right), & O^{daf} &= \frac{100}{\rho_{\text{н}}} (0,571m_{\text{CO}} + 0,727m_{\text{CO}_2}).
 \end{aligned} \tag{5.6}$$

де

$C^{daf}$ ,  $H^{daf}$ ,  $N^{daf}$ ,  $O^{daf}$  – масові вмісти вуглецю, водню, азоту, кисню у паливі відповідно, %;

$\rho_{\text{н}}$  – густина сухого газоподібного палива за нормальних умов,  $\text{кг}/\text{нм}^3$ ;

$m_i$  – питома маса і-го індивідуального газу в  $1 \text{ м}^3$  сухого газоподібного палива,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Розраховуємо елементний масовий склад за взором (5.6):

$$C^{daf} = \frac{100}{0,723} \left( \frac{12}{12+4} \times 0,7081 + \frac{12 \times 2}{12 \times 2 + 6} \times 0,0016 + \frac{12 \times 3}{12 \times 3 + 8} \times 0,0002 + \frac{12 \times 4}{12 \times 4 + 10} \times 0,00026 + 0,273 \times 0,00118 \right) = 73,72;$$

$$H^{daf} = \frac{100}{0,723} \left( \frac{4}{12+4} \times 0,7081 + \frac{6}{12 \times 2 + 6} \times 0,0016 + \frac{8}{12 \times 3 + 8} \times 0,0002 + \frac{10}{12 \times 4 + 10} \times 0,00026 \right) = 24,6;$$

$$N^{daf} = \frac{100}{0,723} \times 0,0113 = 1,56;$$

$$O^{daf} = \frac{100}{0,723} (0,727 \times 0,00118) = 0,12.$$

Масовий вміст вуглецю  $C^r$ , який згоряє, % на робочу масу, виражається через масовий вміст вуглецю в паливі  $C^{daf}$  за взором:

$$C^r = \varepsilon_c \cdot C^{daf}, \quad (5.7)$$

$\varepsilon_c$  – ступінь окислення вуглецю палива, дорівнює 0,995.

Отже,  $C^r = 0,995 \cdot 73,72 = 73,35 \%$ .

Під час спалювання  $1 \text{ кг}$  робочої маси палива з урахуванням механічного недопалювання питомих об'єм сухих димових газів ( $\text{м}^3/\text{кг}$ ) визначається за взором:

$$v_{\text{др}}^0 = 0,01 \cdot (1,866 C^{\text{взг}} + 0,7 S^r + 0,8 N^r) + v_{\text{N}_2\text{пов}}, \quad (5.8)$$

де

$C^r$ ,  $S^r$ ,  $N^r$  – відповідні масові вмісти вуглецю, сірки та азоту палива, що згоріли, на робочу масу, %;

$v_{\text{N}_2\text{пов}}$  – питомих об'єм азоту повітря, необхідного для горіння палива,  $\text{м}^3/\text{кг}$ ;

$$v_{\text{N}_2\text{пов}} = 3,762 \cdot v_{\text{O}_2}, \quad (5.9)$$

де

$v_{O_2}$  - питомий об'єм кисню, необхідного для проходження стехіометричних реакцій окислення,  $\text{нм}^3/\text{кг}$ :

$$v_{O_2} = 0,01 \cdot (1,866 C^{B_{3T}} + 5,56 H^r + 0,7 S^r - 0,7 O^r) \quad (5.10)$$

Отже,

$$v_{O_2} = 0,01 \cdot (1,866 \cdot 73,35 + 5,56 \cdot 24,6 + 0,7 \cdot 0 - 0,7 \cdot 0,12) = 2,74 \text{ (нм}^3/\text{кг)};$$

$$v_{N_{2\text{пов}}} = 3,762 \cdot 2,74 = 10,31 \text{ (нм}^3/\text{кг)};$$

$$v_{O_{дг}}^o = 0,01 \cdot (1,866 \cdot 75,35 + 0,7 \cdot 0 + 0,8 \cdot 1,56) + 10,31 = 11,73 \text{ (нм}^3/\text{кг)}.$$

Одержане значення  $v_{O_{дг}}^o$  за відсутності кисню в димових газах (коефіцієнт надлишку повітря  $\alpha=1$ ) може бути приведене до стандартного вмісту кисню в димових газах, за допомогою рівняння:

$$v_{O_2} = v_{O_2}^o \frac{21}{21 - O_{2cc}} = v_{O_2}^o \frac{21}{21 - 3} = 11,73 \cdot 1,16667 = 13,69 \text{ нм}^3/\text{кг}.$$

Об'ємна нижча теплота згоряння газу дорівнює  $33,08 \text{ МДж/нм}^3$ , густина –  $0,723 \text{ кг/нм}^3$  при нормальних умовах.

Витрата газу  $1260 \text{ м}^3/\text{год}$  ( $1174 \text{ нм}^3/\text{год}$ );  $848,8 \text{ кг/год}$ ;  $0,2357 \text{ кг/с}$ .

Паспортна витрата сухих димових газів становитиме:  $45000 \text{ м}^3/\text{год} = 12,5 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Річна витрата палива –  $1\,314\,880 \text{ нм}^3/\text{рік}$ ;  $950\,656 \text{ кг/рік}$ ;  $950,656 \text{ т/рік}$ .

Нижча робоча теплота згоряння палива  $Q_i^r = 33,08 \div 0,723 = 45,75 \text{ МДж/кг}$ .

*Валовий викид оксидів азоту.* Значення узагальненого показника емісії оксидів азоту  $k_{NO_x} = 95 \text{ г/ГДж}$ ; емпіричний коефіцієнт  $z$  для природного газу дорівнює  $1,25$ . Ефективність первинних заходів щодо зниження викидів оксидів азоту  $\eta_I = 0$ , так як для заходи не передбачені. У зв'язку з відсутністю азотоочисної установки ефективність  $\eta_{II} = 0$ .

Показник емісії  $k_{NO_x}$  оксидів азоту:

$$k_{NO_x} = (k_{NO_x})_0 \times f_H \times (1 - \eta_I) \times (1 - \beta), \text{ г / ГДж}; \quad (5.11)$$

$$k_{NO_x} = 95 \times 0,792 \times (1 - 0) \times (1 - 0) = 75,24 \text{ г/ГДж}.$$

Ступінь зменшення викидів оксидів азоту під час роботи на низькому навантаженні:

$$f_H = (Q_\Phi / Q_H) z = (10,0/12,0) \times 1,25 = 0,792, \quad (5.12)$$

де

$Q_\Phi$  - фактична продуктивність установки – 10,0 МВт;

$Q_H$  - номінальна продуктивність установки – 12,0 МВт;

Тоді валовий викид оксидів азоту знаходимо за взором (5.4):

$$E_{NO_x} = 10^{-6} \times 75,24 \times 950,656 \times 45,75 = 3,272 \text{ (т/рік)};$$

$$M_{NO_x} = 75,24 \times 0,2357 \times 45,75 \times 10^{-3} = 0,81 \text{ (г/с)}.$$

*Валовий викид вуглецю оксиду.* Утворення оксиду вуглецю є результатом неповного згорання вуглецю органічного палива. Зі зменшенням потужності установки спалювання концентрація оксиду вуглецю зростає. Показник емісії оксиду вуглецю,  $k_{CO}$ , г/ГДж, під час спалювання органічного палива визначається за взором:

$$k_{CO} = (k_{CO})_0 \times (1 - q_4/100) = 250 \times (1 - 0,5/100) = 248,8 \text{ г/ГДж} \quad (5.13)$$

де

$(k_{CO})_0$  – узагальнений показник емісії CO при відсутності механічного недопалу (250 г/ГДж);

$q_4$  – втрати тепла палива через механічний недопал ( $q_4 = 0,5\%$ ).

Тоді валовий викид вуглецю оксиду знаходимо за взором (5.4):

$$E_{CO} = 10^{-6} \times 248,8 \times 950,656 \times 45,75 = 10,82 \text{ (т/рік)};$$

$$M_{CO} = 248,8 \times 0,2357 \times 45,75 \times 10^{-3} = 2,68 \text{ (г/с)}.$$

*Валовий викид вуглецю діоксиду.* Показник емісії діоксиду вуглецю  $k_{CO_2}$ , г/ГДж, під час спалювання органічного палива визначають за взором:

$$k_{CO_2} = \frac{44}{12} \cdot \frac{C^r}{100} \cdot \frac{10^6}{Q_i^r} \varepsilon_C; \quad (5.14)$$

де

$\varepsilon_C$  – ступінь окислення вуглецю (для природного газу 0,995).

Отже,

$$k_{CO_2} = \frac{44}{12} \cdot \frac{73,72}{100} \cdot \frac{10^6}{45,75} \cdot 0,995 = 58788 \text{ г/ГДж}$$

Валовий викид діоксиду вуглецю за взором (5.4) дорівнює:

$$E_{CO_2} = 10^{-6} \times 58788 \times 950,656 \times 45,75 = 2556,84 \text{ (т/рік);}$$

$$M_{CO_2} = 58788 \times 0,2357 \times 45,75 \times 10^{-3} = 633,92 \text{ (г/с).}$$

*Валовий викид оксиду діазоту  $N_2O$ . Приймаємо узагальнений показник емісії  $k_{N_2O} = 0,1$  г/ГДж.*

Відповідно значення валового викиду діазоту оксиду знаходимо за взором (5.4):

$$E_{N_2O} = 10^{-6} \times 0,1 \times 950,656 \times 45,75 = 0,0043 \text{ (т/рік);}$$

$$M_{N_2O} = 0,1 \times 0,2357 \times 45,75 \times 10^{-3} = 0,0011 \text{ (г/с).}$$

*Валовий викид метану. З довідкових даних приймаємо узагальнений показник емісії для метану:  $k_{CH_4} = 1,0$  г/ГДж.*

Тоді валовий викид метану знаходимо за формулою (5.4):

$$E_{CH_4} = 10^{-6} \times 1,0 \times 950,656 \times 45,75 = 0,043 \text{ (т/рік);}$$

$$M_{CH_4} = 1,0 \times 0,2357 \times 45,75 \times 10^{-3} = 0,0107 \text{ (г/с).}$$

*Викиди пилу. Під час процесу сушіння, окрім продуктів згоряння палива, також присутні викиди недиференційованого за складом пилу. Розрахунок викидів пилу здійснено згідно [30].*

Валовий викид пилу визначається за взором:

$$M = 10^{-3} \times T \times M', \tag{5.15}$$

де

$M$  – валовий викид пилу, т/рік;

$T$  – час роботи технологічного обладнання, год/рік

$M'$  – викид пилу, кг/год.

У цьому разі відсутні питомі показники викиду пилу згідно з зазначеною методикою для цієї установки. Валові викиди роботи установки (кг/год) обраховуємо за такою формулою:

$$M' = 10^{-6} \times W' \times C, \quad (5.16)$$

$M'$  – валовий викид пилу, кг/год;

$W'$  – максимальна об'ємна витрата пилогазоповітряної суміші приведена до нормальних умов,  $\text{нм}^3/\text{год}$ ;

$C$  – максимальна концентрація пилу на виході,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

Отже,

$$M' = 10^{-6} \cdot 34785 \cdot 20 = 0,6957 \text{ (кг/год)} = 0,193 \text{ (г/с)};$$

$$M = 10^{-3} \cdot 0,6957 \cdot 1120 = 0,779 \text{ (т/рік)}.$$

*Асфальтозмішувач.* Кількість вуглеводнів ( $Q$ ), які відходять від асфальтозмішувача, визначається відповідно до [24, 30] за взором:

$$Q = 3,6 \cdot C_{\text{п}} \cdot V \cdot \eta, \text{ кг/год}, \quad (5.17)$$

де

$C_{\text{п}}$  – концентрація речовин у відхідних від технологічного устаткування газів,  $\text{г}/\text{м}^3$  (для вуглеводнів  $C_{\text{п}} = 0,217 \text{ г}/\text{м}^3$ );

$V$  – об'єм відхідних газів,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$\eta$  – коефіцієнт, дорівнює відношенню фактичної продуктивності асфальтозмішувача до проектної,  $\eta = 1$ .

$$Q = 3,6 \cdot 0,217 \cdot 12,5 \cdot 1 = 9,765 \text{ (кг/год)} = 2,7125 \text{ (г/с)}.$$

Валовий викид вуглеводнів становитиме:

$$Q = 10^{-3} \cdot 9,765 \cdot 1120 = 10,936 \text{ (т/рік)}.$$

Згідно з [23] процес виготовлення асфальтобетонної суміші супроводжується викидом вуглеводнів насичених  $C_{12}-C_{19}$ , етилену, спирту етилового, ксилолу, фенолу.

Отже, розрахункова концентрація вуглеводнів містить зазначені речовини.

Визначення концентрацій складових газової суміші виконували відповідно до [1, 21].

Концентрація пари нафтопродуктів ( $\text{мг/м}^3$ ), що витісняється, залежить від температури газового простору і від тиску насиченої пари нафтопродуктів при певній температурі:

$$C_{\Gamma} = \frac{16 * P_i * M_i * 1000}{(273 + t)/133.3}, \quad (5.18)$$

концентрація пари нафтопродуктів:

$$C_{\Gamma} = \frac{16 * P_i * M_i}{(273 + t)/133.3}, \quad (5.19)$$

де

$P_i$  – парціальний тиск насиченої пари нафтопродукту (Па) над рідиною;

$M_i$  – молекулярна маса речовини;

$t$  – температура газового простору,  $^{\circ}\text{C}$ .

Парціальний тиск насиченої пари нафтопродукту над рідиною визначається за взором (мм.рт.ст.):

$$\lg P_i = A - B/(C+t), \quad (5.20)$$

де

$A, B, C$  – константи визначення парціального тиску пари рідини (константи Антуана).

Розрахунки занесені у таблиці 5.12, 5.13, 5.14.

Таблиця 5.12

Парціальний тиск насиченої пари нафтопродукту над рідиною

Назва	константи Антуана			$t, ^{\circ}\text{C}$	Тиск $P_i$	
	A	B	C		мм.рт.ст.	Па
Етилен	7,206	768,26	282	140	242928,8	32390506,7
Ксилол	6,9918	1454,3	215	140	785,6	104746,667
Спирт етиловий	9,274	2239	273	140	7123,5	949800
Фенол	11,563	3586,3	273	140	757,6	101013,333

Таблиця 5.13

## Концентрація пари нафтопродуктів

Назва	Тиск насиченої пари, Па	Молекулярна маса	t, °C	Концентрація пари, г/м <sup>3</sup>	Склад викидів, %	Склад викидів, % від заг. к-сті вуглеводнів
Етилен	32390506,7	28,05	140	264052,6	93,38	0,644
Ксилол	104746,667	106,17	140	3232,1	1,14	0,008
Спирт етиловий	949800	46,07	140	12717,2	4,5	0,031
Фенол	101013,333	94,11	140	2762,8	0,98	0,007
Всього						0,69

Таблиця 5.14

## Викиди забруднюючих речовин при вивантаженні асфальтобетонної суміші

Назва	Викиди	
	Потужність, г/с	Валові, т/с
Вуглеводні, у т.ч.	2,7125	10,936
Етилен	0,0175	0,07
Ксилол	0,0002	0,00087
Спирт етиловий	0,00084	0,0034
Фенол	0,00019	0,00076
Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	2,694	10,86

Загальні викиди забруднюючих речовин по джерелу №4 зансені у таблицю 5.15.

Таблиця 5.15

## Валові викиди забруднюючих речовин від сушильного агрегата

№ з/п	Назва	Потужність, г/с	Валові викиди, т/рік
1	Оксид вуглецю	2,68	10,82
2	Оксиди азоту	0,81	3,272
3	Вуглецю діоксид	633,92	2556,84
4	Оксид діазоту	0,0011	0,0043
5	Метан	0,0107	0,043
6	Недиференційований за складом пил	0,193	0,779
7	Етилен	0,0175	0,07

№ з/п	Назва	Потужність, г/с	Валові викиди, т/рік
8	Ксилол	0,0002	0,00087
9	Спирт етиловий	0,00084	0,0034
10	Фенол	0,00019	0,00076
11	Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	2,694	10,86

*Джерело №5. Дихальний клапан резервуару мінерального порошку №1 (організований викид).  $H=11,015$  м;  $D=0,61$  м. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу відбуватимуться внаслідок розвантаження мінерального порошку в резервуар об'ємом  $80$  м<sup>3</sup>, завантаження відбуватиметься пневмосистемами цементовоза або стаціонарного складу.*

Розрахунок викидів проводиться згідно зі [22] за взорами (5.1, 5.2). Розрахунки масових викидів виконані у програмі MS у таблицю 5.16.

*Таблиця 5.16*

**Дихальний клапан резервуару мінерального порошку №1**

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$G_{річ}$	т/рік	3680	.
$G_{год}$	т/год	24	
$V'$	-	0,4	Висота до 0,5 м
$k_1$	-	0,04	
$k_2$	-	0,03	
$k_3$	-	1,2	швидкість вітру до 5 м/с
$k_4$	-	0,01	Завантажувальний рукав
$k_5$	-	0,9	до 1 %
$k_7$	-	1	1 мм
$T_{роз}$	год/рік	153	
<b>Потужність викиду</b>	<b>г/с</b>	<b>0,02</b>	
<b>Валовий викид</b>	<b>т/рік</b>	<b>0,011</b>	

*Джерело №6. Дихальний клапан резервуару мінерального порошку №2 (організований викид).  $H=15,5$  м;  $D=0,74*0,74$  м. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу відбуватимуться внаслідок розвантаження мінерального*

порошку в резервуар об'ємом 55 м<sup>3</sup>, завантаження відбуватиметься пневмосистемами цементовоза або стаціонарного складу

Розрахунок викидів проводиться згідно зі [22, 25] за взорами (5.1, 5.2).  
Розрахунки масових викидів виконані у програмі MS у таблицю 5.17.

Таблиця 5.17

## Дихальний клапан резервуару мінерального порошку №2

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$G_{річ}$	т/рік	2592	.
$G_{год}$	т/год	24	
$B'$	-	0,4	Висота до 0,5 м
$k_1$	-	0,04	
$k_2$	-	0,03	
$k_3$	-	1,2	швидкість вітру до 5 м/с
$k_4$	-	0,01	Завантажувальний рукав
$k_5$	-	0,9	до 1 %
$k_7$	-	1	1 мм
$T_{роз}$	год/рік	108	
<b>Потужність викиду</b>	<b>г/с</b>	<b>0,02</b>	
<b>Валовий викид</b>	<b>т/рік</b>	<b>0,0077</b>	

*Джерело №7. Труба нагрівача термальної оливи (організований викид)*  
 $H=3$  м,  $D=0,35$  м. Підігрів відбувається за допомогою змійовиків та нагрівача термальної оливи «Impianti Gutherм». Нагрівач термальної оливи обладнаний пальником «Riello RS» потужністю 1163 кВт, максимальна витрата природного газу 116 нм<sup>3</sup>/год. Викиди відбуватимуться під час спалювання природного газу.

Розрахунки масових викидів продуктів спалювання природного газу виконуємо за взорами (5.4-5.14).

Витрата газу в установці 116 нм<sup>3</sup>/год; 83,868 кг/год; 0,0233 кг/с.

Паспортна витрата сухих димових газів дорівнює:

$$v = 13,69 \times 0,0233 = 0,32 \text{ (м}^3\text{/с)}.$$

Річна витрата палива становить 92800 м<sup>3</sup>/рік; 67094,4 кг/рік; 67,094 т/рік.

*Викиди оксидів азоту.* Ступінь зменшення викидів оксидів азоту під час роботи на низькому навантаженні:

$$\eta_H = (Q_{\Phi} / Q_H)^z = (1046/1163)^{1,25} = 0,875,$$

де

$$Q_{\Phi} = 1046 \text{ кВт};$$

$$Q_H = 1163 \text{ кВт}.$$

Тоді валовий викид оксидів азоту дорівнюють:

$$E_{NO_x} = 10^{-6} \times 78,75 \times 67,094 \times 45,75 = 0,241 \text{ (т/рік)};$$

$$M_{NO_x} = 78,75 \times 0,0233 \times 45,75 \times 10^{-3} = 0,08 \text{ (г/с)}.$$

*Викиди вуглецю оксиду.* На основі розрахованого показника емісії (р-ня (5.13) розраховуємо масові викиди CO:

$$E_{CO} = 10^{-6} \times 248,8 \times 67,094 \times 45,75 = 0,764 \text{ (т/рік)};$$

$$M_{CO} = 248,8 \times 0,0233 \times 45,75 \times 10^{-3} = 0,265 \text{ (г/с)}.$$

*Викиди вуглецю діоксиду.* На основі розрахованого показника емісії (р-ня (5.14) розраховуємо масові викиди:

$$E_{CO_2} = 10^{-6} \times 58788 \times 67,094 \times 45,75 = 180,45 \text{ (т/рік)};$$

$$M_{CO_2} = 58788 \times 0,0233 \times 45,75 \times 10^{-3} = 62,66 \text{ (г/с)}.$$

*Валовий викид оксиду діазоту N<sub>2</sub>O.* Приймаємо узагальнений показник емісії  $k_{N_2O} = 0,1$  г/ГДж. Відповідно знаходимо значення валового викиду діазоту оксиду за взором (5.4):

$$E_{N_2O} = 10^{-6} \times 0,1 \times 67,094 \times 45,75 = 0,00031 \text{ (т/рік)};$$

$$M_{N_2O} = 0,1 \times 0,0233 \times 45,75 \times 10^{-3} = 0,0001 \text{ (г/с)}.$$

*Валовий викид метану.* З довідкових даних приймаємо узагальнений показник емісії для метану:  $k_{CH_4} = 1,0$  г/ГДж.

Тоді валовий викид метану знаходимо за формулою (5.4):

$$E_{CH_4} = 10^{-6} \times 1,0 \times 67,094 \times 45,75 = 0,0031 \text{ (т/рік);}$$

$$M_{CH_4} = 1,0 \times 0,0233 \times 45,75 \times 10^{-3} = 0,001 \text{ (г/с).}$$

Загальні викиди забруднюючих речовин по джерелу №7 занесені у таблицю 5.18.

Таблиця 5.18

Валові викиди забруднюючих речовин від нагрівача термальної оливи

№ з/п	Назва	Потужність, г/с	Валові викиди, т/рік
1	Оксид вуглецю	2,65	0,764
2	Оксиди азоту	0,08	0,241
3	Вуглецю діоксид	62,66	180,45
4	Оксид діазоту	0,0001	0,00031
5	Метан	0,001	0,0031

*Джерела викидів № 8-9. Димова труба бітумного котла (організований викид).  $H=3$  м,  $D=0,3$  м. Димова труба для відводу димових газів, які утворюються під час спалювання природного газу при підігріві бітуму (прямий нагрів) обладнана пальником Riello RS34 потужністю 250 кВт. Викиди будуть здійснюватися під час спалювання природного газу.*

Розрахунки масових викидів продуктів спалювання природного газу виконуємо за взорами (5.4-5.14).

Витрата газу 30,7 нм<sup>3</sup>/год; 22,196 кг/год; 0,0062 кг/с.

Паспортна витрата сухих димових газів становитиме:

$$v = 13,69 \times 0,0062 = 0,085 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Річна витрата палива становить 24560 нм<sup>3</sup>/рік; 17757 кг/рік; 17,757 т/рік.

*Викиди оксидів азоту. Ступінь зменшення викидів оксидів азоту під час роботи на низькому навантаженні:*

$$f_H = (Q_{\phi} / Q_H)^z = (230/250)^{1,25} = 0,9,$$

де

$$Q_{\phi} = 230 \text{ кВт};$$

$$Q_H = 250 \text{ кВт}.$$

Тоді валовий викид оксидів азоту дорівнюють:

$$E_{NO_x} = 10^{-6} \times 76,5 \times 17,757 \times 45,75 = 0,062 \text{ (т/рік);}$$

$$M_{NO_x} = 76,5 \times 0,0062 \times 45,75 \times 10^{-3} = 0,021 \text{ Г/с.}$$

*Викиди вуглецю оксиду.* На основі розрахованого показника емісії (р-ня (5.13) розраховуємо масові викиди CO:

$$E_{CO} = 10^{-6} \times 248,8 \times 17,757 \times 45,75 = 0,202 \text{ (т/рік);}$$

$$M_{CO} = 248,8 \times 0,0062 \times 45,75 \times 10^{-3} = 0,07 \text{ (Г/с).}$$

*Викиди вуглецю діоксиду.* На основі розрахованого показника емісії (р-ня (5.14) розраховуємо масові викиди:

$$E_{CO_2} = 10^{-6} \times 58788 \times 17,757 \times 45,75 = 47,758 \text{ (т/рік);}$$

$$M_{CO_2} = 58788 \times 0,0062 \times 45,75 \times 10^{-3} = 16,675 \text{ (Г/с).}$$

*Валовий викид оксиду діазоту N<sub>2</sub>O.* Приймаємо узагальнений показник емісії  $k_{N_2O} = 0,1$  г/ГДж. Відповідно знаходимо значення валового викиду діазоту оксиду за взором (5.4):

$$E_{N_2O} = 10^{-6} \times 0,1 \times 17,757 \times 45,75 = 0,00008 \text{ (т/рік);}$$

$$M_{N_2O} = 0,1 \times 0,0062 \times 45,75 \times 10^{-3} = 0,00003 \text{ (Г/с).}$$

*Валовий викид метану.* З довідкових даних приймаємо узагальнений показник емісії для метану:  $k_{CH_4} = 1,0$  г/ГДж.

Тоді валовий викид метану знаходимо за формулою (5.4):

$$E_{CH_4} = 10^{-6} \times 1,0 \times 17,757 \times 45,75 = 0,0008 \text{ (т/рік);}$$

$$M_{CH_4} = 1,0 \times 0,0062 \times 45,75 \times 10^{-3} = 0,00028 \text{ (Г/с).}$$

Загальні викиди забруднюючих речовин по джерелу №8-9 занесені у таблицю 5.19.

Таблиця 5.19

Валові викиди забруднюючих речовин від бітумного котла

№ з/п	Назва	Потужність, г/с	Валові викиди, т/рік
1	Оксид вуглецю	0,07	0,202
2	Оксиди азоту	0,021	0,062
3	Вуглецю діоксид	16,675	47,758
4	Оксид діазоту	0,00003	0,00008
5	Метан	0,00028	0,0008

*Бітумне обладнання. Джерело № 10-11. Дихальний клапан бітумної цистерни об'ємом 95 м<sup>3</sup> (організований викид). H= 3,5 м; D=0,5\*0,5 м.* Бітум на територію АБЗ доставляють в бітумовозах від заводів-виробників, а потім перекачують в бітумні цистерни для зберігання. Бітумні цистерни призначені для прийому та зберігання бітуму. Бітумна цистерна є циліндричною ємністю горизонтального типу, стіни цистерни ізолювані і покриті листковим металом. Бітумна цистерна оснащена регулятором температури, термостатом, зондами рівня наповнення, великим люком з відкритою кришкою, а також бітумним трубопроводом з підігрівом.

Якісний склад викидів при зберіганні бітуму зазначений у методиці [21]. При використанні бітуму в атмосферу виділяються вуглеводні насичені C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, етилен, спирт етиловий, ксилол, фенол. Визначення кількісного складу викидів виконували за методикою [22]. При зливі бітуму відсутній, оскільки бітум – це остаточний продукт перегонки нафти, можна вважати, що викиди вуглеводнів при зливі бітуму незначні і ними можна знехтувати [23].

Масовий викид (кг/год) при підігріві бітуму визначається за взором:

$$P_c = 2,52 \cdot V_{ж}^p \cdot P_{s(38)} \cdot M_{п} \cdot (K_{5X} + K_{5T}) \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_9 \cdot (1 - n) \cdot 10^{-9}, \quad (5.21)$$

де

$V_{ж}^p$  – об'єм бітуму, що заливаються у ємність протягом року. При середньому значенні густини бітуму 1,05 т/м<sup>3</sup>, об'єм рідини, що наливається в резервуари протягом року становить:  $V_{ж}^p = 3157 \text{ м}^3$ .

$M_{\Pi}$  – молекулярна маса парів нафтопродуктів; для бітуму  $M_{\Pi} = 176$  г/моль;

З урахуванням температури початку і кінця кипіння бітуму  $t_{\Pi} = 225$  °С і  $t_{\text{к.}} = 360$  °С, температури нагріву бітуму  $t_{\text{ж.х}} = t_{\text{ж.т}} = 180$  °С,  $n > 200$ .

Значення тиску насиченої пари  $P_{S(38)}$  для багатоконпонентних рідин приймається в залежності від значень еквівалентної температури початку кипіння рідини ( $t_{\text{екв}}$ , °С), що визначається за взором:

$$t_{\text{екв}} = t_{\text{пк}} + (t_{\text{кк}} - t_{\text{пк}}) / 8,8, \quad (5.22)$$

де

$t_{\text{кк}}$  – температура кінця кипіння рідини,

$t_{\text{пк}}$  – температура початку кипіння рідини.

Тоді,

$$t_{\text{екв}} = 225 + (360-225) / 8,8 = 240,34 \text{ °С}$$

Отже, для бітуму при  $t_{\text{екв}} = 240,34$  °С значення тиску насиченої пари становить:  $P_{S(38)} = 0,15$  гПа.

У цьому разі середня температур газového простору, для резервуарів, що обігриваються приймається рівною температурі рідини в резервуарі. Бітум в резервуарі підігривається до температури 180 °С.

Отже,  $K_{5\text{Х}}=41,36$ ,  $K_{5\text{Т}}=41,36$ .

$K_6$  – коефіцієнт, що залежить від тиску насичених парів і річної оборотності резервуару;

$K_6 = 1,22$  для бітуму (при оборотності 32-35);

$K_7$  – коефіцієнт, що залежить від технічної оснащеності і режиму експлуатації;  $K_7 = 1$ .

$K_9 = 1$  для режиму експлуатації «мірник».

$n$  – коефіцієнт ефективності газовловлюючого обладнання резервуару, частки одиниці.

Масові викиди вуглеводнів при підігріві бітуму дорівнюють:

$$P_c = 2,52 \cdot 3157 \cdot 0,15 \cdot 176 \cdot (41,36 + 41,36) \cdot 1,22 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (1 - 0) \cdot 10^{-9} = 0,021 \text{ (кг/год)} = 0,0059 \text{ (г/с)};$$

$$P_{\text{вал}} = 0,021 \cdot 3840 \cdot 10^{-3} = 0,081 \text{ т/рік.}$$

Розраховані величини викидів включають вуглеводні насичені C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, етилен, спирт етиловий, ксилол, фенол.

Визначення концентрацій складових газової суміші виконували відповідно до [22] за взорами (5.18-5.20).

Парціальні тиски насиченої пари компонентів нафтопродуктів над рідиною приймаємо за таблицею 5.12; концентрація парів нафтопродуктів – за таблицею 5.13. Подальші розрахунки виконані в MS Excel і занесені у таблицю 5.20.

Таблиця 5.20

Викиди забруднюючих речовин при підігріві бітумної суміші в резервуарі 95 м<sup>3</sup>

Назва	Викиди	
	Потужність, г/с	Валові, т/с
Вуглеводні, у т.ч.	0,0058	0,081
Етилен	0,000037352	0,00052164
Ксилол	0,000000464	0,00000648
Спирт етиловий	0,000001798	0,00002511
Фенол	0,000000406	0,00000567
Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,00575998	0,0894411

Джерело № 12. Дихальний клапан бітумної цистерни об'ємом 60 м<sup>3</sup> (організований викид).  $H = 3,5 \text{ м}$ ;  $D = 0,6 * 0,4 \text{ м}$ . Розрахунок виконували за взорами (5.21, 5.22). Для розрахунків приймали значення параметрів:

$$V_{\text{ж}}^p = 1994 \text{ м}^3;$$

$$M_{\text{п}} = 176 \text{ г/моль};$$

$$P_{S(38)} = 0,15 \text{ гПа.}$$

$$K_{5X} = 41,36, K_{5T} = 41,36.$$

$$K_6 = 1,22 \text{ для бітуму (при оборотності 32-35);}$$

$$K_7 = 1;$$

$K_9 = 1$  для режиму експлуатації «мірник»;

$n = 0$ .

Валовий викид вуглеводнів при підігріві бітуму становить:

$$P_c = 2,52 \cdot 1994 \cdot 0,15 \cdot 176 \cdot (41,36 + 41,36) \cdot 1,22 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (1 - 0) \cdot 10^{-9} = 0,013 \text{ (кг/год)} = 0,0037 \text{ (г/с)};$$

$$P_{\text{вал}} = 0,013 \cdot 3840 \cdot 10^{-3} = 0,05 \text{ (т/рік)}.$$

Подальші розрахунки виконані в MS Excel і занесені у таблицю 5.21.

Таблиця 5.21

Викиди забруднюючих речовин при підігріві бітумної сумуші в резервуарі 60 м<sup>3</sup>

Назва	Викиди	
	Потужність, г/с	Валові, т/с
Вуглеводні, у т.ч.	0,0037	0,05
Етилен	0,000024	0,0003
Ксилол	0,0000003	0,000004
Спирт етиловий	0,0000011	0,000015
Фенол	0,00000026	0,0000035
Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,00367	0,04965

Джерело № 13. Дихальний клапан бітумної цистерни об'ємом 50 м<sup>3</sup> (організований викид).  $H = 3,33$  ;  $D = 0,61$  м. Розрахунок виконували за взорами (5.21, 5.22). Для розрахунків приймали значення параметрів:

$$V_{\text{ж}}^p = 1662 \text{ м}^3;$$

$$M_{\text{п}} = 176 \text{ г/моль};$$

$$P_{S(38)} = 0,15 \text{ гПа}.$$

$$K_{5X} = 41,36, K_{5T} = 41,36.$$

$$K_6 = 1,22 \text{ для бітуму (при оборотності 32-35)};$$

$$K_7 = 1;$$

$$K_9 = 1 \text{ для режиму експлуатації «мірник»};$$

$$n = 0.$$

Масові викиди вуглеводнів при підігріві бітуму дорівнюють:

$$P_c = 2,52 \cdot 1662 \cdot 0,15 \cdot 176 \cdot (41,36 + 41,36) \cdot 1,22 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (1 - 0) \cdot 10^{-9} = 0,011 \text{ (кг/год)} = 0,0031 \text{ (г/с)};$$

$$P_{\text{вал}} = 0,011 \cdot 3840 \cdot 10^{-3} = 0,042 \text{ (т/рік)}.$$

Подальші розрахунки виконані в MS Excel і занесені у таблицю 5.22.

Таблиця 5.22

Викиди забруднюючих речовин при підігріві бітумної суміші в резервуарі 50 м<sup>3</sup>

Назва	Викиди	
	Потужність, г/с	Валові, т/с
Вуглеводні, у т.ч.	0,0031	0,042
Етилен	0,000019	0,00027
Ксилол	0,00000025	0,0000034
Спирт етиловий	0,000009	0,000013
Фенол	0,00000022	0,0000029
Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,003078	0,0417

Джерело № 14. Дихальний клапан бітумної цистерни об'ємом 30 м<sup>3</sup> (організований викид).  $H = 5$  м;  $D = 0,7 \cdot 0,7$  м. Розрахунок виконували за взорами (5.21, 5.22). Для розрахунків приймали значення параметрів:

$$V_{\text{ж}}^p = 997 \text{ м}^3;$$

$$M_{\text{п}} = 176 \text{ г/моль};$$

$$P_{S(38)} = 0,15 \text{ гПа.}$$

$$K_{5X} = 41,36, K_{5T} = 41,36.$$

$$K_6 = 1,22 \text{ для бітуму (при оборотності 32-35)};$$

$$K_7 = 1;$$

$$K_9 = 1 \text{ для режиму експлуатації «мірник»};$$

$$n = 0.$$

Масові викиди вуглеводнів при підігріві бітуму дорівнюють:

$$P_c = 2,52 \cdot 997 \cdot 0,15 \cdot 176 \cdot (41,36 + 41,36) \cdot 1,22 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (1 - 0) \cdot 10^{-9} = 0,0066 \text{ (кг/год)} = 0,0019 \text{ (г/с)};$$

$$P_{\text{вал}} = 0,0066 \cdot 3840 \cdot 10^{-3} = 0,025 \text{ (т/рік)}.$$

Подальші розрахунки виконані в MS Excel і занесені у таблицю 5.23.

Таблиця 5.23

Викиди забруднюючих речовин при підігріві бітумної суміші в резервуарі 30 м<sup>3</sup>

Назва	Викиди	
	Потужність, г/с	Валові, т/с
Вуглеводні, у т.ч.	0,0019	0,025
Етилен	0,000012	0,00016
Ксилол	0,00000015	0,000002
Спирт етиловий	0,0000059	0,0000077
Фенол	0,0000001	0,0000017
Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,001887	0,02483

*Вивантаження в автотранспорт. Джерело № 15. Вивантаження асфальтобетонної суміші у вагонетку (неорганізований викид).* Зі змішувача готова асфальтобетонна суміш вивантажується у вагонетку, яка перевозить її у відсіки тимчасового зберігання готової суміші.

Кількість вуглеводнів ( $Q$ ), які відходять від асфальтозмішувача, визначається відповідно до [30] за взором (5.17):

$$Q = 3,6 \cdot 0,217 \cdot 0,3 \cdot 1 = 0,23436 \text{ (кг/год)} = 0,0651 \text{ (г/с)}.$$

Валовий викид вуглеводнів становитиме:

$$Q = 10^{-3} \cdot 0,23436 \cdot 1120 = 0,262 \text{ (т/рік)}.$$

Згідно з [21] процес виготовлення асфальтобетонної суміші супроводжується викидом вуглеводнів насичених C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, етилену, спирту етилового, ксилолу, фенолу. Концентрації складових газової суміші визначені відповідно до [23] за взорами (5.18-5.20) (див. таблиці 5.12, 5.13). Подальші розрахунки масових викидів виконані в MS Excel і занесені до таблиці 5.24.

Таблиця 5.24

Викиди забруднюючих речовин при вивантаженні асфальтобетонної суміші

Назва	Викиди	
	Потужність, г/с	Валові, т/с
Вуглеводні, у т.ч.	0,0651	0,262
Етилен	0,00042	0,00168
Ксилол	0,0000052	0,00002
Спирт етиловий	0,00002	0,00008
Фенол	0,000045	0,00001
Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,0646	0,2602

*Джерело № 16. Вивантаження асфальтобетонної суміші в автотранспорт (неорганізований викид).* Накопичувальні відсіки готової суміші загальною місткістю 37 м<sup>3</sup> призначенні для прямого відвантаження готової суміші в автотранспорт.

Кількість вуглеводнів ( $Q$ ), які відходять від асфальтозмішувача, визначається відповідно до [30] за взором (5.17):

$$Q = 3,6 \cdot 0,217 \cdot 0,3 \cdot 1 = 0,23436 \text{ (кг/Год)} = 0,0651 \text{ (г/с)}.$$

Валовий викид вуглеводнів становитиме:

$$Q = 10^{-3} \cdot 0,23436 \cdot 1120 = 0,262 \text{ (т/рік)}.$$

Згідно з [21] процес виготовлення асфальтобетонної суміші супроводжується викидом вуглеводнів насичених C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, етилену, спирту етилового, ксилолу, фенолу. Концентрації складових газової суміші визначені відповідно до [22] за взорами (5.18-5.20) (див. таблиці 5.12, 5.13). Подальші розрахунки масових викидів виконані в MS Excel і занесені до таблиці 5.25.

*Джерело № 17. Вивантаження негабариту (неорганізований викид).* В змішувальному агрегаті під час сортування кам'яних матеріалів відсіюються шматки розміром більше 40 мм, у відсік об'ємом 3,45 м<sup>3</sup>.

Таблиця 5.25

Викиди забруднюючих речовин при вивантаження асфальтобетонної суміші

Назва	Викиди	
	Потужність, г/с	Валові, т/с
Вуглеводні, у т.ч.	0,0651	0,262
Етилен	0,00042	0,00168
Ксилол	0,0000052	0,00002
Спирт етиловий	0,00002	0,00008
Фенол	0,000045	0,00001
Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,0646	0,2602

Розрахунок викидів *пилу* виконано згідно з [21] за взорами (5.1, 5.2). Масові викиди розраховували у програмі MS Excel, результати занесені у таблицю 5.26.

Таблиця 5.26

Викиди від вивантаження негабариту

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$G_{річ}$	т/рік	1792	
$G_{год}$	т/год	24	
$V'$	-	1	
$k_1$	-	0,04	
$k_2$	-	0,03	
$k_3$	-	1,2	швидкість вітру до 5 м/с
$k_4$	-	0,5	Відкритий з 3 сторін
$k_5$	-	0,9	до 1 %
$k_7$	-	0,4	100-50 мм
$T_{роз}$	год/рік	75	
<b>Потужність викиду</b>	<b>г/с</b>	<b>1,728</b>	
<b>Валовий викид</b>	<b>т/рік</b>	<b>466</b>	

*Джерело № 18. Вивантаження вловленого пилу (неорганізований викид).*

Викид відбувається в результаті вивантаження вловленого пилу з метою подальшої передачі у вигляді відходів.

Розрахунок викидів *пилу* виконано згідно з [21] за взорами (5.1, 5.2). Масові викиди розраховували у програмі MS Excel, результати занесені у таблицю 5.27.

Таблиця 5.27

## Викиди від вивантаження вловленого пилу

Параметр	Одиниця вим.	Значення	Примітки
$G_{річ}$	т/рік	4,858	
$G_{год}$	т/год	3,5	
$V'$	-	0,4	
$k_1$	-	0,04	
$k_2$	-	0,03	
$k_3$	-	1,2	швидкість вітру до 5 м/с
$k_4$	-	0,01	
$k_5$	-	0,9	до 1 %
$k_7$	-	1	1 мм
$T_{роз}$	год/рік	1,38	
<b>Потужність викиду</b>	<b>г/с</b>	<b>0,005</b>	
<b>Валовий викид</b>	<b>т/рік</b>	<b>0,000025</b>	

**Виробництво бітумної емульсії.** Джерело №19. Установка для виготовлення бітумної емульсії «GIEB 120/2 AA» (неорганізований викид). Процес виробництва бітумних емульсій полягає в приготуванні водної фази, підготовці бітуму та наступному їх диспергуванні в колоїдному млині. У процесі виробництва бітумної емульсії очікуються викиди *вуглеводнів насичених C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, гасу, соляної кислоти та емульгатора діетаноламіна.*

Річне виробництво бітумної емульсії – 11 520 т/рік, 72 т/добу, 12 т/год:

Бітум – 6660 т (57,81 %);

Емульгатор – 67,6 т (0,59 %);

Вода – 4669,7 т (40,535 %);

Соляна кислота – 14,2 т (0,123 %);

Кальцій Хлор – 0,5 т (0,0043%);

Керосин – 108 т (0,938 %);

Час роботи обладнання – 960 год/рік.

Кількісний склад викидів забруднюючих речовин виконували за методикою [22]:

$$M = 6,4 \cdot 10^{-4} \cdot F \cdot L^{-1/4} \cdot D_i^{1/2} \cdot (P_{ж} - P_o)^{5/4} \cdot M_i^{5/4} \cdot \left(1 - \frac{M_{н.сп.}}{M_i}\right)^{1/4} \cdot \frac{k_2}{k_1}, \text{ г/год} \quad (5.23)$$

$$M = 3,0 \cdot 10^{-4} \cdot F \cdot D_i^{1/3} \cdot (P_{ж} - P_o)^{4/3} \cdot M_i^{4/3} \cdot \left(1 - \frac{M_{н.сп.}}{M_i}\right)^{1/3} \cdot \frac{k_2}{k_1}, \text{ г/год}$$

де

$F$  – площа випаровування, м<sup>2</sup>;

$$F = \pi \cdot D^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,12^2 / 4 = 0,00785 \text{ м}^2;$$

$L$  – визначальний розмір поверхні, м. Якщо поверхня неправильної форми, то:

$$L = \sqrt{F} = \sqrt{0,00785} = 0,0886 \text{ м.}$$

$D_i$  – коефіцієнт дифузії пари компонентів рідини, м<sup>2</sup>/год:

$$D_i = D_0 \cdot P_o / P \cdot (T / T_0)^2, \text{ м}^2 / \text{год}, \quad (5.24)$$

де

$D_0$  – коефіцієнт дифузії пари компонентів при  $t = 0^\circ\text{C}$  та  $P = 101308 \text{ Па}$ , м<sup>2</sup>/год., визначається за формулою:

$$D_0 = (0,8 / \sqrt{M}) \cdot 0,36, \text{ м}^2 / \text{год} \quad (5.25)$$

$P_{ж}$  – парціальний тиск пари над поверхнею рідини, Па, визначається за формулою:

$$P_{ж} = n_i \cdot P^H \quad (5.26)$$

$n_i$  – мольні частки речовини у складі розчину, визначається за формулою:

$$n_i = \frac{\frac{a_i}{M_i}}{\sum \frac{a_i}{M_i}} \quad (5.27)$$

де

$a_i$  – вміст речовини в суміші;

$M_i$  – молекулярна маса, г/моль.

Відповідно розраховані мольні частки компонентів бітумної емульсії дорівнюють:

$$n_{\text{бітум}} = 0,126377955;$$

$$n_{\text{гас}} = 0,003404693;$$

$$n_{\text{соляна кислота}} = 0,002339323;$$

$$n_{\text{вода}} = 0,865718966;$$

$$n_{\text{діетаноламін}} = 0,002159062.$$

Парціальний тиск насиченої пари (Па) речовин визначали за взором (5.20), результати розрахунків занесені у таблицю 5.28.

Таблиця 5.28

## Парціальний тиск насиченої пари нафтопродукту над рідиною

Назва	константи Антуана			t, °C	Тиск P <sub>i</sub>	
	A	B	C		мм.рт.ст.	Па
Бітум (57,81%)	5	1255	199	140	2,16059	288,07875
Гас (0,938%)	6	1223,9	203	140	32,87379	4383,1724
Соляна кислота 20% (0,123)	-	-	-	140	8,5	1133,3333
Вода (40,535%)	7,9608	1678	230	140	233,0594	31074,5897
Емульгатор (діетаноламін) (0,59%)	7	2300	273	70	1,96997	262,6633

Відповідно розрахунок кількісного складу викидів наведено у таблицях 5.29, 5.30.

Таблиця 5.29

Назва	Молекуляр- на маса пари, M <sub>i</sub> , г/моль	Частка у складі розчину, n <sub>i</sub>	Парціальний тиск пари над поверхнею рідини, P <sub>ж</sub> , Па	Коефіцієнт дифузії, D <sub>0</sub> , м <sup>2</sup> /год	Коефіцієнт дифузії пари компонентів, D <sub>i</sub> , м <sup>2</sup> /год	Кількість викидів речовин, M, г/год
Бітум	176	0,126377955	36,40680351	0,021709	0,034268959	0,0739
Гас	106	0,003404693	14,92335766	0,027973	0,044157059	0,01233
Соляна кислота 20%	20,23	0,002339323	2,651233093	0,064031	0,101076775	0,00011
Вода	18,015	0,865718966	26901,86167	0,067854	0,10711161	23,731
Емульгатор (діетанола- мін)	105,14	0,002159062	0,567106256	0,028087	0,044337015	0,0002

Таблиця 5.30

Викиди забруднюючих речовин від установки приготування бітумної  
емульсії

Назва	Викиди	
	Потужність, г/с	Валові, т/с
Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	2,05278*10 <sup>-5</sup>	0,000071
Гас	0,000003425	1,18368*10 <sup>-5</sup>
Соляна кислота 20%	3,05556*10 <sup>-8</sup>	1,056*10 <sup>-7</sup>
Емульгатор (діетаноламін)	5,55556*10 <sup>-8</sup>	1,92*10 <sup>-7</sup>

*Джерело №20. Дихальний клапан баку зберігання гасу (організований викид).*

Визначення кількісного складу викидів виконували за методикою [21] за взором (5.21).

Об'єм ємність для гасу - 10 м<sup>3</sup>. При густині гасу 0,82 т/м<sup>3</sup>, об'єм рідини становить:  $V_{\text{ж}}^{\text{р}} = 108/0,82 = 134,71 \text{ м}^3/\text{рік}$ .

$P_{\text{S}(38)}$  – тиск насиченої пари нафтопродуктів при температурі 38 °С; для гасу  $P_{\text{S}(38)} = 26 \text{ гПа}$ .

$M_{\text{П}} = 106 \text{ г/моль}$ ;

$n$  – коефіцієнт ефективності приладу для газоуловлення, яким обладнаний резервуар;  $n = 0$  (прилад для газоуловлення відсутній).

$K_{5\text{X}}$ ,  $K_{5\text{T}}$  – коефіцієнти, що залежать від тиску насичених парів  $P_{\text{S}(38)}$  і температури газового середовища, відповідно у холодний та теплий періоди року.

Температуру газового простору за 6 найбільш холодних місяців визначаємо за взором:

$$t_{\text{ГХ}}^{\text{р}} = K_{1\text{X}} + K_{2\text{X}} \times t_{\text{аХ}} + K_{3\text{X}} \times t_{\text{ЖХ}}^{\text{р}}; \quad (5.28)$$

Назва	$t_{\text{аХ}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{\text{ЖХ}}^{\text{р}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$K_{1\text{X}}$	$K_{2\text{X}}$	$K_{3\text{X}}$	$t_{\text{ГХ}}^{\text{р}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$P_{\text{S}(38)}$	$K_{5\text{X}}$
Гас	-1,2	-1,2	0,3	0,37	0,62	-0,89	26	0,093

Температуру газового простору за 6 найбільш теплих місяців визначаємо за взором:

$$t_{гТ}^p = K_4(K_{1Т} + K_{2Т} \times t_{ат} + K_{3х} \times t_{жТ}^p); \quad (5.29)$$

Назва	$t_{ат}, ^\circ\text{C}$	$t_{жТ}^p, ^\circ\text{C}$	$K_{1Т}$	$K_{2Т}$	$K_{3Т}$	$K_4$	$t_{жТ}^p$	$P_{S(38)}$	$K_{5Т}$
Гас	21,3	21,3	6,12	0,41	0,51	1	25,716	26	0,48

$K_6$  – коефіцієнт, що залежить від тиску насичених парів і річної оборотності резервуару;  $K_6 = 1,25$  (при оборотності 13,5);

$K_7$  – коефіцієнт, що залежить від технічної оснащеності і режиму експлуатації;  $K_7 = 1,0$ ;

$K_8$  – коефіцієнт, що залежить від тиску насичених парів і кліматичної зони,  $K_8 = 0,5$ .

Валовий викид при зберіганні гасу визначаємо за формулою (5.21):

$$M_{раз.} = 2,52 \cdot 134,71 \cdot 26 \cdot 106 \cdot (0,093 + 0,48) \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot (1 - 0) \cdot (10^{-6}/3600) = \\ = 0,000186 \text{ (г/с);}$$

$$M_{вал.} = 0,000186 \cdot 3600 \cdot 3840 \cdot 10^{-6} = 0,00257 \text{ (т/рік).}$$

Викиди парів гасу при заповненні (наливі) резервуару:

$$M_{раз.} = 2,52 \cdot 3,0 \cdot 26 \cdot 106 \cdot (0,093 + 0,48) \cdot 0,5 \cdot (1 - 0) \cdot (10^{-6}/3600) = \\ = 1,65 \times 10^{-6} \text{ (г/с);}$$

$$M_{вал.} = 1,65 \times 10^{-6} \cdot 3600 \cdot 45 \cdot 10^{-6} = 2,67 \cdot 10^{-7} \text{ (т/рік).}$$

Так, як викид не відбувається одночасно приймаємо максимальний секундний викид та сумарний валовий:

$$M_p = 0,000185 \text{ г/с;}$$

$$M_{вал.} = 0,00257 \text{ т/рік.}$$

*Джерело №21. Дихальний клапан баку зберігання термальної оливи (мінерального масла). Термальна олива використовується як теплоносії для обігріву ємностей з бітумом та бітумною емульсією. Зберігається в бочці*

2,5 м<sup>3</sup>. Викиди здійснюватимуться під час зберігання та наливу термальної оливи.

Визначення кількісного складу викидів виконували за методикою [21] за взором (5.21).

Об'єм нафтопродуктів, що заливають у резервуар протягом року:  $V_{\text{ж}}^{\text{р}} = 2,5 \text{ м}^3/\text{рік}$ .

$P_{S(38)}$  – тиск насиченої пари нафтопродуктів при температурі 38 °С для масла  $P_{S(38)} = 0,06 \text{ Гпа}$ ;

$M_{\text{П}} = 320 \text{ г/моль}$ ;

$n$  – коефіцієнт ефективності приладу для газоуловлення, яким обладнаний резервуар;  $n = 0$  (прилад для газоуловлення відсутній);

обладнаний резервуар;  $n = 0$  (прилад для газоуловлення відсутній).

$K_{5x}$ ,  $K_{5T}$  – коефіцієнти, що залежать від тиску насичених парів  $P_{s(38)}$  і температури газового середовища, відповідно у холодний та теплий періоди року.

Температуру газового простору за 6 найбільш холодних місяців визначаємо за взором (5.28):

Назва	$t_{ax}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{жх}}^{\text{р}}, ^\circ\text{C}$	$K_{1x}$	$K_{2x}$	$K_{3x}$	$t_{\text{гх}}^{\text{р}}, ^\circ\text{C}$	$P_{S(38)}$	$K_{5x}$
Гас	-1,2	-1,2	0,3	0,37	0,62	-0,89	0,06	-

Температуру газового простору за 6 найбільш теплих місяців визначаємо за взором (5.29):

Назва	$t_{at}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{жт}}^{\text{р}}, ^\circ\text{C}$	$K_{1T}$	$K_{2T}$	$K_{3T}$	$K_4$	$t_{\text{жт}}^{\text{р}}$	$P_{S(38)}$	$K_{5T}$
Гас	21,3	21,3	6,12	0,41	0,51	1	25,716	0,06	0,295

$K_6$  – коефіцієнт, що залежить від тиску насичених парів і річної оборотності резервуару;  $K_6 = 1,26$ ;

$K_7$  – коефіцієнт, що залежить від технічної оснащеності і режиму експлуатації;  $K_7 = 1,0$ ;

$K_8$  – коефіцієнт, що залежить від тиску насичених парів і кліматичної зони,  $K_8 = 0,5$ .

Валовий викид при зберіганні оливи в резервуарі визначаємо за формулою (5.21):

$$M_{\text{раз.}} = 2,52 \cdot 2,5 \cdot 0,06 \cdot 320 \cdot 0,295 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot (1 - 0) \cdot (10^{-6}/3600) = 1,23 \cdot 10^{-8} \text{ (Г/с);}$$

$$M_{\text{вал.}} = 0,000186 \cdot 3600 \cdot 3840 \cdot 10^{-6} = 1,71 \cdot 10^{-7} \text{ (Т/рік).}$$

Викиди парів масла мінерального при заповненні (наливі) резервуару:

$$M_{\text{раз.}} = 2,52 \cdot 1,0 \cdot 0,06 \cdot 320 \cdot 0,295 \cdot 0,5 \cdot (1-0) \cdot (10^{-6}/3600) = 1,98 \cdot 10^{-9} \text{ (Г/с);}$$

$$M_{\text{вал.}} = 1,98 \cdot 10^{-9} \cdot 3600 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6} = 1,78 \cdot 10^{-11} \text{ (Т/рік).}$$

Так, як викид не відбувається одночасно приймаємо максимальний секундний викид та сумарний валовий:

$$M_{\text{р.}} = 1,23 \cdot 10^{-8} \text{ (Г/с);}$$

$$M_{\text{вал.}} = 1,71 \cdot 10^{-7} \text{ (Т/рік).}$$

*Джерело №22. Дихальний клапан ємності для зберігання бітумної емульсії V-39 м<sup>3</sup> (організований викид) H=7,66 м, D=0,54 м.*

Річне виробництво бітумної емульсії – 11 520 т/рік, 72 т/добу, 12 т/год:

Бітум – 6660 т (57,81 %);

Емульгатор – 67,6 т (0,59 %);

Вода – 4669,7 т (40,535 %);

Соляна кислота – 14,2 т (0,123 %);

Кальцій Хлор – 0,5 т (0,0043%);

Паливо для реактивних двигунів (гас) – 108 т (0,938 %);

Час зберігання готової емульсії виробничий цикл – 3840 год/рік.

Готова емульсія буде зберігатися в ємності об'ємом 39 м<sup>3</sup>, звідки вивантажуватиметься герметично насосами в автогудронатори чи бітумовози.

Кількісний склад викидів забруднюючих речовин виконували за методикою [21] за взорами (5.23-5.27):

Парціальний тиск насиченої пари (Па) речовин визначений за взором (5.20) (див. таблицю 5.28).

Відповідно розрахунок кількісного складу викидів виконано у програмі MS Excel, результати наведено у таблицях 5.31, 5.32.

Таблиця 5.31

Назва	Молекулярна маса пари, $M_i$ , г/моль	Частка у складі розчину, $n_i$	Парціальний тиск пари над поверхнею рідини, $P_{ж}$ , Па	Коефіцієнт дифузії, $D_0$ , м <sup>2</sup> /год	Коефіцієнт дифузії пари компонентів, $D_i$ , м <sup>2</sup> /год	Кількість викидів речовин, $M$ , г/год
Бітум	176	0,126377955	36,40680351	0,021709	0,034268959	0,0739
Гас	106	0,003404693	14,92335766	0,027973	0,044157059	0,01233
Соляна кислота 20%	20,23	0,002339323	2,651233093	0,064031	0,101076775	0,00011
Вода	18,015	0,865718966	26901,86167	0,067854	0,107111161	23,731
Емульгатор (діетаноламін)	105,14	0,002159062	0,567106256	0,028087	0,044337015	0,0002

Таблиця 5.32

Викиди забруднюючих речовин від установки приготування бітумної емульсії

Назва	Викиди	
	Потужність, г/с	Валові, т/с
Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	2,05278*10 <sup>-5</sup>	0,000071
Гас	0,000003425	1,18368*10 <sup>-5</sup>
Соляна кислота 20%	3,05556*10 <sup>-8</sup>	1,056*10 <sup>-7</sup>
Емульгатор (діетаноламін)	5,55556*10 <sup>-8</sup>	1,92*10 <sup>-7</sup>

**Допоміжне виробництво.** Джерело №23. Ремонтна майстерня (неорганізований викид).

Під час поточного ремонту обладнання проводяться електрозварювальні роботи з використанням електродів марок АНО-3 та АНО-4 та газове різання пропанбутановою сумішшю.

Також передбачаються металообробні роботи за допомогою заточного верстата з діаметром круга Ø 300 мм.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин при зварюванні електродами здійснюється відповідно до [23] за взором:

$$Q_i = \frac{B \times \Pi_i}{10^6}, \quad (5.30)$$

де

$Q_i$  – валовий викид  $i$ -ї забруднюючої речовини під час зварювання електродами, т;

$B$  – маса використаних електродів, кг/рік;

$\Pi_i$  – питомі викиди  $i$ -ї забруднюючої речовини в атмосферу в залежності від марки електродів, г/кг.

1) Розрахунок викидів забруднюючих речовин при зварюванні електродами марки АНО-3.

Початкові дані:

Марка електродів – АНО-3. Витрата  $B = 50$  кг/рік. Вага одного електроду – 50 г. 1 електрод спалюється за 50 с.

При використанні електродів марки АНО-3 в атмосферу виділяються заліза оксид та марганцю діоксид.

$$\Pi_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 5,05 \text{ г/кг}; \quad \Pi_{\text{MnO}_2} = 0,35 \text{ г/кг};$$

Тоді викиди заліза оксиду становлять:

$$Q_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 50 \cdot 5,05 / 10^6 = 0,00025 \text{ (т/рік)};$$

$$M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 50 \cdot 5,05 / 1000 \cdot 50 = 0,0051 \text{ (г/с)}.$$

Викиди марганцю діоксиду:

$$Q_{\text{MnO}_2} = 50 \cdot 0,35 / 10^6 = 0,0000175 \text{ (т/рік)};$$

$$M_{\text{MnO}_2} = 50 \cdot 0,35 / 1000 \cdot 50 = 0,00035 \text{ (г/с)}.$$

2) Розрахунок викидів забруднюючих речовин при зварюванні електродами марки АНО-4.

Початкові дані:

Марка електродів – АНО-4. Витрата  $B = 50$  кг/рік. Вага одного електроду – 100 г. 1 електрод спалюється за 150 с.

При використанні електродів марки АНО-4 в атмосферу виділяються заліза оксид та марганцю діоксид.

$$P_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 5,41 \text{ г/кг}; P_{\text{MnO}_2} = 0,59 \text{ г/кг}.$$

Викиди заліза оксиду становитимуть:

$$Q_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 50 \cdot 5,41 / 10^6 = 0,00027 \text{ (т/рік)};$$

$$M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 100 \cdot 5,41 / 1000 \cdot 150 = 0,0036 \text{ (г/с)}.$$

Викиди марганцю діоксиду:

$$Q_{\text{MnO}_2} = 50 \cdot 0,59 / 10^6 = 0,00003 \text{ (т/рік)};$$

$$M_{\text{MnO}_2} = 100 \cdot 0,59 / 1000 \cdot 150 = 0,0004 \text{ (г/с)}.$$

2) Розрахунок викидів забруднюючих речовин при газовому різанні пропанбутановою сумішшю.

При газовому різанні викиди забруднюючих речовин становлять:

	Питомий викид на 1 погонний м різання			
Матеріал	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Сталь	4,37	0,13	2,20	2,18

За рік розрізається 200 погонних метрів сталі. Час роботи – 150 год/рік.

Викиди Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> складають:

$$Q = 4,37 \times 200 \times 10^{-6} = 0,00087 \text{ (т/рік)};$$

$$M = 0,00087 \times \frac{1000}{3,6 \times 150} = 0,0016 \text{ (г/с)}.$$

Викиди MnO<sub>2</sub> складають:

$$Q = 0,13 \times 200 \times 10^{-6} = 0,000026 \text{ (т/рік)};$$

$$M = 0,000026 \times \frac{1000}{3,6 \times 150} = 0,000048 \text{ (г/с)}.$$

Викиди NO<sub>2</sub> складають:

$$Q = 2,20 \times 200 \times 10^{-6} = 0,00044 \text{ (т/рік)};$$

$$M = 0,00044 \times \frac{1000}{3,6 \times 150} = 0,00081 \text{ (г/с)}.$$

Викиди CO складають:

$$Q = 2,18 \times 200 \times 10^{-6} = 0,00044 \text{ (т/рік)};$$

$$M = 0,00044 \times \frac{1000}{3,6 \times 150} = 0,0008 \text{ (г/с)}.$$

Викиди забруднюючих речовин від *заточного верстату* визначаємо за взором:

$$M = 3600 \cdot k \cdot t \cdot 10^{-6} \text{ (т/рік)} \quad (5.31)$$

де

$k$  – питоме виділення пилю металевого, г/с;

$t$  – час роботи обладнання, год/рік,

Час роботи – 50 год/рік. Питомий викид пилю металевого  $k = 0,020$  г/с, викид пилю абразивного  $k = 0,013$  г/с, отже викид пилю абразивно-металевого складе:

$$k = 0,02 + 0,013 = 0,033 \text{ (г/с)};$$

$$M = 3600 \cdot 0,033 \cdot 50 \cdot 10^{-6} = 0,006 \text{ (т/рік)}.$$

Загальний викиди забруднюючих речовин від джерела №23 занесені у таблицю 5.33.

Таблиця 5.33

Масові викиди забруднюючих речовин від ремонтних робіт

Забруднююча речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксид вуглецю	0,00008	0,00044
Оксиди азоту	0,000081	0,00044
Залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо)	0,0051	0,0014
Манган та його сполуки (у перерахунку на манган)	0,00035	0,000017
Суспендовані тверді частинки	0,033	0,006

*Джерело №24. Спалювання палива ДВЗ автотранспорту (неорганізований викид).* Викиди забруднюючих речовин в атмосферу

відбуватимуться внаслідок роботи двигунів внутрішнього згорання автотранспорту, що маневруватимуть по території виробничого майданчика.

Розрахунок викиду шкідливих речовин виконаний відповідно до методики [22].

Валовий викид шкідливих речовин від автотранспорту розраховуємо за взором:

$$M = k_1 \cdot G, \text{ т/рік}, \quad (5.32)$$

де

$k_1$  – коефіцієнт емісії шкідливих речовин при спалюванні палива, тон/на тонну палива;

$G$  – витрата палива автотранспортом, тон/рік.

Секундний викид забруднюючих речовин від автотранспорту розраховуємо за взором:

$$M_{\text{сек}} = M_{\text{рік}} / T / 3600, \text{ г/с} \quad (5.33)$$

де

$T$  – час роботи обладнання, год.

Масові викиди забруднюючих речовин виконані в програмі MS Excel, результати розрахунків занесені у таблиці 5.34.

Таблиця 5.34

Забруднююча речовин	Питомі викиди при згоранні дизпалива, т/т	Питомі викиди при згоранні бензину, т/т	Витрата бензину, т/рік (г/с)	Витрата дизпалива, т/рік (г/с)	Потужність викиду, г/с	Валовий викид, т/рік
Оксид вуглецю	0,1	0,6	1,0 ( $2 \times 10^{-7}$ )	2,0 ( $7 \times 10^{-7}$ )	0,07	0,8
Діоксид азоту	0,04	0,04			0,021	0,16
Діоксид сірки	0,02	0,002			0,028	0,12
Вуглеводні	0,03	0,1			0,0108	0,03158
Сажа	0,0155	0,00058			0,014	0,042
Бенз(а)пірен	0,00000032	0,00000023			$2,24 \times 10^{-7}$	$8,7 \times 10^{-7}$

Результати розрахунків масових викидів забруднюючих речовин від усіх технологічних ланок АБЗ занесені у таблицю 5.35. Як бачимо, головними забруднювачами атмосфери є головна ланка технологічного процесу – асфальтозмішувальна установка ДС-168637, від неї в атмосферу викидається

88,6 % усіх валових викидів забруднюючих речовин підприємства. 99 % цього обсягу викидів становить частка викидів діоксиду вуглецю – головного продукту спалювання вуглецевого палива (природного газу) у пальниках установки для сушіння матеріалів для змішування.

Враховуючи, що асфальтобетонна суміш є багатокомпонентною, складається з матеріалів різної природи, то у викидах змішувальної установки простежується найширша номенклатура забруднюючих речовин: це продукти спалювання органічного палива, пил від змішування мінеральних матеріалів, випари органічних речовин (нафтових вуглеводнів) від додавання в'язучих (бітуму).

Решта джерел АБЗ викидають набагато менше. Проте нагрівач термальної оливи та бітумні котли, як теплогенеруюче обладнання, дають суттєвий внесок (6,2 %, 1,6 %, 1,6% відповідно) у загальний обсяг викидів забруднюючих речовин підприємством і, головню, через викиди вуглекислого газу. Вагомий внесок 1,3 % у загальні викиди дає агрегат живлення через викиди пилу при підготовці і транспортуванні мінеральних складових асфальтобетонної суміші. Викиди решти технологічних ланок є незначними.

З огляду на викладене вище, головною забруднюючою речовиною, що викидається виробництвом є діоксид вуглецю, його частка у загальних викидах – 97,2 %. Також простежуються значні викиди пилу недиференційованого за складом - 1,9%, оксиду вуглецю – 0,4%, вуглеводнів насичених C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub> – 0,4%. Треба зазначити, що викиди пилу могли б бути на порядок більшими, якби не високоефективна очистка 99,9 % пилогазового потоку у рукавному фільтрі асфальтозмішувальної установки ДС-168637. Викиди решти речовин є порівняно незначними.



## Продовження таблиці 5.35

Речовини	Технологічні ланки												Разом
	Бітумна цистерна 50 м <sup>3</sup>	Бітумна цистерна 30 м <sup>3</sup>	Вивантаження АБС у вагонетку	Вивантаження АБС в автотранспорт	Вивантаження негабариту	Вивантаження вловленого пилу	Установка для виготовлення бітумної емульсії	Бак зберігання гасу	Бак зберігання термальної оливи	Ємність бітумної емульсії 39 м <sup>3</sup>	Ремонтна майстерня	Автотранспорт	
Залізо та його сполуки											0,0014		<b>0,0014</b>
Марганець і його сполуки											1,7E-5		<b>1,7E-5</b>
Недиференційований за складом пил					0,466	0,000025					0,006	0,03158	<b>54,293</b>
Азоту діоксид											0,00044	0,12	<b>3,75744</b>
Оксид діазоту													<b>0,00477</b>
Ангідрид сірчистий												0,042	<b>0,042</b>
Вуглецю оксид											0,00044	0,8	<b>12,788</b>
Вуглецю діоксид													<b>2832,833</b>
Діетаноламін							1,92E-7			7,67E-7			<b>9,59E-7</b>
Етилен	0,00027	0,00016	0,00168	0,00168									<b>0,07513</b>
Спирт етиловий	1,3E-5	7,7E-6	8E-5	8E-5									<b>0,00365</b>
Гас							1,184E-5	0,00257		4,7E-5			<b>0,00263</b>
Масло мінеральне нафтове									1,71E-7				<b>1,71E-7</b>
Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,0417	0,02483	0,2602	0,2602			7,1E-5			0,00028		0,16	<b>11,818</b>
Ксилол	3,4E-6	2E-6	2E-5	2E-5									<b>0,00093</b>
Фенол	2,9E-6	1,7E-6	1E-5	1E-5									<b>0,000799</b>
Метан													<b>0,0477</b>
Бенз(а)пірен												8,72E-7	<b>8,7E-7</b>
Водень хлористий							1,056E-7			4,2E-7			<b>5,256E-7</b>

### 5.3. Оцінка величини та масштабів впливу заводу на атмосферу

Для визначення величини та масштабів впливу асфальтобетонного заводу на атмосферу на базі розрахованих масових викидів забруднюючих речовин виконали розрахунок їхніх приземних концентрацій за нормативною методикою [27]. Для цього використали «Автоматизовану систему розрахунку розсіювання шкідливих речовин ЕОЛ-2000h+», що дозволяє змодельовати розсіювання викидів забруднюючих речовин від джерел підприємства в атмосферному повітрі.

Перевірку необхідності розрахунку приземних концентрацій шкідливих речовин за їхнім внеском у загальний рівень впливу об'єкту в забруднення атмосферного повітря виконали на підставі відповідного критерію [27]. Результати розрахунків наведені у таблиці 5.36.

Таблиця 5.36

#### Доцільність розрахунку розсіювання

№ з/п	Забруднююча речовина	Доцільність проведення розрахунків розсіювання /так чи ні/ М/ГДК > Ф
1	Залізо та його сполуки	ні
2	Марганець і його сполуки	ні
3	Недиференційований за складом пил	так
4	Азоту діоксид	так
5	Оксид діазоту	ні
6	Ангідрид сірчистий	ні
7	Вуглецю оксид	так
8	Вуглецю діоксид	ні
9	Діетаноламін	ні
10	Етилен	ні
11	Спирт етиловий	ні
12	Гас	ні
13	Масло мінеральне нафтове	ні
14	Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	так
15	Ксилол	ні
16	Фенол	ні
17	Метан	ні
18	Бенз(а)пірен	ні
19	Водень хлористий	ні

Як бачимо, розрахунок розсіювання доцільно проводити для недиференційованого за складом пилу, азоту діоксиду, вуглецю оксиду та вуглеводнів насичених  $C_{12}-C_{19}$ . Відсутність необхідності розрахунку для решти речовин обумовлена їхнім мінімальним внеском у загальний рівень впливу об'єкту досліджень на забруднення атмосферного повітря.

Результати розрахунку розсіювання забруднюючих речовин на ЕОМ наведені на картах розсіювання їхніх викидів (рис. 5.1-5.4) та зведені у таблиці 5.37.

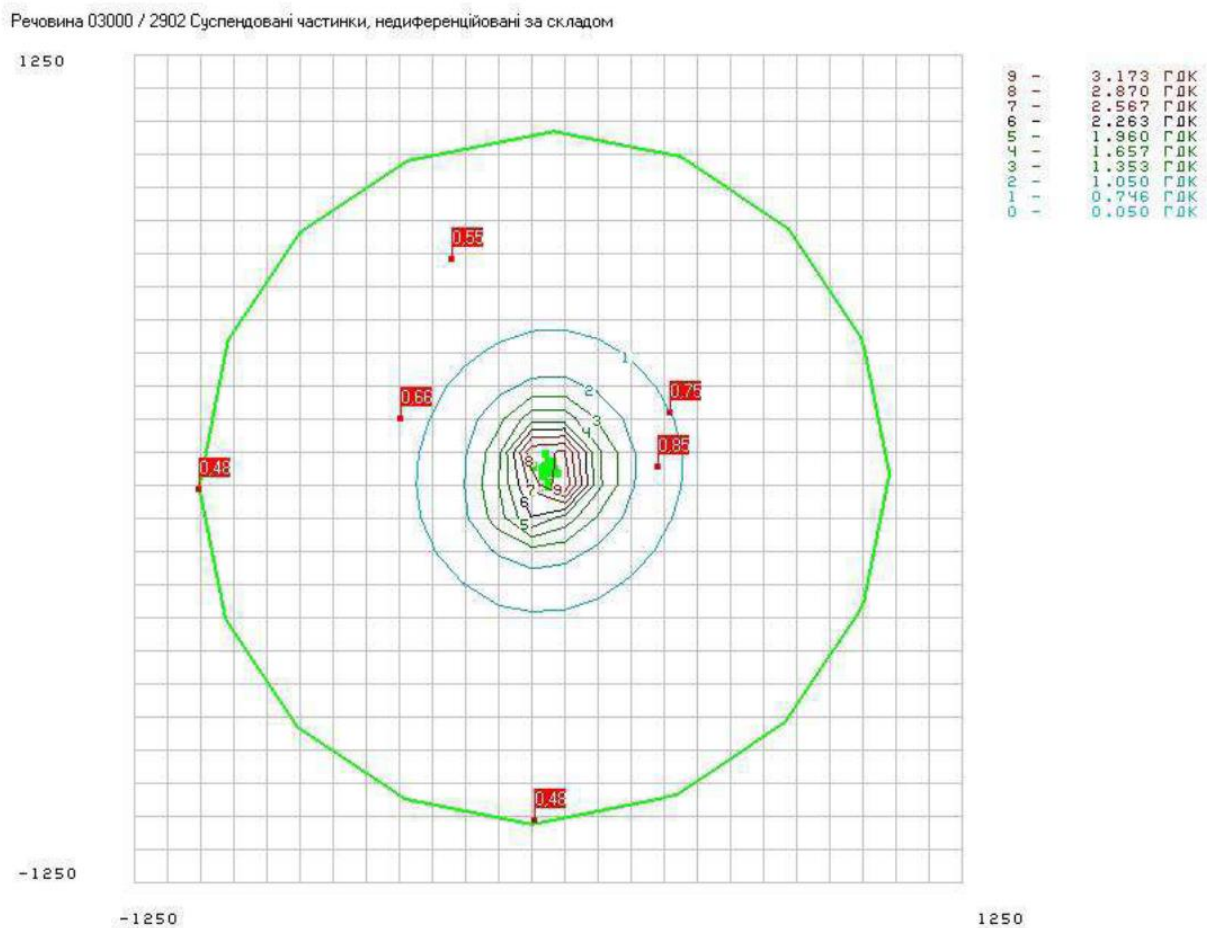


Рис. 5.1. Карта розсіювання викидів пилу

Результати моделювання розсіювання викидів пилу показують, що у робочій зоні виробничого майданчика простежуються високі концентрації пилу понад 3 ГДК (рис. 5.1). На відстані 350 м викиди пилу розсіюються до

рівня 0,75 ГДК. На межі нормативної СЗЗ отримані приземні концентрації на рівні 0,48 ГДК.

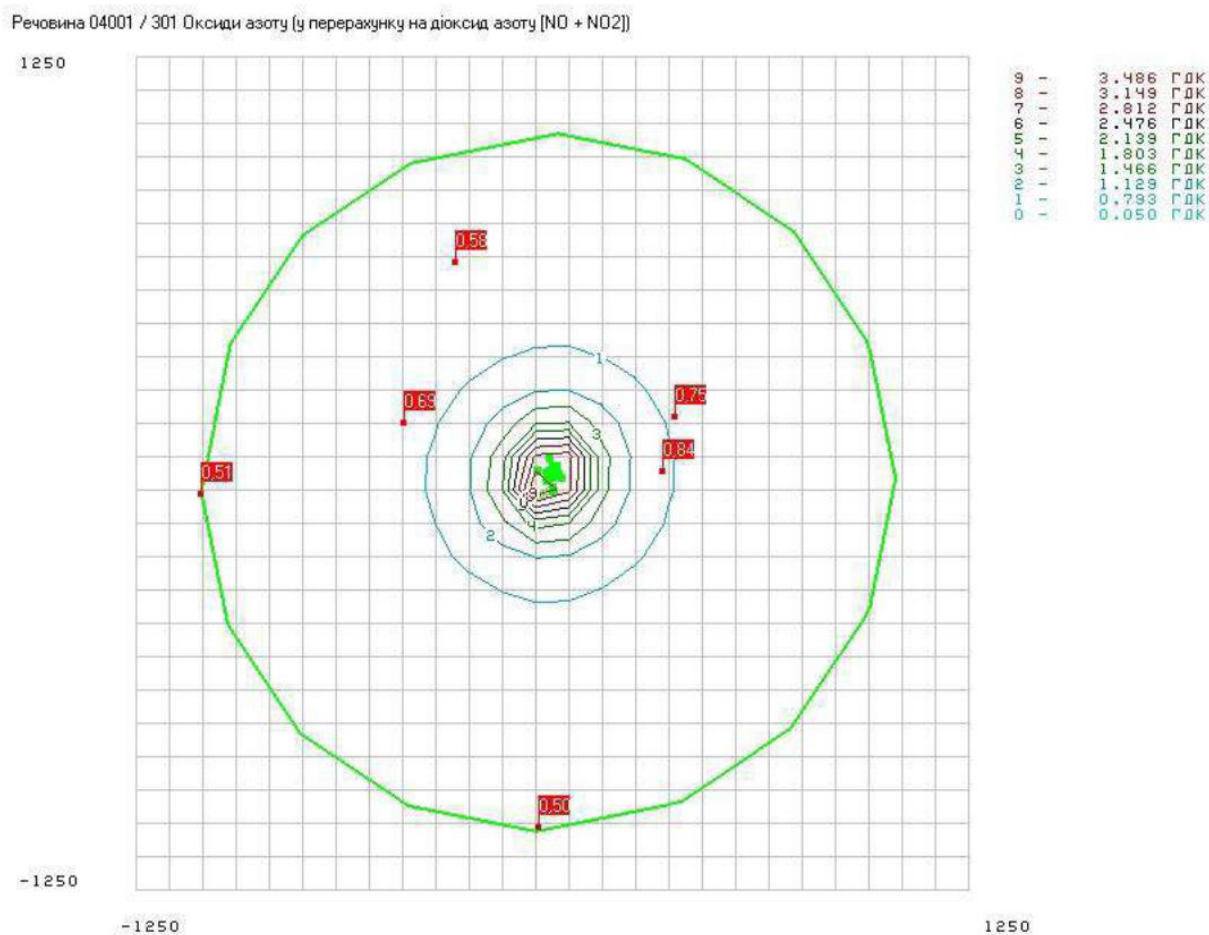


Рис. 5.2. Карта розсіювання викидів діоксиду азоту

Результати розрахунків розсіювання викидів оксидів азоту демонструють високі приземні концентрації в робочій зоні на рівні майже 3,5 ГДК (рис. 5.2). На відстані 350 м від джерел викидів приземні концентарції діоксиду азоту знижуються нижче за 0,8 ГДК, а на межі нормативної СЗЗ становлять 0,51 ГДК.

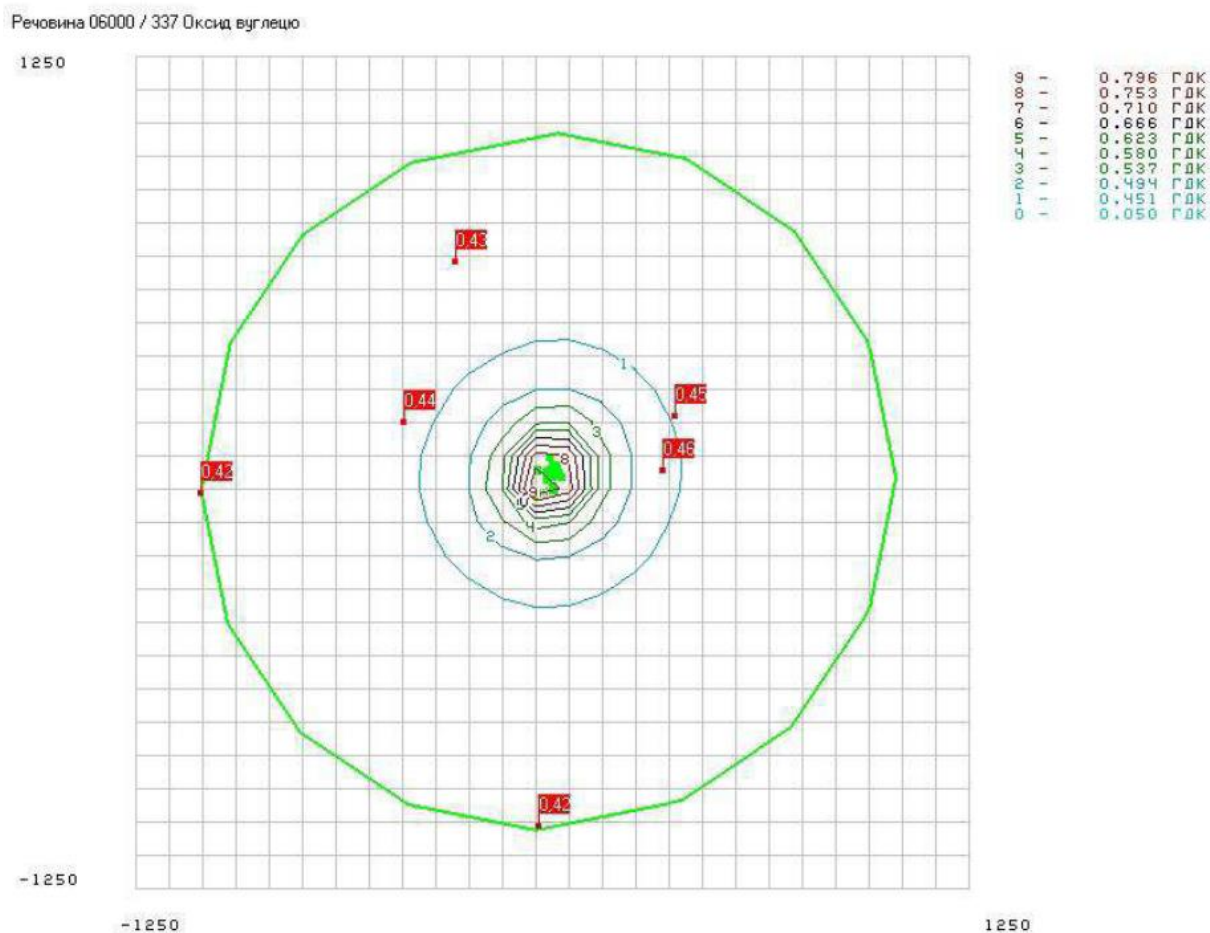
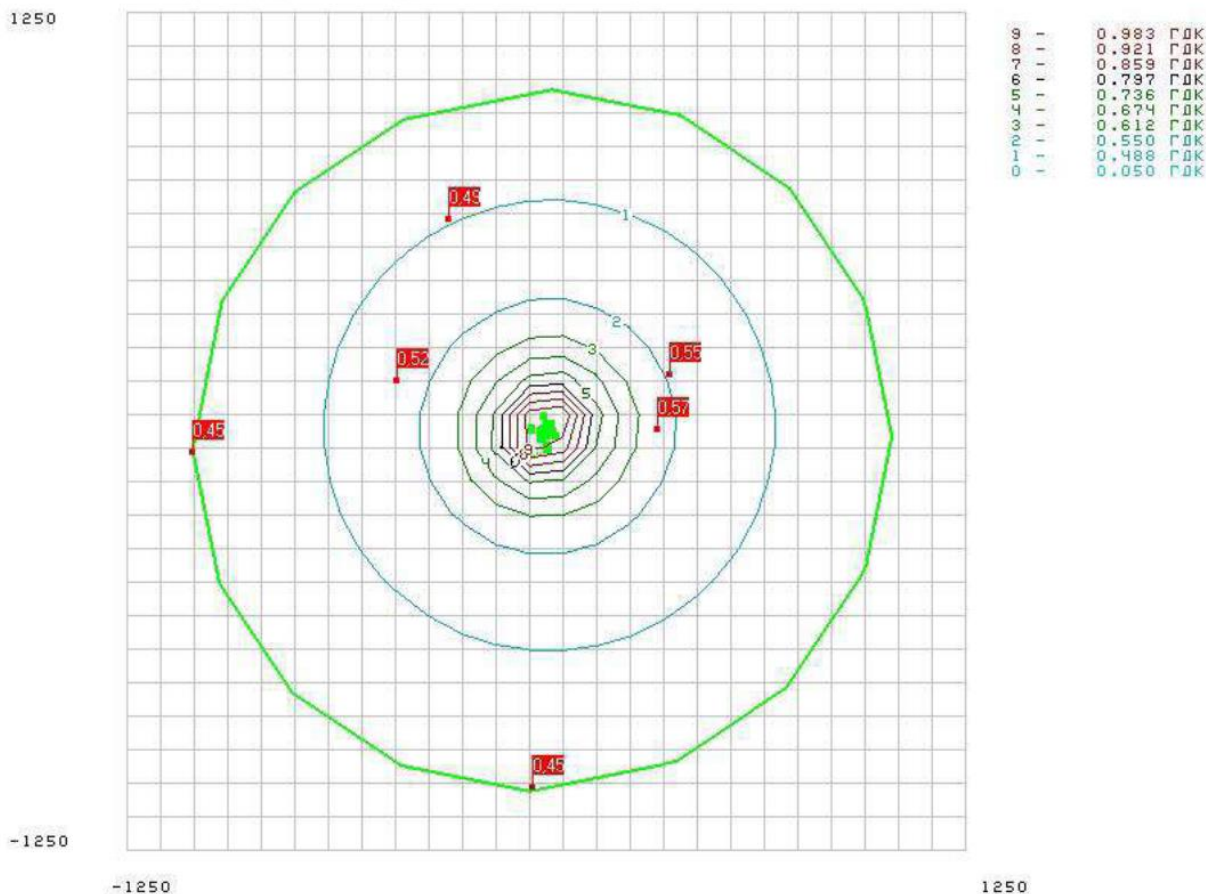


Рис. 5.3. Карта розсіювання викидів оксиду азоту

Як бачимо з результатів моделювання розсіювання викидів оксиду вуглецю (рис. 5.3), приземний вміст CO на усій території досліджень, включно з виробничим майданчиком, не перевищує граничнодопустимого значення. На відстані 350 м зафіксоване значення 0,45 ГДК, а на межі СЗЗ – 0,42 ГДК.

Прогнозні приземні концентрації вуглеводнів граничних також не перевищують граничнодопустимої на всій території досліджень. Хоча, у робочій зоні їхній вміст максимально наближається до порогового – 0,98 ГДК; на відстані 350 м становить 0,49 ГДКН, а межі СЗЗ - 0,49 ГДК.

Речовина 11000 / 2754 Вуглеводні граничні C12-C19(розчинник РПК-265 П та інш.)

Рис. 5.4. Карта розсіювання викидів вуглеводнів граничних C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>

У зв'язку з тим, що у нормативну СЗЗ зону (див. Розділ 1) входить житлова забудова додатково провели розрахунки очікуваних приземних концентрацій забруднюючих речовин у контрольних точках на межі найближчої житлової забудови та нормативної СЗЗ. Результати розрахунків наведені у таблиці 5.37.

Як бачимо, у жодній з контрольних точок досліджень приземні концентрації забруднюючих речовин не перевищують граничнодопустимих рівнів. Найвищі приземні концентрації пилу на рівні 0,85 ГДК та діоксиду азоту на рівні 0,84 ГДК простежуються на межі ДНЗ «Мукачівський центр професійно-технічної освіти» на відстані 320 м від джерел викидів.

Таблиця 5.37

## Приземні концентрації у контрольних точках, частки ГДК

Точка		Пил недиферен- ційований за складом	Азоту діоксид	Вуглецю оксид	Вуглеводні насичені C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	Територія
Т <sub>1</sub>		0,55	0,58	0,49	0,49	Житлова забудова
Пн	653 м					
м.Мукачево, вул.Крилова, 38						
Т <sub>2</sub>		0,75	0,75	0,45	0,55	Державний навчальний заклад
ПнСх	380 м					
м. Мукачево вул. Івана Франка- бічна, 18						
Т <sub>3</sub>		0,85	0,84	0,46	0,57	Державний навчальний заклад
Сх	320 м					
м. Мукачево вул. Івана Франка- бічна, 18						
Т <sub>4</sub>		0,48	0,50	0,42	0,45	Землі с/г призначення
Пд	1000 м					
Т <sub>5</sub>		0,48	0,51	0,42	0,45	Землі с/г призначення
Зх	1000 м					
Т <sub>6</sub>		0,66	0,69	0,44	0,52	Землі для індивідуаль- ного садівництва
ПнЗх	439 м					
Мукачівський район, Кольчинська селищна рада, урочище "Кольчино"						

Отримані результати моделювання розсіювання викидів забруднюючих речовин підприємства разом з результатами розрахунку шумового навантаження (див. Розділ 4) на прилеглий до АБЗ території можуть слугувати підґрунтям для розробки маршрутного поста моніторингу якості атмосферного повітря та шуму.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проаналізовано процес виробництва асфальтобетонних сумішей на ТОВ «Партнер-Авто-Пром» з метою виявлення впливів підприємства на довкілля. Розраховано кількість відходів при експлуатації асфальтобетонного заводу; оцінено вплив виробництва на водні ресурси; розраховано рівень шумового навантаження від виробництва на прилеглу територію; визначено масові викиди забруднюючих речовин в атмосферу по технологічних стадіях; оцінено рівень та масштаб впливу заводу на атмосферне повітря.

Головні висновки полягають в тому, що:

- для усіх утворених на виробництві видів відходів передбачений спосіб раціонального управління;
- підприємство не має прямого впливу на поверхневі водойми; використання підземних вод у межах ліміту спеціального водокористування не виснажуватиме водних ресурсів;
- виробництво асфальтобетонних сумішей не створює надмірного шумового навантаження на межі найближчої житлової забудови та нормативної СЗЗ;
- асфальтозмішувальна установка ДС-168637 є основним джерелом забруднення атмосферного повітря, з якого викидається основна забруднююча речовина – діоксид вуглецю;
- викиди усіх забруднюючих речовин повністю розсіюються на відстані у тричі меншій за розмір нормативної СЗЗ.

## Список використаних джерел

1. EMEP/CORINAIR Atmospheric emission inventory guidebook – Second edition, 1999 [електронний ресурс]- Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emepcorinair>
2. Georg Tchobanoglous, Hilary Theisen, Samuel Vigil Integrated Solid Waste Management. – Irwin/McGraw-Hill Inc., 1993. – 978 p.
3. Генеральний план території під будівництво асфальтобетонного заводу за адресою: урочище «Няроші», 7А в селищі Кольчино Мукачівського району Закарпатської області / Автодорпроект, 2025 – 7 с.
4. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. / Київ: Міністерство палива та енергетики України. 2002. – 49 с.
5. Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць: затв. т.в.о. головного державного лікаря України С.В. Протас від 03.03.2015 р. / К: Міністерство охорони здоров'я України, 2015 р. - 19 с.
6. ДБН В.1.1-31:2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму / Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. - 46 с
7. ДБН В.2.5-20:2018 Газопостачання / Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 115 с.
8. ДБН В.2.5-64:2013. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I: Проектування, Частина II: Будівництво. / Київ: Мінрегіон України, 2013. – 223 с.
9. ДБН В.2.5-74: 2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. / Київ: Мінрегіон України, 2013. – 180 с.

10. Довідка величин фонових концентрацій забруднюючих речовин від 14.10.2025 р № 03-07/568 виданої Управлінням екології та природних ресурсів Закарпатської обласної державної адміністрації.
11. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною / Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 2010. [електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
12. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку і інфразвуку. / Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1999 р. -53 с.
13. ДСП -173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. [Чинний від 1996-06-19]. /К: Міністерство охорони здоров'я України, 1996 - 48 с.
14. ДСП-201-97 Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) / Київ: Міністерство охорони здоров'я України Наказ від 09.07.1997р. № 201. [електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0201282-97#Text>
15. ДСТУ 3013-95 Гідросфера. Правила контролю за відведенням дощових і снігових стічних вод з територій міст і промислових підприємств / Київ: Держстандарт України, 1995 – 17 с.
16. ДСТУ 4462.3.01:2006 Охорона природи. Поводження з відходами. Порядок здійснення операцій / Київ: Держспоживстандарт України, 2008 – 30 с.
17. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія національний стандарт України / Київ: Мінрегіонбуд України, 2011 - 127 с.
18. ДСТУ-Н Б В.1.1-35 Настанова з розрахунку рівнів шуму в приміщеннях і на територіях / Київ: Мінрегіонбуд України, 2014 - 46 с.

19. Екологічний паспорт Закарпатської області за 2023 рік [електронний ресурс] - Режим доступу: <https://ecozakarp.at.gov.ua/wp-content/uploads/2024/09/Екопаспорт-за-2023.pdf>
20. Експлуатаційні норми середнього ресурсу акумуляторних свинцевих стартерних батарей колісних транспортних засобів і спеціальних машин, виконаних на колісних шасі / Міністерство транспорту та зв'язку України Наказ N 489 від 20.05.2006 [електронний ресурс]- Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0695-06#Text>
21. Збірник методик з розрахунку викидів в атмосферу забруднюючих речовин різними виробництвами. / Л.: Гідрометео видав, 1986 р. – 206 с.
22. Збірник методик з розрахунку вмісту забруднюючих речовин у викидах від неорганізованих джерел забруднення атмосфери. / Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 1990 р. – 189 с.
23. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том I. / Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 2004. – 184 с.
24. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том II. / Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 2004. – 134 с.
25. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том III. / Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 2004. – 111 с.
26. Звіт про інженерно-геологічні вишукування під будівництво асфальтобетонного заводу за адресою: урочище «Няроші», 7А в селищі Кольчино Мукачівського району Закарпатської області / Берегове, 2025. – 24 с.
27. ЗНД-86. Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств. / М.: Держкомгідромет, 1987. - 76 с.

- 28.Коротка кліматична характеристика району розташування с.Кольчино / Ужгород: Закарпатський ЦГМ 02.09.2025 №998 01-1125/998-04 – 2 с.
- 29.Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів: Наказ № 452 від 13 листопада 2008 р. / Київ: Державний комітет статистики України, 2008. - 28 с.
- 30.Н В.1.1-218-03449261-355:2008. Технологічні нормативи допустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел в атмосферне повітря при виробництві асфальтобетонних сумішей / Київ: Українське державне виробничо-технологічне підприємство «Укрдортехнологія», 2008 р. – 78 с.
- 31.Паспорт експлуатаційної свердловини для водопостачання бітумбази Мукачівського ШЕД-864 в м.Мукачево. / Ужгород: УКРДПРОДОР, Закарпатський ВКП, 2000. – 17 с.
- 32.Про оцінку впливу на довкілля: Закон України. / Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 29, ст.315 [електронний ресурс]- Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>
- 33.Про управління відходами. Закон України / Відомості Верховної Ради (ВВР), 2023, № 17, ст.75 [електронний ресурс]- Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>
34. Радовенчик В.М. Тверді відходи: збір, переробка, складування: навчальний посібник / В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля. – К.: Кондор, 2010. – 552 с.
- 35.Установка асфальтозмішувальна пересувна з бункером готової суміші під змішувачем. Паспорт ДС-168637 00.00.000 ПС / Кременчук: ПАТ «Кременчуцький завод дорожніх машин», 2012 р. – 42 с.
- 36.Установка з приготування бітумної емульсії Модель GIEB 120/2 AA. Керівництво з експлуатації та обслуговування / Milano: IMPIANTI GUTHERM, 2011 - 25 с.