

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут екологічної економіки і менеджменту
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

УДК 502.11

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему

**ОЦІНКА ВПЛИВУ ТЗОВ „ШЛЯХБУДСЕРВІС-Д” НА
АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ**

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕК-41
напряму підготовки (спеціальності)

101 Екологія

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Цап І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Панківський Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент доц.Марутяк С.Б.

(прізвище та ініціали)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.01

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення екологічної економіки і менеджменту
Кафедра, циклова комісія екології
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність 101 Екологія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова циклової
комісії проф. Копій Л.І.

“ 16 ” 06 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Цапу Ігорю Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Оцінка впливу ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д” на атмосферне повітря

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

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

затвержені наказом вищого навчального закладу від «22» травня 2024 р. № С-350

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 14.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Технологічний регламент ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д”, Збірник показників емісії (питомих викидів) , Затверджені нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел

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

Вступ; 1. Виробнича діяльність ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д”; 2. Методи розрахунку викидів забруднюючих речовин від виробничих процесів в атмосферне повітря; 3. Оцінка впливу ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д” на атмосферне повітря; Висновки

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

Карта розміщення ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д”, карта-схема розміщення джерел викидів ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д”

6. Дата видачі завдання 12.02.2024**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Характеристика виробничої діяльності ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д”;	26.02.24- 04.03.24	<i>виготовлено</i>
2	Методика розрахунку масових викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря	04.03.24- 01.04.24	<i>виготовлено</i>
3	Оцінка впливу ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д” на атмосферне повітря;	01.04.24- 29.04.24	<i>виготовлено</i>
4	Висновки	29.04.24- 06.05.24	<i>виготовлено</i>
5	Оформлення пояснювальної записки	06.05.24- 14.06.24	<i>виготовлено</i>

Студент


(підпис)Цап І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)Панківський Ю.І.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 502.11. Цап І.В. Оцінка впливу ТзОВ «Шляхбудсервіс-Д» на атмосферне повітря: кваліфікаційна робота бакалавра: 101 Екологія/ Ігор Васильович Цап; наук. кер.: Юрій Іванович Панківський; НЛТУ України. – Львів, 2024. – 53 с.

У дипломній роботі зроблено аналіз асфальтобетонного виробництва на ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д” на предмет виявлення джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Розраховано масові викиди забруднюючих речовин у атмосферу по виявлених джерелах – ланках технологічного процесу.

Ключові слова: асфальтозмішувальна установка, стаціонарні джерела викидів, валові викиди, суспендовані частинки, недиференційовані за складом

SUMMARY

UDK 502.11. Tsap Ihor Impact assessment of the Shlakhbudservice-D LLC on ambient air: Bachelor Diploma Thesis: 101 Ecology/ Ihor Tsap; scientific supervisor: Yuriy Pankivskiy; UNFU. – Lviv, 2024. – 53 p.

In current diploma work the asphalt concrete production at Shlyakhbudservice-D LLC has been analyzed with the purpose of identifying the sources of emissions of pollutants into the atmospheric air. The mass emission rates of polluting substances into the atmosphere were calculated by the identified sources of pollution, which are stages of the technological process.

Key words: asphalt mixing plant, mass emission rates, stationary sources of emissions, suspended particles, undifferentiated by composition

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ВИРОБНИЧА ДІЯЛЬНІСТЬ ТЗОВ „ШЛЯХБУДСЕРВІС-Д”...	9
1.1. Розміщення виробничого майданчика.....	9
1.2. Технологія асфальтобетонного виробництва.....	11
1.3. Технологічні ланки - джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.....	15
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ВИДКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ.....	21
2.1. Розрахунок викидів забруднюючих речовин при змішуванні інертних матеріалів у сушильному барабані	21
2.2. Розрахунок викидів забруднюючих речовин при виготовленні асфальту.....	21
2.3. Розрахунок викидів забруднюючих речовин при спалюванні природного газу.....	22
2.4. Розрахунок викидів забруднюючих речовин при зберіганні та нагріванні бітуму.....	25
2.5. Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря при зберіганні та пересипанні інертних матеріалів.....	25
2.6. Розрахунок викидів забруднюючих речовин при подрібненні каменю.....	27
2.7. Розрахунок викидів шкідливих речовин від заточування інструменту.....	27
2.8. Розрахунок викидів шкідливих речовин від електрозварювальних робіт.....	28
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ВПЛИВУ ТЗОВ „ШЛЯХБУДСЕРВІС-Д” НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ.....	29
3.1. Вплив основних виробничих ланок.....	29

3.1.1. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від асфальтозмішувальної установки.....	29
3.1.2. Викиди бітумоплавильних котлів.....	33
3.1.3. Викиди з резервуарів бітумоплавильних котлів.....	37
3.1.4. Викиди з приймального бункера.....	38
3.1.5. Викиди дробильно-сортувальної установки.....	38
3.1.6. Викиди розчино-бетонного вузла.....	39
3.2. Вплив допоміжних виробничих ланок.....	39
3.2.1. Викиди складів зберігання інертних матеріалів.....	39
3.2.2. Викиди ремонтно-механічної майстерні.....	42
3.3. Уміст забруднюючих речовин у викидних газах ланок виробництва.....	43
ВИСНОВКИ.....	50
Список використаних джерел.....	51

ВСТУП

У сучасному високорозвиненому техногенному суспільстві будь-яка антропогенна, господарська, діяльність бумерангом повертається людині, несучи як добрі, так і погані наслідки. Ми платимо за цивілізаційні блага погіршенням середовища свого існування через бездумне споживання як самих благ цивілізації, так і природних ресурсів для їх створення.

Діяльність об'єктів господарювання пов'язана зі споживанням ресурсів: енергетичних, сировинних, та й готових продуктів чи матеріалів, на виробництво яких також затрачені численні ресурси. А наслідки господарської діяльності – це утворення відходів різного агрегатного стану: твердих, що займають великі площі земель для складування; рідких, скиди яких забруднюють гідросферу; газоподібних, викиди яких розсіюються в атмосфері, спричиняючи локальні забруднення й глобальні негативні наслідки.

Промислові підприємства будівельної галузі вносять у ці процеси свій вагомий внесок. Їхнє значення зростатиме, особливо у повоєнний час, оскільки країна потребуватиме великої кількості матеріалів для відбудови, міст, доріг. А виробництва будівельної промисловості, а саме, виробництво асфальтобетону зараховане до 1-го класу екологічної небезпеки.

З огляду на це, роботи, присвячені оцінці впливу об'єктів будівельної галузі промисловості на атмосферне повітря є *актуальними*.

Мета роботи: оцінити вплив ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д” на атмосферне повітря.

Досягнення мети забезпечувалось виконанням таких *завдань*:

- ознайомитись зі структурою і роботою підприємства;
- проаналізувати асфальтобетонне виробництво для виявлення джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря;
- розрахувати масові викиди забруднюючих речовин в атмосферу по виявлених джерелах – ланках технологічного процесу.

Результати, отримані у роботі, можуть використовуватися при веденні господарської діяльності на ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д”, при розробці природоохоронних заходів на підприємстві та асфальтобетонних заводах України.

РОЗДІЛ 1

ВИРОБНИЧА ДІЯЛЬНІСТЬ ТЗОВ „ШЛЯХБУДСЕРВІС-Д”

1.1. Розміщення виробничого майданчика

Товариство з обмеженою відповідальністю (ТзОВ) „Шляхбудсервіс-Д” розміщене у східній частині міста Жидачева за адресою: Львівська область, Стрийський район, м. Жидачів, вул. Залізнична 5. Підприємство належить до будівельної галузі промисловості і спеціалізується на будівництві доріг, аеродромів та улаштуванні поверхонь спортивних споруд; на виробництві виробів з бетону для будівельних потреб; на виготовленні каркасних конструкцій і покрівель [32].

ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д” виготовляє дрібнозернистий асфальтобетон, бетонні вироби (бордюри), товарний бетон і розчин.

Рельєф промислового майданчика асфальтобетонного заводу рівний, на ньому розміщені автомобільні дороги з твердим покриттям.

Поруч з територією підприємства розташовані:

- з Півночі – ТОВ «Інтер-ПАК Україна»;
- зі Сходу – промислова забудова;
- з Півдня – житлова та промислова забудова по вул. Залізничній;
- з Заходу – ТзОВ «Захід Крафт Ресурс» та ВАТ „Жидачівське заводоуправління цегельних заводів”.

Відповідно до вимог державних санітарних правил [7] нормативна санітарно-захисна зона (СЗЗ) для виробництв будівельної промисловості (клас І), а саме, для виробництва асфальтобетону, повинна дорівнювати 1000 м. Нормативна СЗЗ не витримана, відстань від крайнього джерела викидів підприємства до найближчої житлової забудови становить 66 м (рис.1.1).



Рис. 1.1. Карта розміщення ТзОВ «Шляхбудсервіс-Д» відносно житлової забудови м. Жидачева

1.2. Технологія асфальтобетонного виробництва

Протягом 2023 року підприємство виробило 500 т асфальтобетону, 100 шт. бетонних бордюрів, 100 м³ товарного бетону і 30 м³ товарного розчину.

Основними компонентами асфальтобетонної суміші є відсів щебеню, щебінь фракції 10-20 мм і нафтобітум, кількість яких підбирають при її виготовленні у відповідній пропорції у залежності від рецептури асфальтобетону. Так, для приготування 1 тони дрібнозернистого асфальтобетону використовують [6]:

- нафтобітум – 0,067 т;
- щебінь – 0,136 т;
- відсів щебеню – 0,410 т.

Нафтобітум на підприємство доставляють в автоцистернах з Кременчуцького нафтопереробного заводу. Щебінь і відсів щебеню постачають з Вінницької області залізничним транспортом на залізничну станцію Жидачів, а звідти - автотранспортом на підприємство.

Для приготування товарного бетону і бетону для виготовлення бордюрів використовують щебінь, гравій, пісок і цемент, для приготування товарного розчину - пісок і цемент.

У загальному, для виготовлення товарної продукції і для проведення поточних ремонтних робіт на підприємстві в 2023 році використані такі матеріали, сировина і паливо [6] :

- природний газ – 5500 м³;
- нафтобітум – 40 т;
- відсів щебеню – 350 м³;
- щебінь фр. 10-20 мм – 100 м³;
- щебінь фр. 20-40 мм – 80 м³;
- цемент – 30 т;
- гравій – 220 м³;

- пісок – 45 м³;
- абразивний круг Ø 200 – 1 шт;
- електроди АНО-4 – 30 кг.

Коротка характеристика технології виготовлення асфальтобетону [32]. Основним компонентом виготовлення асфальтобетонної суміші є нафтобітум. Нафтобітум, який надходить на підприємство, придатний для прямого використання у технологічному процесі. Його обезводнення проводити немає необхідності, реакторні установки для цього непотрібні [2].

Нафтобітум привозять на підприємство в автоцистернах і зливають безпосередньо у бітумоплавильні котли.

Бітумоплавильні котли, у кількості 3 шт., ємністю 15 м³ кожний, знаходяться біля асфальтозмішувальної установки ДС-117-2Е (рис. 1.2). Нагрівання нафтобітуму до 160° С здійснюється теплоносієм (технічною олією), який рециркулює по ємностях. Нагрівання олії відбувається при спалюванні природного газу в топках, розміщених біля кожного бітумоплавильного котла [18].

Нагрітий нафтобітум перекачують насосом по трубі у систему циркуляції, звідки він надходить у дозатор асфальтозмішувача. З дозатора бітум шляхом впорскування під тиском у вигляді аерозолі надходить на виготовлення асфальтобетонної суміші.

Інертні мінеральні матеріали (наповнювачі асфальтобетону – відсів щебеню і щебінь) зберігають у відкритому складі. Зі складу відсів щебеню і щебінь завантажують ковшовим автотранспортом у приймальний бункер.

З приймального бункера стрічковим транспортером інертні матеріали подають у сушильний барабан для сушіння. Для сушіння мінеральних матеріалів використовують теплову енергію від спалювання природного газу.

Сушильний барабан обладнаний пальником, в який надходить природний газ та повітря, яке нагнітає вентилятор. У процесі сушіння забезпечується рівномірне підігрівання з одночасним перемішуванням інертних матеріалів до температури 160-185° С.



Рис. 1.2. Асфальтозмішувальна установка ДС-117-2Е

Просушені мінеральні матеріали "гарячим" елеватором подають у дозатор асфальтозмішувача, звідки у певній кількості надходять у змішувач.

У змішувачі сухі сипучі матеріали перемішують, до них під тиском впорскують нафтобітум у вигляді аерозолі з дозатора. Утворену суміш ретельно перемішують протягом 30 хвилин.

Готову асфальтобетонну суміш вивантажують на автомашину – самоскид.

Відпрацьовані димові гази після спалювання палива в сушильному барабані, від перемішування в сушильному барабані, від переміщення й пересипання автотранспортом в змішувач інертних матеріалів та гази з пилом від змішування в асфальтозмішувачі надходять на пилогазоочисну установку (ПГУ).

ПГУ асфальтозмішувача – це батарея з 4-х циклонів СЦН – 40. У циклонах вловлюється пил у вигляді твердих суспендованих частинок, який повертають назад у виробництво [32].

Коротка характеристика виготовлення товарного бетону і розчину.
Для приготування товарного бетону в залежності від його використання у бетонну суміш дають щебінь або гравій.

Гравій для таких цілей попередньо подрібнюють на дробильно-сортувальній установці СМД-186 продуктивністю 10 м³/год [32].

Бетон готують в 2-х бетономішалках, розміщених на бетонорозчинному вузлі (рис. 1.3.). Там ще й готують товарний розчин.



Рис. 1.3. Розчино-бетонний вузол

Для виготовлення бетону й розчину використовують цемент у мішках.

У ківш лебідки завантажують відповідно по черзі щебінь, гравій, пісок, цемент. Піднімають ківш за допомогою лебідки наверх і висипають у бетономішалку.

У бетономішалці відповідні компоненти змішують, додають воду і знову перемішують.

Виготовлений бетон чи розчин вивантажують на автотранспорт.

Гравій, щебінь, пісок зберігають на відкритих складах.

Характеристика допоміжного технічного обладнання. Для проведення поточних ремонтних робіт на підприємстві облаштована ремонтно-технічна майстерня. У майстерні розміщені заточувальний верстат і електрозварювальний апарат.

1.3. Технологічні ланки - джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря

На проммайданчику ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д” розташовано шістнадцять стаціонарних джерел викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря [15, 17] (рис.1.4), з яких:

сім організованих:

- пилогазоочисна установка асфальтозмішувача ДС-117-2Е,
- котли бітумоплавильні (жарова труба),
- котли бітумоплавильні (оглядовий люк),

і дев'ять неорганізованих джерел:

- приймальний бункер,
- склад інертних матеріалів,
- дробильно-сортувальна установка СМД-186,
- склад гравію,
- склад щебеню,
- склад піску,
- розчино-бетонний вузол,
- заточувальний верстат,
- електрозварювальний пост.

Від технологічного процесу виготовлення асфальтобетону на ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д” в атмосферне повітря виділяються такі забруднюючі речовини: залізо та його сполуки, манган та його сполуки, азоту діоксид, оксид

вуглецю, ксилол, толуол, фенол, формальдегід, вуглеводні граничні C_{12} - C_{19} , речовини у вигляді твердих суспендованих частинок і парникові гази (діоксид вуглецю, оксид діазоту, метан).

Розміщення джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря подано на карті-схемі (рис.1.4).

Забруднюючі речовини виділяються в атмосферне повітря:

- під час спалювання природного газу в сушильному барабані і топках бітумоплавильних котлів;
- при нагрівання нафтобітуму в бітумоплавильних котлах;
- при змішуванні нафтобітуму та інертних матеріалів в асфальтозмішувачі;
- під час вивантаження, зберігання і завантаження інертних матеріалів;
- під час пересипання та завантаження інертних матеріалів для сушіння;
- при сушінні і перемішуванні інертних матеріалів у сушильному барабані;
- під час пересипання та завантаження інертних матеріалів при виготовленні бетону і розчину;
- під час дроблення гравію у дробильно-сортувальній установці;
- під час механічної обробки металу на заточувальному верстаті;
- під час проведення електрозварювальних робіт.

Пилогазоочисна установка (ПГУ) асфальтозмішувача ДС-117-2Е (організоване джерело № 1). Асфальтозмішувальна установка в своєму складі має таке обладнання: асфальтозмішувач ДС-117-2Е, сушильний барабан, елеватор інертних матеріалів, дозатор нафтобітуму і обладнання пилогазоочистки (4 циклони і вентилятор). В асфальтозмішувальній установці виготовляється товарний асфальтобетон. Висушені інертні матеріали (щебінь і відсів щебеню) змішуються у відповідній пропорції з нафтобітумом. В

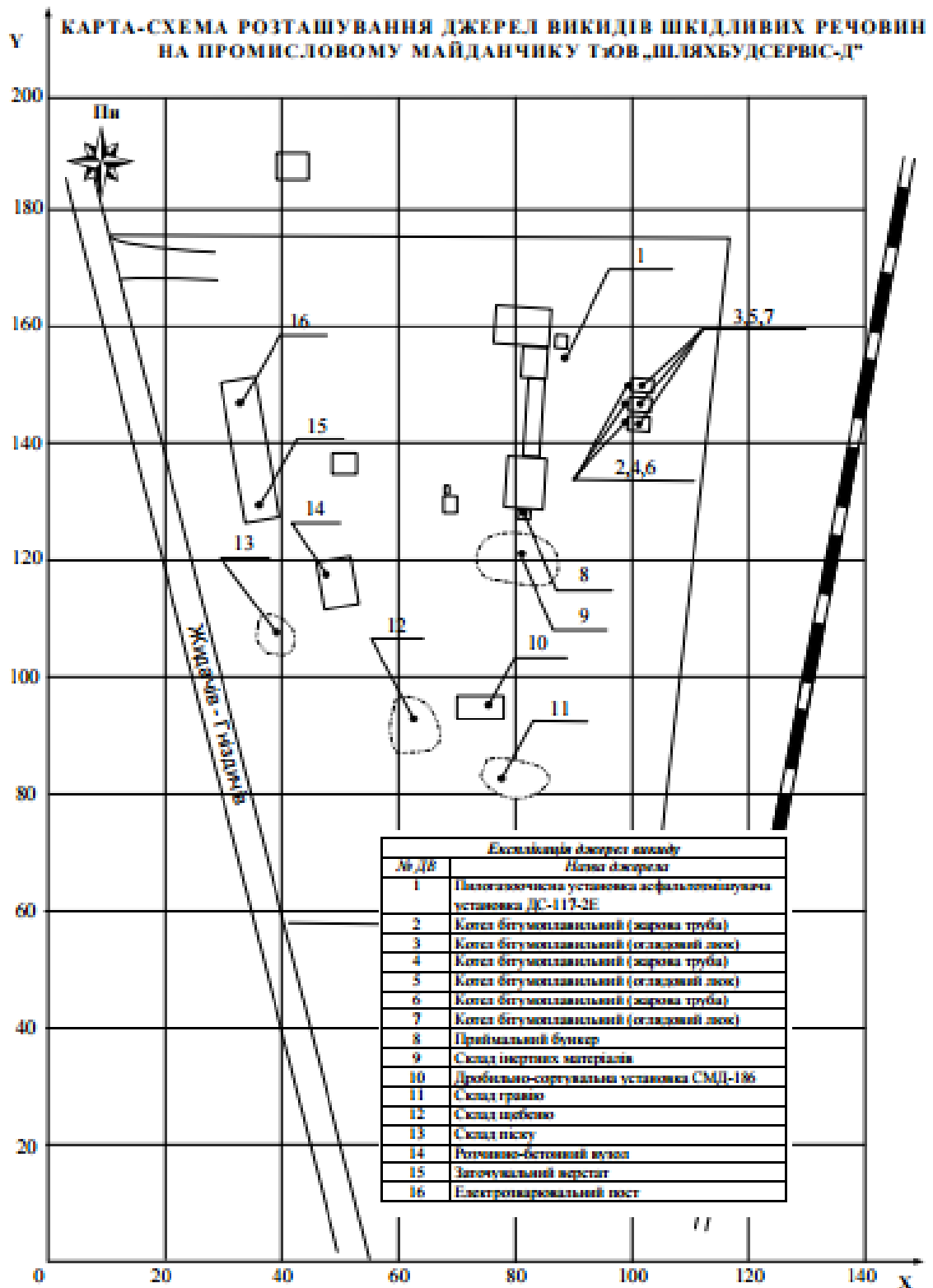


Рис. 1.4. Карта-схема розміщення джерел викидів ТЗОВ «Шляхбудсервіс-Д»

процесах сушіння інертних матеріалів, їх транспортування, змішування із нагрітим нафтобітумом в атмосферне повітря викидаються такі шкідливі речовини: *ксилол, толуол, фенол, формальдегід, вуглеводні граничні C₁₂-C₁₉ та речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом.*

При спалюванні природного газу (витрата – 1600 м³/рік) в сушильному барабані для сушіння інертних матеріалів утворюються димові гази, в склад яких входять *діоксид азоту, оксид вуглецю і парникові гази (вуглекислий газ, оксид діазоту, метан).*

Вся пилогазоповітряна суміш разом із димовими газами проходить через пилогазоочисну установку, яка складається з 4-х циклонів і вентилятора. В циклонах вловлюється пил у вигляді твердих суспендованих частинок, який повертається у виробництво. Але гази із нагрітого нафтобітуму (ксилол, толуол, фенол, формальдегід і вуглеводні граничні C₁₂-C₁₉), димові гази (азоту діоксид, оксид вуглецю, парникові гази) і частина пилу у вигляді твердих суспендованих частинок викидаються через трубу Ø 450 мм на висоті 15 м. в атмосферне повітря. Джерело працює 726 год./рік.

Котел бітумоплавильний (жарові труби) (організовані джерела №№ 2, 4, 6). Для підігріву теплоносія в топці котла спалюється природний газ (витрата газу у кожній топці – 1300 м³/рік). При спалювання природного газу через жарові труби в атмосферне повітря викидаються забруднюючі речовини: *азоту діоксид, оксид вуглецю і парникові гази (вуглекислий газ, оксид діазоту, метан).* Діаметр жарових труб 250 мм, висота 1-ої труби 4 м, 2-ої – 6 м, 3-ої – 3 м (висота викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря). Джерело працює 242 год./рік.

Котел бітумоплавильний (оглядовий люк) (організовані джерела №№ 3, 5, 7). Об'єм кожного резервуара бітумоплавильних котлів з нафтобітумом дорівнює 15м³. При нагріванні нафтобітуму в бітумоплавильному котлі з допомогою циркулюючої нагрітої технічної олії через оглядовий люк в атмосферне повітря виділяються: *ксилол, толуол,*

фенол, формальдегід і вуглеводні граничні C_{12} - C_{19} . Джерело працює 242 год./рік.

Приймальний бункер (неорганізоване джерело № 8). Відсів щебеню і щебінь завантажують у приймальний бункер і стрічковим транспортером подають у сушильний барабан. При завантаженні і пересипанні інертних матеріалів в атмосферне повітря викидається *пил у вигляді твердих суспендованих частинок*. Джерело працює 726 год./рік.

Склад інертних матеріалів (неорганізоване джерело № 9). На відкритому складі площею пиловиділення 84 м^2 зберігається відсів щебеню ($350 \text{ м}^3/\text{рік}$) і щебінь фракції 10-20 (100 м^3). При вивантаженні відсіву та щебеню з автотранспорту та при їх статичному зберіганні в атмосферне повітря виділяються *речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом*. Джерело працює 726 год./рік.

Дробильно-сортувальна установка СМД-186 (неорганізоване джерело № 10). Для подрібнення гравію, який використовують для виготовлення бетону, на проммайданчику встановлено дробильно-сортувальна установка СМД-186 продуктивністю $10 \text{ м}^3/\text{год}$. (витрата $220 \text{ м}^3/\text{рік}$). При подрібненні гравію в дробарці в атмосферне повітря викидаються *речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом*. Джерело працює 48 год./рік.

Склад гравію (неорганізоване джерело № 11). На відкритому складі площею пиловиділення 64 м^2 зберігають гравій (витрата $220 \text{ м}^3/\text{рік}$). Оскільки гравій завжди у своєму складі має домішки піску, то при вивантаженні його з автотранспорту і при статичному зберіганні в атмосферне повітря виділяються *речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом*. Джерело працює 8760 год./рік.

Склад щебеню (неорганізоване джерело № 12). На відкритому складі площею пиловиділення 36 м^2 зберігається щебінь крупнішої фракції, який використовується для виготовлення бетону. При вивантаженні щебеню з автотранспорту та його статичному зберіганні на складі в атмосферне повітря

виділяються *речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом*. Джерело працює 8760 год/рік.

Склад піску (неорганізоване джерело № 13). На відкритому складі площею пиловиділення 28 м² зберігається пісок (витрата - 45 м³/рік). Пісок використовують для виготовлення бетону й розчину. При вивантаженні піску з автотранспорту та його статичному зберіганні на складі в атмосферне повітря виділяються *речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом*. Джерело працює 8760 год/рік.

Розчино-бетонний вузол (неорганізоване джерело № 14). На розчино-бетонному вузлі розміщені дві бетономішалки і лебідка з ковшем, які використовують для виготовлення товарного бетону й розчину (витрата щебеню – 80 м³/рік , витрата гравію – 220 м³/рік, витрата піску – 45 м³/рік, витрата цементу – 30 т/рік). При завантаженні сипучих компонентів в ківш лебідки та висипанні їх в бетономішалку в атмосферне повітря виділяються *речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом*. Джерело працює 1016 год/рік.

Заточувальний верстат (неорганізоване джерело № 15). Для заточування ріжучого інструменту в ремонтно-механічній майстерні (РММ) встановлений заточувальний верстат. Від механічної обробки металу на заточувальному верстаті в атмосферне повітря викидається *абразивно-металевий пил (речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом)*. Джерело працює 15 год./рік.

Електрозварювальний пост (неорганізоване джерело № 16). Для проведення зварювальних робіт в РММ встановлений електрозварювальний апарат. При зварюванні сталі ручним електродуговим зварювальним апаратом електродами АНО-4 в атмосферне повітря виділяється *зварювальний аерозоль, до складу якого входять залізо та його сполуки і манган та його сполуки*. Джерело працює 78 год./рік.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ВИДКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

2.1. Розрахунок викидів забруднюючих речовин при змішуванні інертних матеріалів у сушильному барабані

Валовий викид пилу при змішуванні інертних матеріалів розраховуємо за формулою [14]:

$$M = M_c \times P \times (1 - \eta) \times 10^{-3}, \text{ (т/рік)} \quad (2.1)$$

де

P – вага сипучих матеріалів, які використовують за рік роботи, т;

η – ефективність обладнання для вловлення пилу, $\eta = 0,90$ згідно з [11];

M_c – питоми викид пилу, згідно з [11] з 1 кг використаного матеріалу при змішуванні в атмосферу викидається 1,33 г пилу.

2.2. Розрахунок викидів забруднюючих речовин при виготовленні асфальту

Масові викиди ЗР під час виготовлення асфальту в асфальтозмішувальній установці проводимо за формулою [14]:

$$M = k \times B \times 10^{-3}, \text{ (т/рік)} \quad (2.2)$$

де

k – значення питомих викидів, приймаємо згідно з [12]);

B – витрата бітуму, т.

2.3. Розрахунок викидів забруднюючих речовин при спалюванні природного газу

Розрахунок проводять згідно з методикою спалювання органічного палива [4] враховуючи, що у природному газі в Україні не виявлено ртуті.

Спочатку визначимо густину природного газу ($\text{кг}/\text{нм}^3$) за його складом, враховуючи густини (питомі маси) компонентів природного газу та їхній об'ємний вміст, відповідно до співвідношень:

$$m_{\text{CH}_4} = 0,716 \times 0,01(m_{\text{CH}_4})_V ; \quad (2.3)$$

$$m_{\text{C}_2\text{H}_6} = 1,342 \times 0,01(m_{\text{C}_2\text{H}_6})_V ; \quad (2.4)$$

$$m_{\text{C}_3\text{H}_8} = 1,967 \times 0,01(m_{\text{C}_3\text{H}_8})_V ; \quad (2.5)$$

$$m_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 2,593 \times 0,01(m_{\text{C}_4\text{H}_{10}})_V ; \quad (2.6)$$

$$m_{\text{N}_2} = 1,250 \times 0,01(m_{\text{N}_2})_V ; \quad (2.7)$$

$$m_{\text{CO}_2} = 1,964 \times 0,01(m_{\text{CO}_2})_V . \quad (2.8)$$

Вагову витрату (кг) природного газу визначаємо за рівнянням:

$$B = B_V \times \rho_n , \quad (2.9)$$

де

B_V - об'єм природного газу, нм^3 ;

ρ_n - густина природного газу, $\text{кг}/\text{нм}^3$.

Далі розраховуємо нижчу теплоту згоряння природного газу Q_i (масову, $\text{МДж}/\text{кг}$) за формулою:

$$Q_i = \frac{Q_{iv}}{\rho_n}. \quad (2.10)$$

Масові викиди ЗР. Масу викиду певної забруднюючої речовини E_j , що виділяється в атмосферу з димовими газами від роботи теплогенератора за час P , визначають за формулою [24]:

$$E_j = \sum_i E_{ji} = 10^{-6} \sum_i k_{ji} B_i (Q_i^r)_i, \quad (2.11)$$

де

E_j – валовий викид забруднюючої речовини під час спалювання природного газу за час P , т;

k_j – показник емісії забруднюючої речовини, кг/МДж;

B_i – витрата природного газу за період P , т;

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

Викиди NO_x . Викиди оксидів азоту (NO та NO_2) від спалювання природного газу викиди визначають у перерахунку на NO_2 . Якщо у теплогенераторі встановлені засоби зі зменшення викидів оксидів азоту, то показник їх емісії (k_{NO_x} , г/ГДж) визначають за формулою [24]:

$$k_{\text{NO}_x} = (k_{\text{NO}_x})_0 \times f_N (1 - \eta_I) \times (1 - \eta_{II} \beta), \quad (2.12)$$

де

$(k_{\text{NO}_x})_0$ – показник емісії, приймають відповідно до потужності котлів згідно з [13];

f_N - зменшення викиду у режимі роботи низького навантаження котла;

η_I - ефективність первинних засобів зниження викиду (режим горіння, технологічні особливості теплогенератора);

η_{II} – ефективність вторинних засобів зменшення викидів (ГОУ);

β – коефіцієнт роботи ГОУ;

$$f_N = (Q_\phi / Q_N) \times z, \quad (2.13)$$

Q_ϕ - фактична потужність теплогенератора, МВт;

Q_N - номінальна потужність теплогенератора, МВт;

Z – емпіричний коефіцієнт, приймають у залежності від виду енергетичної установки, її потужності.

СО. При горінні природного газу $k_{CO} = 248,8$ г/ГДж [4].

СО₂. Діоксид вуглецю є головним парниковим газом, кінцевим продуктом окиснення органічного вуглецю. Викиди СО₂ залежать від кількості Карбону у паливі, повнотою його окиснення у топці теплогенератора. Показник емісії вуглекислого газу при спалюванні природного газу (k_{CO_2} , г/ГДж) визначаємо як [4]:

$$k_{CO_2} = 3,67 \times k_C \times \varepsilon_C, \text{ г/ГДж} \quad (2.14)$$

де

k_C – показник емісії вуглецю, г/ГДж ($k_C = 28130$, ступінь окиснення Карбону $\varepsilon_C = 0,995$).

N₂O. При горінні природного газу $k_{N_2O} = 0,1$ г/ГДж [24].

CH₄. При горінні природного газу $k_{CH_4} = 1$ г/ГДж [24].

Об'єм димових газів. Питомий об'єм сухих димових газів за нормальних умов [4] визначають за такою загальною формулою:

$$V_{др} = 1,4/100[4,762(1,866\varepsilon_C C^{dbf} + 0,7 S^{dbf}) + 0,8 N^{dbf} + 3,762(5,56H^{dbf} - 0,7 O^{dbf})]. \quad (2.15)$$

2.4. Розрахунок викидів забруднюючих речовин при зберіганні та нагріванні бітуму

Валові викиди шкідливих речовин в атмосферу при нагріванні нафтобітуму у бітумоплавильному котлі визначаються за їхніми питомими викидами [22] за формулою:

$$M = 10^{-6} \times k \times T \times 3600, \text{ (т/рік)} \quad (2.16)$$

де

k – питомі викиди шкідливої речовини, г/с;

T - час роботи бітумоплавильного котла, год.;

2.5. Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря при зберіганні та пересипанні інертних матеріалів

Миттєві (секундні) викиди (г/с) пилу (суспендованих частинок, недиференційованих за складом) при пересипанні та статичному зберіганні інертних матеріалів (піску, щебеню, гравію) визначають як

$$M_c = A + B, \quad (2.17)$$

суму викидів при статичному зберіганні матеріалів [10]:

$$A = K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7 \times F \times q, \text{ (г/с)} \quad (2.18)$$

та викидів при пересипанні матеріалів [10]:

$$B = \frac{K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_7 \times H \times G \times 10^6}{3600}, \text{ (г/с)} \quad (2.19)$$

де

K_1 – масова частка пилу в матеріалі;

K_2 – частина пилу, що стає аерозолем;

K_3 – коефіцієнт місцевих метеорологічних умов, ($K_3 = 1,2$, якщо середньомісячна швидкість вітру становить 5,0 м/с);

K_4 – коефіцієнт місцевих умов утворення пилу, захищеність від вітру;

K_5 – коефіцієнт зволоження матеріалу;

K_6 – коефіцієнт профілю поверхні матеріалів (залежно від крупності частинок матеріалу та заповнення приймають 1,3-1,6);

K_7 – коефіцієнт розмірів матеріалу;

F – поверхня видалення пилу у плані, м²;

q – виніс пилу з 1 м² поверхні утворення пилу;

H – коефіцієнт висоти пересипання;

G – продуктивність технологічної ланки, т/год.

Масові (валові) викиди суспендованих речовин за рік дорівнюють:

$$M = 10^{-6} \times 3600 \times M_c \times T, \text{ (т/рік)} \quad (2.20)$$

де

M_c – миттєві (секундні) викиди, г/с.

T – робочий час за рік, год.

2.6. Розрахунок викидів забруднюючих речовин при подрібненні каменю

Валовий викид забруднюючих речовин від подрібнення каменю (гравію) розраховуємо за формулою [23]:

$$M = 10^{-6} \times k \times B, \text{ (т/рік)} \quad (2.21)$$

де

M – валовий викид, т/рік,

k – питомий викид в процесі дроблення каменю, г/кг,

B – кількість матеріалу, переробленого за виробничий період, кг.

2.7. Розрахунок викидів шкідливих речовин від заточування інструменту

Валових викиди шкідливих речовин від роботи заточувального верстата розраховуємо згідно з [20, 21]:

$$M = 10^{-6} \times 3600 \times k \times T, \quad (2.22)$$

де

k – питомі викиди пилу [11-13];

T – час роботи верстата, год.

2.8. Розрахунок викидів шкідливих речовин від електрозварювальних робіт

Загальна формула для розрахунку валових викидів ЗР від роботи електрозварювального посту має вигляд [14]:

$$M = 10^{-3} \times B \times k, \text{ (т/рік)}, \quad (2.23)$$

де

k – питомі викиди шкідливих речовин у залежності від марки електродів, г/кг [11-13];

B – обсяг використаних електродів за рік, т.

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА ВПЛИВУ ТЗОВ „ШЛЯХБУДСЕРВІС-Д” НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

3.1. Вплив основних виробничих ланок

3.1.1. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від асфальтозмішувальної установки

Асфальтозмішувальна установка складається з такого обладнання: асфальтозмішувач ДС-117-2Е, сушильний барабан, елеватор інертних матеріалів, дозатор нафтобітуму і обладнання пилогазоочистки (4 циклони і вентилятор) (джерело № 1).

В асфальтозмішувальній установці виготовляється товарний асфальтобетон. Висушені інертні матеріали (щебінь і відсів щебеню) змішуються у відповідній пропорції з нафтобітумом. У процесах сушіння інертних матеріалів, їх транспортування, змішування із нагрітим нафтобітумом в атмосферне повітря викидаються такі шкідливі речовини: ксилол, толуол, фенол, формальдегід, вуглеводні граничні C_{12} - C_{19} та речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом.

При спалюванні природного газу (витрата – $1600 \text{ м}^3/\text{рік}$) в сушильному барабані для сушіння інертних матеріалів утворюються димові гази, в склад яких входять діоксид азоту, оксид вуглецю і парникові гази (вуглекислий газ, оксид діазоту, метан). Вся пилогазоповітряна суміш разом із димовими газами проходить через пилогазоочисну установку, яка складається з 4-х циклонів і вентилятора. В циклонах вловлюється пил у вигляді твердих суспендованих частинок, який повертається у виробництво. Але гази із нагрітого нафтобітуму (ксилол, толуол, фенол, формальдегід і вуглеводні граничні C_{12} - C_{19}), димові гази (діоксид азоту, оксид вуглецю, парникові гази) і частина пилу у вигляді

твердих суспендованих частинок викидаються через трубу Ø450 мм. на висоті 15 м в атмосферне повітря. Час роботи джерела – 726 год./рік.

При змішуванні інертних матеріалів у сушильному барабані згідно з [11] з 1 кг матеріалу в атмосферу виділяється 1,33 г пилу. З врахування цього ефективності пиловловлюючого обладнання ($\eta = 0,90$) [33] за формулою (2.1) визначимо валовий викид пилу:

$$M = 1,33 \times (100 \times 2,8 + 350 \times 2,7) \times (1 - 0,90) \times 10^{-3} = 0,162925 \text{ (т/рік)}.$$

У сушильному барабані для сушки інертних матеріалів у спалюють 1600 м³/рік природного газу. Використовуючи підхід, викладений у п. 2.3, за формулами (2.3-2.8) розрахуємо густину природного газу за його компонентним складом:

$$m_{CH_4} = 0,716 \times 0,01 \times 98,80 = 0,7081 \text{ (кг/нм}^3\text{)};$$

$$m_{C_2H_6} = 1,342 \times 0,01 \times 0,12 = 0,0016 \text{ (кг/нм}^3\text{)};$$

$$m_{C_3H_8} = 1,967 \times 0,01 \times 0,11 = 0,0002 \text{ (кг/нм}^3\text{)};$$

$$m_{C_4H_{10}} = 2,593 \times 0,01 \times 0,01 = 0,0003 \text{ (кг/нм}^3\text{)};$$

$$m_{N_2} = 1,250 \times 0,01 \times 0,9 = 0,0016 \text{ (кг/нм}^3\text{)};$$

$$m_{CO_2} = 1,964 \times 0,01 \times 0,06 = 0,0012 \text{ (кг/нм}^3\text{)}.$$

Таким чином, сума питомих мас компонентів природного газу дає його питому масу (густину) і дорівнює 0,723 кг/нм³.

Далі за формулою (2.9) розраховуємо масову витрату природного газу:

$$B = 1600 \times 0,723 = 1156,8 \text{ (кг)}.$$

За формулою (2.10) визначимо нижчу теплоту згоряння природного газу за масою з врахуванням його густини:

$$Q_i = 33,08 / 0,723 = 45,75 \text{ (МДж/кг)}.$$

Як зазначено у п.2.3., викиди *оксидів азоту* перераховують на двоокис азоту. Для визначення показника емісії NO_2 за документом [4] приймають показник емісії без врахування заходів зниження викидів: $(k_{\text{NO}_2})_0 = 70 \text{ г/ГДж}$, та визначають ступінь зменшення викидів за формулою (2.10). Згідно з документом [4] для бітумоплавильних котлів та природного газу $z=1,25$, а $f_N=1$.

Тоді показник емісії діоксид азоту за рівнянням (2.12) дорівнює:

$$k_{\text{NO}_x} = 70 \times 1 \times (1-0) \times (1-0) = 70 \text{ (г/ГДж)},$$

а валовий викид за формулою (2.11) становитиме:

$$E_{\text{NO}_x} = 10^{-6} \times 70 \times 45,75 \times 1,157 = 0,003705 \text{ (т/рік)}.$$

Показник емісії *вуглецю оксиду* згідно з [11-13] становить $248,8 \text{ г/ГДж}$, то за формулою (2.11) його валові викид буде становити:

$$E_{\text{CO}} = 10^{-6} \times 248,8 \times 45,75 \times 1,157 = 0,013170 \text{ (т/рік)}.$$

Під час горіння природного газу індекс емісії *двоокису карбону* визначили згідно зі співвідношенням (2.14) на основі індексу емісії карбону ($k_C = 28130 \text{ г/ГДж}$) та за рівнем окиснення природного газу ($\epsilon_c = 0,995$) [11-13]:

$$k_{CO_2} = 3,67 \times 28130 \times 0,995 = 58800 \text{ (г/ГДж)}.$$

Тоді знайдемо обсяг його валового викиду за формулою (2.11):

$$E_{CO_2} = 10^{-6} \times 58800 \times 45,75 \times 1,157 = 3,112 \text{ (т/рік)}.$$

Згідно з документом [11-13] індекс емісії діазоту оксиду становить 0,1 г/ГДж. За цим значенням відповідно до співвідношення (2.11) розрахуємо його валовий викид:

$$E_{N_2O} = 10^{-6} \times 0,1 \times 45,75 \times 1,157 = 0,000005 \text{ (т/рік)}.$$

Згідно з документом [11-13] індекс емісії метану становить 1,0 г /ГДж. За цим значенням відповідно до співвідношення (2.11) розрахуємо його валовий викид:

$$E_{CH_4} = 10^{-6} \times 1,0 \times 45,75 \times 1,157 = 0,000053 \text{ (т/рік)}.$$

Викиди забруднюючих речовин *при виготовленні асфальту* визначали за формулою (2.2) та за значеннями питомих викидів ЗР від асфальтобетонного виробництва згідно з [13]).

Отже, масові викиди ЗР дорівнюють:

$$M(\text{ксилолу}) = 10^{-3} \times 0,002100 \times 40 = 0,000084 \text{ (т/рік)};$$

$$M(\text{толуолу}) = 10^{-3} \times 0,000880 \times 40 = 0,000035 \text{ (т/рік)};$$

$$M(\text{фенолу}) = 10^{-3} \times 0,000170 \times 40 = 0,000007 \text{ (т/рік)};$$

$$M(\text{формальдегіду}) = 10^{-3} \times 0,000430 \times 40 = 0,000084 \text{ (т/рік)};$$

$$M(\text{вуглеводнів граничних } C_{12}-C_{19}) = 10^{-3} \times 0,0060 \times 40 = 0,000240 \text{ (т/рік)}.$$

Загалом, від асфальтозмішувальної установки (джерела №1) в атмосферу викидається:

• Азоту діоксиду	– 0,003705 т/рік
• Оксид вуглецю	– 0,013170 т/рік
• Діоксиду вуглецю	– 3,112 т/рік
• Оксид діазоту	– 0,000005 т/рік
• Метану	– 0,000053 т/рік
• Ксилолу	– 0,000084 т/рік
• Толуолу	– 0,000035 т/рік
• Фенолу	– 0,000007 т/рік
• Формальдегіду	– 0,000084 т/рік
• Вуглеводнів граничних C ₁₂ -C ₁₉	– 0,000240 т/рік
• Речовин у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом	– 0,162925 т/рік

3.1.2. Викиди бітумоплавильних котлів

Для підігріву теплоносія в топці бітумоплавильних котлів спалюють природний газ (витрата газу по кожній топці – 1300 м³/рік). Від спалювання природного газу через три жарові труби котлів (джерела №№ 2, 4, 6) в атмосферне повітря викидаються забруднюючі речовини: азоту діоксид, оксид вуглецю і парникові гази (вуглекислий газ, оксид діазоту, метан. Час роботи кожного джерела – 242 год./рік.

Використовуючи підхід, викладений у п. 2.3, за формулами (2.3-2.8) розрахуємо густину природного газу за його компонентним складом:

$$m_{CH_4} = 0,716 \times 0,01 \times 98,80 = 0,7081 \text{ (кг/нм}^3\text{)};$$

$$m_{C_2H_6} = 1,342 \times 0,01 \times 0,12 = 0,0016 \text{ (кг/нм}^3\text{)};$$

$$m_{C_3H_8} = 1,967 \times 0,01 \times 0,11 = 0,0002 \text{ (кг/нм}^3\text{)};$$

$$m_{C_4H_{10}} = 2,593 \times 0,01 \times 0,01 = 0,0003 \text{ (кг/нм}^3\text{)};$$

$$m_{N_2} = 1,250 \times 0,01 \times 0,9 = 0,0016 \text{ (кг/нм}^3\text{)};$$

$$m_{CO_2} = 1,964 \times 0,01 \times 0,06 = 0,0012 \text{ (кг/нм}^3\text{)}.$$

Таким чином, сума питомих мас компонентів природного газу дає його питому масу (густина) і дорівнює 0,723 кг/нм³.

Далі за формулою (2.9) розраховуємо масову витрату природного газу по кожному джерелу:

$$\text{- № 2: } \quad B = 1300 \times 0,723 = 939,9 \text{ (кг)};$$

$$\text{- № 4: } \quad B = 1300 \times 0,723 = 939,9 \text{ (кг)};$$

$$\text{- № 6: } \quad B = 1300 \times 0,723 = 939,9 \text{ (кг)}.$$

За формулою (2.10) визначимо нижчу теплоту згоряння природного газу за масою з врахуванням його густини:

$$Q_i = 33,08 / 0,723 = 45,75 \text{ (МДж/кг)}.$$

Викиди NO_x. Як зазначено у п.2.3., викиди оксидів азоту перераховують на двоокис азоту. Для визначення показника емісії NO₂ за документом [4, 24] приймають показник емісії без врахування заходів зниження викидів: $(k_{NO_2})_0 = 70 \text{ г/ГДж}$, та визначають ступінь зменшення викидів за формулою (2.10).

Згідно з документом [4, 24] для бітумоплавильних котлів та природного газу $z=1,25$, а $f_N=1$.

Тоді показник емісії діоксид азоту для кожного джерела за рівнянням (2.12) дорівнює:

- № 2 $k_{NOx} = 70 \times 1 \times (1-0) \times (1-0) = 70$ (г/ГДж);
- № 4 $k_{NOx} = 70 \times 1 \times (1-0) \times (1-0) = 70$ (г/ГДж);
- № 6 $k_{NOx} = 70 \times 1 \times (1-0) \times (1-0) = 70$ (г/ГДж).

Валовий викид від кожного котла за формулою (2.11) становитиме:

- № 2 $E_{NOx} = 10^{-6} \times 70 \times 45,75 \times 0,9399 = 0,003010$ (т/рік);
- № 4 $E_{NOx} = 10^{-6} \times 70 \times 45,75 \times 0,9399 = 0,003010$ (т/рік);
- № 6 $E_{NOx} = 10^{-6} \times 70 \times 45,75 \times 0,9399 = 0,003010$ (т/рік).

Викиди оксиду вуглецю. Показник емісії вуглецю оксиду згідно з [4] становить 248,8 г/ГДж, то за формулою (2.11) його валові викиди для кожного джерела будуть становити:

- № 2 $E_{CO} = 10^{-6} \times 248,8 \times 45,75 \times 0,9399 = 0,010699$ (т/рік);
- № 4 $E_{CO} = 10^{-6} \times 248,8 \times 45,75 \times 0,9399 = 0,010699$ (т/рік);
- № 6 $E_{CO} = 10^{-6} \times 248,8 \times 45,75 \times 0,9399 = 0,010699$ (т/рік).

Викиди вуглекислого газу. Під час горіння природного газу індекс емісії двоокису карбону визначили згідно зі співвідношенням (2.14) на основі індексу емісії карбону ($k_C = 28130$ г/ГДж) та за рівнем окиснення природного газу ($\varepsilon_c = 0,995$) [4, 24]:

$$k_{CO_2} = 3,67 \times 28130 \times 0,995 = 58800 \text{ (г/ГДж)}.$$

Тоді знайдемо обсяг його валових викидів для джерел за формулою (2.11):

- №2 $E_{CO_2} = 10^{-6} \times 58800 \times 45,75 \times (1,157 + 2,8197) = 10,697721$ (т/рік);
- №4 $E_{CO_2} = 10^{-6} \times 58800 \times 45,75 \times (1,157 + 2,8197) = 10,697721$ (т/рік);
- №6 $E_{CO_2} = 10^{-6} \times 58800 \times 45,75 \times (1,157 + 2,8197) = 10,697721$ (т/рік).

Валовий викид закису азоту. Згідно з документом [11-13] індекс емісії діазоту оксиду становить 0,1 г /ГДж. За цим значення відповідно до співвідношення (2.11) розрахуємо його валові викиди для джерел:

- №2 $E_{N_2O} = 10^{-6} \times 0,1 \times 45,75 \times (1,157 + 2,8197) = 0,000018$ (т/рік);
- №4 $E_{N_2O} = 10^{-6} \times 0,1 \times 45,75 \times (1,157 + 2,8197) = 0,000018$ (т/рік);
- №6 $E_{N_2O} = 10^{-6} \times 0,1 \times 45,75 \times (1,157 + 2,8197) = 0,000018$ (т/рік).

Метану масовий викид. Згідно з документом [11-13] індекс емісії метану становить 1,0 г /ГДж. За цим значення відповідно до співвідношення (2.11) розрахуємо його валовий викид:

1. №2 $E_{CH_4} = 10^{-6} \times 1,0 \times 45,75 \times (1,157 + 2,8197) = 0,000182$ (т/рік);
2. №4 $E_{CH_4} = 10^{-6} \times 1,0 \times 45,75 \times (1,157 + 2,8197) = 0,000182$ (т/рік);
3. №6 $E_{CH_4} = 10^{-6} \times 1,0 \times 45,75 \times (1,157 + 2,8197) = 0,000182$ (т/рік).

А об'єм сухих димових газів для кожного з трьох жарових котлів відповідно співвідношення (2.16) та вимог [4, 24] при спалюванні природного газу становить $V_{др} = 16,35 \text{ нм}^3/\text{кг}$. $V_{оз} = 16,35 \text{ нм}^3 / \text{кг}$.

3.1.3. Викиди з резервуарів бітумоплавильних котлів

Для зберігання та нагрівання бітуму в бітумоплавильних котлах встановлено три резервуари об'ємом по 15 м³ кожний. При нагріванні нафтобітуму в бітумоплавильному котлі з допомогою циркулюючої нагрітої технічної олії через оглядові люки (джерела №№ 3, 5, 7) в атмосферне повітря викидаються забруднюючі речовини: ксилол, толуол, фенол, формальдегід і вуглеводні граничні C₁₂-C₁₉. Час роботи кожного джерела – 242 год./рік.

Валові викиди шкідливих речовин в атмосферу на основі їх питомих викидів згідно з [13, 20] для дорівнюють:

з джерела № 3:

- Ксилол: $M = 10^{-6} \times 3600 \times 0,00210 \times 242 = 0,001830$ (т/рік);
- Толуол: $M = 10^{-6} \times 3600 \times 0,00088 \times 242 = 0,000767$ (т/рік);
- Фенол: $M = 10^{-6} \times 3600 \times 0,00017 \times 242 = 0,000148$ (т/рік);
- Формальдегід: $M = 10^{-6} \times 3600 \times 0,00043 \times 242 = 0,000375$ (т/рік);
- Вуглеводні граничні: $M = 10^{-6} \times 3600 \times 0,00600 \times 242 = 0,005227$ (т/рік);

з джерела № 5:

- Ксилол: $M = 10^{-6} \times 3600 \times 0,00210 \times 242 = 0,001830$ (т/рік);
- Толуол: $M = 10^{-6} \times 3600 \times 0,00088 \times 242 = 0,000767$ (т/рік);
- Фенол: $M = 10^{-6} \times 3600 \times 0,00017 \times 242 = 0,000148$ (т/рік);
- Формальдегід: $M = 10^{-6} \times 3600 \times 0,00043 \times 242 = 0,000375$ (т/рік);
- Вуглеводні граничні: $M = 10^{-6} \times 3600 \times 0,00600 \times 242 = 0,005227$ (т/рік);

з джерела № 7:

- Ксилол: $M = 10^{-6} \times 3600 \times 0,00210 \times 242 = 0,001830$ (т/рік);
- Толуол: $M = 10^{-6} \times 3600 \times 0,00088 \times 242 = 0,000767$ (т/рік);

- Фенол: $M = 10^{-6} \times 3600 \times 0,00017 \times 242 = 0,000148$ (т/рік);
- Формальдегід: $M = 10^{-6} \times 3600 \times 0,00043 \times 242 = 0,000375$ (т/рік);
- Вуглеводні граничні: $M = 10^{-6} \times 3600 \times 0,00600 \times 242 = 0,005227$ (т/рік).

3.1.4. Викиди з приймального бункера

Відсів щебеню і щебінь завантажуються в приймальний бункер (джерело № 8) і стрічковим транспортером подають у сушильний барабан. При завантаженні і пересипанні інертних матеріалів в атмосферне повітря викидаються речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом. Час роботи джерела – 726 год./рік.

Потужність викиду визначаємо за формулою (2.19):

$$B = (0,04 \times 0,02 \times 1,2 \times 1,0 \times 0,2 \times 0,5 \times 1,5 \times 2,45 \times 106) / 3600 = 0,098000 \text{ (г/с)},$$

а валові викиди суспендованих частинок за формулою (2.20):

$$M_B = 3600 \times 0,098000 \times 726 \times 10^{-6} = 0,256133 \text{ (т/рік)}.$$

3.1.5. Викиди дробильно-сортувальної установки

Для подрібнення гравію, який використовується для виготовлення бетону, на проммайданчику встановлено дробильно-сортувальна установка СМД-186 (джерело № 10) продуктивністю 10 м³/год (витрата 220 м³/рік). При подрібненні гравію в дробарці в атмосферне повітря викидаються речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом. Час роботи джерела – 48 год./рік.

Валовий викид забруднюючих речовин за співвідношенням (2.21) та значенням питомого викиду ($k = 0,51$ [11]) дорівнює:

$$M = 10^{-6} \times 0,51 \times 616000 = 0,314160 \text{ (т/рік)}.$$

3.1.6. Викиди розчино-бетонного вузла

Розчино-бетонний вузол (неорганізоване). На розчино-бетонному джерело № 14) вузлі розміщені дві бетономішалки і лебідка з ковшем, які використовуються для виготовлення товарного бетону й розчину (витрата щебеню – 80 м³/рік, витрата гравію – 220 м³/рік, витрата піску – 45 м³/рік, витрата цементу – 30 т/рік). При завантаженні сипучих компонентів в ківш лебідки та висипанні в бетономішалку в атмосферне повітря викидаються речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом. Час роботи джерела – 1016 год/рік.

Згідно з [11] з 1кг переробленого матеріалу при завантаженні бетономішалки компонентами і при їх перемішуванні в атмосферу викидається 1,33 г пилу. Тоді, ґрунтуючись на кількості переробленого сипучого матеріалу валовий викид пилу дорівнюватиме:

$$M = 1,33 \times (80 \times 2,8 + 220 \times 2,65 + 45 \times 2,6) \times 10^{-3} = 1,228920 \text{ (т/рік)}.$$

3.2. Вплив допоміжних виробничих ланок

3.2.1. Викиди складів зберігання інертних матеріалів

Склад щебеню і відсіву щебеню (джерело № 9). На відкритому складі площею пилovidілення 84 м² зберігається відсів щебеню (350 м³/рік) і щебінь фракції 10-20 (100 м³). При вивантаженні відсіву та щебеню з автотранспорту та при їх статичному зберіганні в атмосферне повітря викидаються речовини

у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом.
Час роботи складу – 726 год./рік.

Миттєві викиди пилу при зберіганні та пересипанні щебеню і відсіву розраховували за формулами (2.17-2.19):

$$A = 1,2 \times 1,0 \times 0,2 \times 1,3 \times 0,5 \times 84 \times 0,002 = 0,026208 \text{ (г/с);}$$

$$B = (0,04 \times 0,02 \times 1,2 \times 1,0 \times 0,2 \times 0,5 \times 0,7 \times 8,2 \times 106) / 3600 = 0,153067 \text{ (г/с);}$$

$$M = 0,026208 + 0,153067 = 0,179275 \text{ (г/с).}$$

Загальні валові (річні) викиди пилу від складу, враховуючи фонд робочого часу (ф-ла (2.20)) становитимуть:

$$M_{\text{в}} = 3600 \times 0,026208 \times 726 \times 10^{-6} + 3600 \times 0,153067 \times 150 \times 10^{-6} = 0,151153 \text{ (т/рік).}$$

Склад гравію (джерело № 11). На відкритому складі площею пиловиділення 64 м² зберігається гравій (витрата 220 м³/рік). Оскільки гравій завжди у своєму складі має домішки піску, то при вивантаженні його з автотранспорту і при статичному зберіганні в атмосферне повітря викидається пил у вигляді твердих суспендованих частинок. Час роботи – 8760 год./рік.

Миттєві викиди пилу при зберіганні та пересипанні гравію відповідно до співвідношень (2.17-2.19) дорівнюють:

$$A = 1,2 \times 1,0 \times 0,1 \times 1,3 \times 0,7 \times 64 \times 0,002 = 0,013978 \text{ (г/с);}$$

$$B = (0,04 \times 0,01 \times 1,2 \times 1,0 \times 0,2 \times 0,8 \times 0,7 \times 1,15 \times 106) / 3600 = 0,017173 \text{ (г/с);}$$

$$M = 0,013978 + 0,017173 = 0,031150 \text{ (г/с).}$$

Загальні валові викиди пилу від складу гравію за час роботи (ф-ла (2.20)) становитимуть:

$$M_B = 3600 \times 0,013978 \times 8760 \times 10^{-6} + 3600 \times 0,017173 \times 508 \times 10^{-6} = 0,472216 \text{ (т/рік)}.$$

Склад щебеню (джерело № 12). На відкритому складі площею пиловиділення 36 м² зберігається щебінь крупнішої фракції, який використовується для виготовлення бетону. При вивантаженні щебеню з автотранспорту та його статичному зберіганні на складі в атмосферне повітря викидаються речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом. Час роботи – 8760 год./рік.

Миттєві викиди пилу при зберіганні та пересипанні щебеню відповідно до співвідношень (2.17-2.19) дорівнюють:

$$A = 1,2 \times 1,0 \times 0,2 \times 1,6 \times 0,5 \times 36 \times 0,002 = 0,013824 \text{ (г/с);}$$

$$B = (0,04 \times 0,02 \times 1,2 \times 1,0 \times 0,4 \times 0,5 \times 0,7 \times 0,44 \times 106) / 3600 = 0,016427 \text{ (г/с);}$$

$$M = 0,013824 + 0,016427 = 0,030251 \text{ (г/с)}.$$

Загальні валові викиди пилу від складу щебеню за час роботи за формулою (2.20) дорівнюють:

$$M_B = 3600 \times 0,013824 \times 8760 \times 10^{-6} + 3600 \times 0,016427 \times 508 \times 10^{-6} = 0,465995 \text{ (т/рік)}.$$

Склад піску (джерело № 13). На відкритому складі площею пиловиділення 28 м² зберігається пісок (45 м³/рік), який використовують для виготовлення бетону й розчину. При вивантаженні піску з автотранспорту та його статичному зберіганні на складі в атмосферне повітря викидаються речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом. Фонд робочого часу – 8760 год./рік.

Миттєві викиди пилу при зберіганні та пересипанні піску відповідно до співвідношень (2.17-2.19) дорівнюють:

$$A = 1,2 \times 1,0 \times 0,1 \times 1,3 \times 1,0 \times 28 \times 0,002 = 0,008736 \text{ (г/с);}$$

$$B = (0,05 \times 0,03 \times 1,2 \times 1,0 \times 0,1 \times 1,0 \times 0,7 \times 0,23 \times 106) / 3600 = 0,008050 \text{ (г/с);}$$

$$M = 0,008736 + 0,008050 = 0,016786 \text{ (г/с).}$$

Загальні валові викиди пилу від складу піску за відпрацьований час згідно рівняння (2.20) дорівнюють:

$$M_{\text{в}} = 3600 \times 0,008736 \times 8760 \times 10^{-6} + 3600 \times 0,008050 \times 508 \times 10^{-6} = 0,290220 \text{ (т/рік).}$$

3.2.2. Викиди ремонтно-механічної майстерні

Заточувальний верстат (джерело № 15). Для заточування ріжучого інструменту в ремонтно-механічній майстерні встановлений заточувальний верстат. В процесі механічної обробки металу на заточувальному верстаті в атмосферне повітря викидається абразивно-металевий пил (речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, недиференційованих за складом). Час роботи– 15 год/рік. Верстат необладнаний місцевою витяжною системою.

Масові викиди пилу від роботи верстата відповідно до співвідношення (2.22), врахуванням значення питомого викиду ($k = 0,020$ г/с) та фонду робочого часу, дорівнюють:

$$M = 3600 \times 10^{-6} \times 0,020 \times 15 = 0,001080 \text{ (т/рік).}$$

Електрозварювальний пост (джерело № 16). Для проведення зварювальних робіт в РММ встановлений електрозварювальний апарат. При

зварюванні сталі ручним електродуговим зварювальним апаратом електродами АНО-4 в атмосферне повітря викидається зварювальний аерозоль, в склад якого входять залізо та його сполуки і манган та його сполуки. Час роботи – 78 год./рік. Зварювальний пост необладнаний місцевою вентиляцією.

Питомі виділення в атмосферу при зварюванні електродами АНО-4 становлять [21, 23]:

- зварювального аерозолю - 6,0 г/кг, у т.ч.
- заліза оксид – 5,41 г/кг;
- марганець та його сполуки – 0,59 г/кг.

З огляду на це та з врахуванням фонду робочого часу масові викиди згідно з формулою (2.23) дорівнюють:

$$M(\text{Fe}) = 10^{-6} \times 5,41 \times 30 = 0,000162 \text{ (т/рік);}$$

$$M(\text{Mn}) = 10^{-6} \times 0,59 \times 30 = 0,000018 \text{ (т/рік).}$$

3.3. Уміст забруднюючих речовин у викидних газах ланок виробництва

Результати розрахунків масових викидів занесемо у таблиці 3.1 і 3.2.

Ланки основного виробництва. До складу основного виробництва входить теплогенеруюче обладнання: сушарка асфальтозмішувальної установки та бітумоплавильні котли, в яких спалюється велика кількість органічного палива (природного газу), кінцевим продуктом горіння якого є двоокис вуглецю. Викиди вуглекислого газу становлять понад 94 % усіх валових викидів забруднюючих речовин від основного виробництва.

Доволі значними є викиди пилу (суспендованих частинок, недиференційованих за складом) від операцій завантажування і перемішування інертних матеріалів. Головним джерелом викидів пилу є розчино-бетонний вузол, викиди якого становлять 63 % усієї маси пилу, що

викидається основним виробництвом. Це пов'язане з використанням для виробництва товарного бетону та розчину великої кількості піску, пиловиділення якого набагато вище за пиловиділення щебеню чи гравію, що використовуються для виробництва асфальту.

Викиди решти речовин: ксилолу, толуолу, фенолу, формальдегіду, вуглеводнів граничних, що виділяються від операцій плавлення і нагрівання бітутму, є порівняно незначними.

Треба зазначити, що серед ланок основного виробництва лише технологічні ланки виробництва асфальту є організованими джерелами викидів, а саме: асфальтозмішувальна установка, бітумноплавильні котли та їхні резервуари. Це значить, що на основі їхніх технологічних параметрів згідно з даними [1], а саме: об'ємних витрат викидних газів, відпрацьованого часу, та використовуючи результати розрахунків масових викидів, можна розрахувати концентрації забруднюючих речовин у них [9]. Отримані розрахункові значення концентрацій ЗР занесемо у таблицю 3.2.

Як бачимо, на джерелах викидів, що є технологічними ланками виробництва асфальту, а, саме: на асфальтозмішувальній установці та бітумноплавильних котлах, простежуються перевищення гранично допустимих викидів [5, 8, 25]. Так, концентрація пилу у викидних газах асфальтозмішувача у 14,8 рази перевищує допустиму, що є характерним для асфальтобетонних виробництв. Застосування батареї з 4-х циклонів, загальною ефективністю очищення пилогазових сумішей від суспендованих частинок $\eta=0,90$, є недостатнім [19]. Можливими шляхами зниження викидів пилу є герметизація обладнання та заміна старих циклонів на нові вихрові пиловловлювачі з ефективністю роботи понад $\eta \geq 0,95$, встановлення системи трьох-ступеневого очищення, в якій скомбіновані методи «сухого» очищення в циклонах, «мокрого» - скруберах Вентурі та фінальне очищення в тканинних (рукавних) фільтрах з ефективністю видалення суспендованих частинок більше $\eta \geq 0,99$ [3, 16, 30]. Власне такі системами очищення газів пропонують вітчизняні виробники на ринку сучасного асфальтобетонного устаткування [18].

Таблиця 3.1

Масові викиди забруднюючих речовин від ланок основного виробництва, т/рік

Забруднююча речовина	Ланки виробництва / джерела викидів										Разом
	Асфальто-зміщувальна установка	Бітумноплавильні котли			Резервуари бітумноплавильних котлів			Приймальний бункер	Дробильно-сортувальна установка	Розчино-бетонний вузол	
	№1	№2	№4	№6	№3	№5	№7	№8	№10	№14	
Пил	0,162925							0,256133	0,314160	1,228920	1,962138
Оксиди азоту	0,0003705	0,003010	0,003010	0,003010							0,00903
Оксид вуглецю	0,01317	0,010699	0,010699	0,010699							0,032097
Двоокис вуглецю	3,112	10,697721	10,697721	10,697721							32,093163
Оксид діазоту	0,000005	0,000018	0,000018	0,000018							0,000054
Метан	0,000053	0,000182	0,000182	0,000182							0,000546
Ксилол	0,000084				0,001830	0,001830	0,001830				0,00549
Толуол	0,000035				0,000767	0,000767	0,000767				0,002301
Фенол	0,000007				0,000148	0,000148	0,000148				0,000444
Формальдегід	0,000007				0,000375	0,000375	0,000375				0,001132
Вуглеводні граничні C ₁₂ -C ₁₉	0,00024				0,005227	0,005227	0,005227				0,015681

Таблиця 3.2

Уміст забруднюючих речовин у викидних газах джерел основного виробництва, мг/м³

Забруднююча речовина	Ланки виробництва / джерела викидів							Гранично допустимі викиди [8], мг/м ³	
	Асфальто-змішувальна установка	Бітумноплавильні котли				Резервуари бітумноплавильних котлів			
		№1	№2	№4	№6	№3	№5		№7
Пил	2213							150	
Оксиди азоту	298,7	246,8	231,2	231,2				500	
Оксид вуглецю	597,8	297,4	274,5	274,5				250	
Двоокис вуглецю	21988	52252	48908	48908				н/н	
Оксид діазоту	0,35	0,88	0,82	0,82				н/н	
Метан	0,37	0,89	0,83	0,83				н/н	
Ксилол	59,6				29,8	29,8	29,8	100	
Толуол	24,7				13,2	13,2	13,2	н/н	
Фенол	8,40				3,54	3,54	3,54	20	
Формальдегід	14,8				6,32	6,32	6,32	20	
Вуглеводні граничні С ₁₂ -С ₁₉	169,6				98,5	98,5	98,5	н/н	

Таблиця 3.3

Масові викиди забруднюючих речовин від ланок допоміжного виробництва, т/рік

Забруднююча речовина	Ланки виробництва / джерела викидів						Разом
	Склади				Ремонтно-механічна майстерня		
	щебеню і відсіву	гравію	щебеню	піску	Заточувальний верстат	Електро-зварювальний пост	
	№9	№11	№12	№13	№15	№16	
Пил	0,151153	0,472216	0,465995	0,290220	0,001080		1,380664
Оксид заліза						0,000162	0,000162
Марганець та його сполуки						0,000018	0,000018

У димових газах теплогенеруючого обладнання простежується наднормативні концентрації оксиду вуглецю. Найбільше перевищення зафіксоване у димових газах асфальтозмішувальної установки – у 2,4 рази. Значно менші перевищення вмісту СО над допустимим простежується у димових газах бітумоплавильних котлів (джерела №№ 2, 4, 6) на 19%, 10 і 10% відповідно. Загалом, «недопал» у вигляді підвищеного вмісту СО у димових газах котлів можна усуну регулюванням режиму спалювання природного газу у їхніх топках. Проте, доокиснення органічного карбону за рахунок нагнітання кисню (повітря) у топки призведе до підвищення температури димових газів, що, може, не узгоджуватися з технологічним регламентом виробництва асфальту.

Ланки допоміжного виробництва. Головними ланками допоміжного виробництва та головними забруднювачами атмосферного повітря є відкриті склади інертних матеріалів: склад щебеню і відсіву щебеню, склад гравію, склад щебеню і склад піску. Ці матеріали характеризуються великим пиловиділенням при операціях завантажування і пересипання, внаслідок чого в атмосферу виділяється велика кількість суспендованих частинок, недиференційованих за складом. Їхні викиди – це практично усі викиди допоміжного виробництва (99,9%), бо викиди компонентів зварювального аерозолі та металево-абразивного пилу з ремонтно-механічної майстерні є незначними.

Усі ланки допоміжного виробництва є неорганізованими джерелами викидів. Для таких джерел не встановлені чіткі технологічні параметри, головню, об'ємна витрата газо-пилової суміші. Тому визначити концентрації забруднюючих речовин викидах неорганізованих джерел розрахунковим методом неможливо [9].

Як зазначено у п.1.1, відповідно до вимог державних санітарних правил [7] виробництво асфальтобетону належить до I класу небезпечних підприємств з нормативною СЗЗ не менше 1000 м. Нормативна СЗЗ не

витримана [26-28], відстань від крайнього джерела викидів підприємства до найближчої житлової забудови становить 66 м.

З огляду на міркування, наведені вище, вирішення екологічних проблем подальшої роботи асфальтобетонного заводу ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д” належить до галузі планування забудови міста (зонування, генерального плану) [31] з подальшою стратегічною екологічною оцінкою детального плану території під асфальтобетонне виробництво [29]. Тобто, враховуючи достатню мобільність асфальтозмішувальних установок, на нашу думку, перенесення заводу на безпечну відстань від житлової забудови, за межі міста, буде найкращим заходом з екологізації виробництва на ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д”.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі зроблено аналіз асфальтобетонного виробництва на ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д” на предмет виявлення джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Розраховано масові викиди забруднюючих речовин у атмосферу по виявлених джерелах – ланках технологічного процесу. Головні висновки полягають у такому:

- головними джерелами забруднення атмосфери на підприємстві є теплогенеруюче обладнання і відповідно основною забруднюючою речовиною, що викидається від нього - діоксид вуглецю;
- основний шкідливий вплив на атмосферне повітря чинять наднормативні викиди суспендованих частинок, недиференційованих за складом (пилу) та оксиду вуглецю,
- для зменшення тиску асфальтобетонного заводу на атмосферу міста крім модернізації системи очищення викидних газів доцільно вжити заходів з перепланування його розміщення.

Список використаних джерел

1. Акт відбору проб викидів зі стаціонарних джерел ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д” від 13 вересня 2022 р. № 44. – Львів: лабораторія „Озон” ПП Сідляр Ю.М. – 5 с.
2. Вельбой В. П. Системи технологій: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / В. П. Вельбой. – Хмельницький: ТУП, 2003. – С. 91-101.
3. Вєтошкін А.Г. Процеси і апарати пилоочистки. Навчальний посібник/ А.Г. Вєтошкін – П: В-во ПДУ, 2005. – 210 с.
4. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. – К.: Світ, 2002. – 24 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. Довідка про обсяг використаної сировини та матеріалів за 2023 рік. – Жидачів: ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д”, 2023 р. – 1 с.
7. ДСП -173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджено МОЗУ від 19.06.96 №173. – Київ: Світ, 1996. – 25 с.
8. Затвержені нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел. – Київ: Верховна Рада України, 2006. – 12 с.
9. Збірник методик з визначення концентрацій речовин у промислових викидах. – Л.: Держкомгідромет, 1987. 272 с.
10. Збірник методик розрахунку вмісту забруднюючих речовин у викидах неорганізованих джерел забруднення атмосфери. – Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 1990 р. – 189 с.

- 11.Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том – I. – Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 2004. – 184 с.
- 12.Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том – II. – Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 2004. – 134 с.
- 13.Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том – III. – Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 2004. – 111 с.
- 14.Збірник методик розрахунку викидів в атмосферу забруднюючих речовин різними виробництвами. - Л.: Гідрометеовидав, 1986 г. – 206 с.
- 15.Зміни до Інструкції про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів від 01.03.2017, №97, Київ, 2017 р. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0394-17>
- 16.Зубик С. В. Техноекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища: навч. посіб. / С. В. Зубик. - Івано-Франківськ: Полум'я, 2004. – 452 с.
- 17.Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві. Наказ Міністерства охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України від 10 лютого 1995 р., № 7, Київ, 1995 р. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0061-95>
- 18.Кредмаш. Асфатобетонні заводи [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://kredmash.com/ua/asfaltobetonye-zavody>
- 19.Лялюк О. Г. Технічні засоби очищення газових викидів: навч. посіб. / О. Г. Лялюк, Г. С. Ратушняк. - Вінниця: ВНТУ, 2005. – 159 с.

- 20.Методика визначення валових викидів шкідливих речовин в атмосферу основним технологічним обладнання підприємств № 50-54 / 448 від 28.10.1985 р. – М.: Держкомгідромет, 1985. – 102 с.
- 21.Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин в атмосферу при механічній обробці металів (за значеннями питомих викидів). РНД 211.2.02.06-2004. – Астана: Видавництво стандартів, 2004. – 22 с.
- 22.Методика розрахунку викидів шкідливих речовин в атмосферу. – М: РД, 1986. – 168 с.
- 23.Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря при проведенні різних технологічних процесів [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://metodiki-rascheta-vyibrosov-zagryaznyayuschih.html>.
- 24.Методичні вказівки з розрахунку викидів забруднюючих речовин в атмосферу з димовими газами опалювальних та опалювально-виробничих котелень. – М.: Сектор науково-технічної інформації АКХ, 1991. – 87 с.
- 25.Орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць, затверджені постановою головного державного санітарного лікаря від 15.04.2013 №9 (ГН 2.2.6-184-2013).
- 26.Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення: Закон України від 24.02.1994 р. № 4004-12. Дата оновлення: 04.10.2018 р. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12>
- 27.Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16.10.1992 р. № 2059-8. Дата оновлення: 18.12.2017 р. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12>
- 28.Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ. Дата оновлення: 12.10.2018 р. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>

29. Про оцінку впливу на довкілля: Закон України від 23.05.2017 р. № 2059-VIII. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19>
30. Ратушняк Г. С. Технічні засоби очищення газових викидів: навч. посіб. / Г. С. Ратушняк, О. Г. Лялюк. – Ввнниця: ВНТУ, 2005. – 158 с.
31. Стратегія розвитку Жидачівської міської територіальної громади на період до 2027 року та план заходів на 2024-2027 роки з її реалізації. Виконавчий комітет Жидачівської міської ради, від 30.04.24 р. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zhidachiv-miskrada.gov.ua/strategiya-rozvitku-gromadi-08-40-00-30-01-2023/>
32. Технологічний регламент на приготування асфальтобетонних сумішей на АБЗ ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д”. - Жидачів: ТзОВ „Шляхбудсервіс-Д”, 1998 р. - 42 с.
33. Тимохін А.С. Інженерно-екологічний довідник. В 3-х т. / А.С. Тимохін – К: В-во Н.Бочкарьової, 2003. – 917 с.