

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 комплексу з переробки відходів гуми та пластику ТОВ «Гофер Україна» на довкілля

Виконав: студент групи ЕК-61м
спеціальності 101
“Екологія”
Рошко С.С.

Керівник: доц. Панківський Ю.І.

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

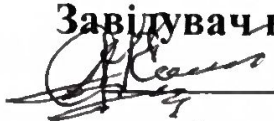
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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.

“ 30 ” 12 2025 року

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

Рошку Семену Семеновичу

1. Тема роботи Оцінка впливу комплексу з переробки відходів гуми та пластику ТОВ «Гофер Україна» 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 Технологічні паспорти піролізної лінії та лінії дистиляції; 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)

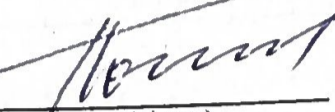
Вступ; 1. Загальні відомості про підприємство; 2. Оцінка впливу на атмосферне повітря; 3. Оцінка виробництва за рівнем шумового забруднення; 4. Оцінка можливого впливу на якість водного середовища; 5. Утворення відходів на виробництві з оброблення відходів; Висновки; Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____
Ситуаційна карта розміщення виробництва ТОВ «Гофер Україна»; Санітарно-захисна зона ТОВ «Гофер Україна»; Карта-схема виробничого майданчика ТОВ «Гофер Україна».

6. Консультанти розділів роботи


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

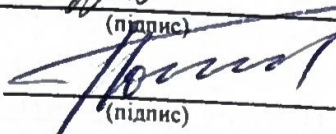
7. Дата видачі завдання 4.08.2025

Керівник проекту  Панківський Ю.І.
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальні відомості про підприємство	15.09.25-21.09.25	<i>виготовлено</i>
2	Оцінка впливу на атмосферне повітря	22.09.25-08.10.25	<i>виготовлено</i>
3	Оцінка виробництва за рівнем шумового забруднення	09.10.25-08.11.25	<i>виготовлено</i>
4	Оцінка можливого впливу на якість водного середовища	09.11.25-15.11.25	<i>виготовлено</i>
5	Утворення відходів на виробництві з оброблення відходів	16.11.25-30.11.25	<i>виготовлено</i>
6	Оформлення пояснювальної записки	01.12.25-17.12.25	<i>виготовлено</i>

Студент  Рошко С.С.
(підпис)

Керівник проекту  Панківський Ю.І.
(підпис)

АНОТАЦІЯ

УДК 504.06. Рошко С.С. Оцінка впливу комплексу з переробки відходів гуми та пластику ТОВ «Гофер Україна» на довкілля: кваліфікаційна робота магістра: 101 Екологія/ Семен Семенович Рошко; наук. кер.: Юрій Іванович Панківський; НЛТУ України. – Львів, 2025. – 86 с.

У дипломній роботі проаналізовано технологію переробки відходів гуми та пластику для отримання енергії ТОВ «Гофер Україна» з метою оцінки його впливу на довкілля. Визначено масові викиди забруднюючих речовин та виконано розрахунок їх розсіювання в атмосфері; розраховано обсяги відходів під час провадження планованої діяльності; виконано нормативний розрахунок водоспоживання та водовідведення на підприємстві; визначено рівні шуму від технологічного обладнання на прилеглій території.

Ключові слова: лінія піролізу та дистиляції, оцінка впливу на довкілля, джерела викидів, санітарно-захисна зона, розсіювання викидів забруднюючих речовин, утворення відходів, водоспоживання, шумове навантаження.

SUMMARY

UDK 504.06. Roshko Semen Environment impact assessment of the rubber and plastic waste processing complex of LLC "Gofer Ukraine: Master Diploma Thesis: 101 Ecology/ Semen Roshko; scientific supervisor: Yuriy Pankivskyi; UNFU. – Lviv, 2025. – 86 p.

In current Master Thesis the technology of processing rubber and plastic waste for energy production of LLC "Gofer Ukraine" has been analyzed in order to assess its impact on the environment. The mass emissions of pollutants have been determined and their dispersion in the atmosphere have been calculated; the volume of waste during the implementation of the planned activity has been calculated; normative calculation of water consumption and wastewater disposal at the enterprise has been performed; the noise levels from technological equipment in the surrounding area have been determined.

Key words: pyrolysis plant, distillation machine, environmental impact assessment, emission sources, sanitary protection zone, pollutant emission dispersion, waste generation, water consumption, noise pollution.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО.....	9
1.1. Опис місця провадження виробничої діяльності.....	10
1.2. Основні етапи виробничого процесу.....	13
РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ВПЛИВУ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ.....	18
2.1. Характеристика джерел викидів.....	18
2.2. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від комплексу....	24
2.3. Визначення рівнів і масштабі впливу підприємства на атмосферу.....	62
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ВИРОБНИЦТВА ЗА РІВНЕМ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ.....	69
3.1. Методика розрахунку рівнів шуму.....	69
3.2. Оцінка акустичного навантаження.....	70
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА МОЖЛИВОГО ВПЛИВУ НА ЯКІСТЬ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	74
РОЗДІЛ 5. УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ НА ВИРОБНИЦТВІ З ОБРОБЛЕННЯ ВІДХОДІВ.....	77
5.1. Види відходів на підприємстві.....	77
5.2. Розрахунок обсягів відходів.....	78
ВИСНОВКИ.....	82
Список використаних джерел.....	83

ВСТУП

На теперішній час в Україні зареєстровано понад 13,16 млн. транспортних засобів, які створюють приблизно 220-240 тис. т відходів вживаних шин щороку. Обсяги переробки цих шин в рік становлять приблизно 8%. Показник оброблення вживаних шин у розвинених країнах становить 30%-90%, що свідчить про значний потенціал розвитку такого виду діяльності в Україні.

Впровадження технології переробки відходів гуми та пластику матиме значний позитивний вплив на екологічний стан нашого регіону, оскільки дозволить вилучити з безконтрольного забруднення різних територій вживані шини, пластики та інші гумові вироби.

Незважаючи, що вживані шини та пластики відносяться до відходів, що не є небезпечними, використані і викинуті шини розкладаються в землі більше ста років, при цьому відбувається забруднення ґрунту, вимивання токсинів і канцерогенних речовин ґрунтовими водами. При високій температурі повітря так само відбувається виділення високотоксичних сполук. Під час горіння шин виділяється кіптява і сірчиста кислота.

Використання методів термічної деструкції, таких як піроліз і газифікація, дозволяє перетворювати відходи, що не є небезпечними, на корисні продукти: піролізне паливо, технічний вуглець, металеві залишки, синтез-газ та інші ресурси, придатні для вторинного використання.

Позитивним фактором даної діяльності є виробництво пального для опалення та виробництва електроенергії, додаткові джерела якої вкрай необхідні нашій державі в умовах постійних обстрілів енергетичної та теплогенераційної інфраструктури нашої держави.

Проте планована діяльність – «оброблення відходів, що не є небезпечними (гумові вироби, пластик, поліетилен) для отримання джерел та продуктів альтернативної енергії» відноситься до другої категорії видів планованої діяльності та об'єктів, які можуть мати вплив на довкілля та

підлягають оцінці впливу на довкілля відповідно до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля», а саме: «об'єкти оброблення відходів, що не є небезпечними, потужністю менше 100 т/добу» [29].

Мета роботи полягає в оцінці впливу технологічного процесу переробки відходів на ТОВ «Гофер Україна» на довкілля.

Досягнення мети забезпечувалось виконанням таких *завдань*:

- проаналізувати технологію переробки відходів гуми та пластику з метою отримання енергії;
- оцінити вплив виробництва на атмосферне повітря шляхом визначення масових викидів та розрахунку їх розсіювання;
- розрахувати обсяги відходів під час провадження планованої діяльності;
- виконати нормативний розрахунок водоспоживання та водовідведення на підприємстві;
- розрахувати рівні шуму від технологічного обладнання на прилеглий території.

Отримані у дипломній роботі результати та висновки можуть бути використані організації комплексів з термічної обробки відходів.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

ТОВ «Гофер Україна» засноване у 2015 році. Основним видом діяльності є деревообробне та стругальне виробництво. Підприємство здійснювало первинну переробку деревини хвойних та твердолистяних порід на обрізний пиломатеріал з подальшим його сушінням, а також виготовлення паливних гранул з відходів деревини.

У 2025 році з'явилась нова планована діяльність – модернізація діючого виробництва ТОВ «Гофер Україна» шляхом розміщення додаткового технологічного комплексу оброблення відходів що не є небезпечними (гумові вироби, пластик, поліетилен).

Мета планованої діяльності: Отримання альтернативних джерел енергії шляхом оброблення безпечних відходів (шин та пластику) методом піролізу в піролізне паливо, технічний вуглець.

Обсяги переробки відходів: 81 т/добу, 2430 т/місяць, 29160 т/рік.

Обсяги продукції:

- паливо для опалення або електричного генератора: 32,4 т/добу, 972 т/місяць, 11660 т/рік.
- вугільний брикет для опалення: 20 т/добу, 600 т/місяць, 7200 т/рік.
- гумова крихта: 20 т/добу, 600 т/місяць, 7200 т/рік.
- синтез газ для опалення або електричного генератора: 74 тис.м³/добу, 2220 тис.м³/місяць, 26640 тис.м³/рік.
- обсяг виробництва теплової енергії - 1,5 МВт/год, електричної - 2000 кВт/год.
- металевий корд : 12,15 т/добу, 364,5 т/місяць, 4374 т/рік.

Режим роботи підприємства: цілорічний, цілодобовий, 3-змінний.
Кількість працівників – 25 осіб.

Для забезпечення планованої діяльності запроектовано використовувати таке *обладнання*:

- 1) Піролізна лінія BLJ-16, продуктивністю 12-15 т одноразового завантаження - 2 одиниці;
- 2) Лінія дистиляції та очистки отриманого піролізного пального BZJ-10, продуктивністю оброблення 10 т/добу - 2 одиниці;
3. Брикетний прес DAMAS MACHINERY продуктивністю 1000 кг/год;
4. Малий комплекс оброблення відходів (КОВ-М) продуктивністю оброблення 4,8 т. сировини на добу (існуюче);
5. Великий комплекс оброблення відходів (КОВ-В) продуктивністю оброблення 36 т сировини на добу;
6. Безперервна лінія піролізу ППУШ-500, продуктивністю 500 кг/год.;
7. Козловий кран (існуючий);
8. Зона складування (існуюча);
9. Резервуари зберігання піролізного палива – 5 одиниць;
10. Дизель-генератор (або комплекс генераторів з двигунами CAT, MAN, Mitsubishi) загальною потужністю генерації електричної енергії 1 МВт/год;
11. Газопоршневий генератор (або комплекс генераторів з двигунами Jenbacher, CAT, MAN, Mitsubishi) загальною потужністю генерації електричної енергії 1 МВт/год;
12. Котельня (діюча);
13. Зварювальний пост (існуючий);
14. Механічна обробка металу, заточувальна майстерня (існуюча).

1.1. Опис місця провадження виробничої діяльності

Провадження планованої діяльності передбачається за адресою: 79069 Львівська обл., м. Львів, вул. Шевченка, 329 (рис.1.1). Здійснення планованої діяльності передбачається на території та в межах земельної ділянки розміщена у північно-західній частині м. Львова. Загальна площа земельної ділянки складає 2,2121 га. Земельна ділянка розташована в промисловій зоні



Рис. 1.1. Ситуаційна карта розміщення виробництва ТОВ «Гофер Україна»

згідно з Генеральним планом м. Львова. Проведення ПД здійснюватиметься згідно відповідно до виду користування земельною ділянкою [28].

Земельна ділянка існуючого підприємства, де передбачається планована діяльність, межує:

- з північної сторони – ПАТ «Завод Сільмаш»;
- зі Сходу - зеленою зоною, земельною ділянкою ТОВ «Бетонбуд»;
- з Півдня – землі міської ради; земельною ділянкою ТЗОВ «Глудно»;
- із Заходу – територією ФОП Баляш Оксани Миколаївни та землі міста.

Існуюча забудова по вул. Автобудівельників від примикання на вул. Шевченка забудована переважно виробничими та складськими корпусами.

Згідно з «Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів» [13] ширина нормативної санітарно-захисної зони (СЗЗ) для зазначеної господарської діяльності - 500 м (рис. 1.2).

У санітарно-захисній зоні підприємства відсутні споруди та об'єкти, житлового фонду. Найближча житлова забудова від джерел викидів забруднюючих речовин знаходиться на відстані 1150 м у західному напрямку.

Таким чином, нормативний розмір санітарно-захисної зони від виробництва ТОВ «Гофер Україна» витримується у всіх напрямках у повному обсязі.



Рис. 1.2. Санітарно-захисна зона ТОВ «Гофер Україна»

1.2. Основні етапи виробничого процесу

Плановою діяльністю передбачається здійснення оброблення відходів, що не є небезпечними, зокрема відпрацьованих шин, пластмасової упаковки, обрізків та стружок пластмас, інших видів полімерних відходів. Технологічний процес базується на методах термічної деструкції (піролізу), газифікації та дистиляції піролізного палива.

Основні стадії виробничого процесу:

- 1) Приймання та тимчасове зберігання відходів;
- 2) Підготовка відходів до переробки шляхом подрібнення;
- 3) Переробка відходів шляхом піролізу (термічної деструкції) з отриманням піролізного палива, технічного вуглецю та металевого корду.
- 4) Дистиляція піролізного палива для поділу на фракції;
- 5) Газифікація та пресування технічного вуглецю для подальшого використання в якості палива або енергоносія;
- 6) Вироблення енергії теплової/ електричної.

Збирання відходів здійснюватиметься як власними силами підприємства, так і з залученням сторонніх організацій. Для забезпечення безперебійного процесу підприємство планує укласти договори з автотранспортними підприємствами, юридичними особами, що володіють спеціалізованими транспортними засобами, а також з організаціями, що мають ліцензію на здійснення операцій із збирання та оброблення відходів.

Умови *тимчасового зберігання* передбачають використання відкритих майданчиків із твердим покриттям, захищених від атмосферних опадів та обладнаних системами пожежогасіння. Максимальний обсяг відходів, що одночасно зберігатимуться на території підприємства, не перевищує 500 т, що відповідає п'ятидобовій потребі підприємства у сировині.

Подрібнення гумотехнічних відходів, це підготовчий процес до піролізу виконуватиметься на верстатах виробництва компанії Zhengzhou Tianyu Heavy Industry Machinery CO LTD для та верстатів очистки шинного кільця.

Подрібнення відбувається на верстаті автоматичної порізки шин, який працює за принципом ножиць та розрізає шини на полоси шириною до 100 мм після чого ці полоси ріжуться на куски прямокутної форми довжиною не більше 100 мм. Потужність подрібнювача: до 150 кВт/год. Максимальний розмір частинок після подрібнення: не більше 100×100 мм для ефективного термічного оброблення. Робоча температура обладнання: від 5°C до 40°C. Швидкість обертання валів подрібнювача: до 60 об/хв.

Піролізна лінія циклічного типу BLJ-16 в кількості 2 одиниці, продуктивністю 12-15 т. одноразового завантаження кожна (виробник Beston Group, ТОВ «ЕЕА», ТОВ «Стандарт Реол Компані») [1].

Принцип роботи піролізної лінії BLJ-16 від Beston полягає в процесі піролізу, який є термічним розкладом органічних матеріалів без доступу кисню. Спочатку сировина завантажується в реактор. Після цього матеріали нагріваються до високих температур, до 450-750°C, в спеціальних печах. Оскільки процес відбувається без доступу кисню, відсутнє горіння, і матеріали розкладаються на кілька основних продуктів: піролізне паливо, технічний вуглець (чорний вуглець) та синтез-газ.

Після цього газ конденсується і перетворюється в рідку форму. Вивантаження готових продуктів відбувається після завершення процесу піролізу.

Циклічна лінія піролізу BLJ-16 включає:

- систему завантаження;
- реактор з пальниками;
- систему конденсації піролізних газів;
- систему очистки піролізних газів;
- ємності для проміжного зберігання піролізного палива;
- систему очистки димових газів;
- ємність для води з градирнею;
- систему видалення вуглецевого залишку;
- система спалювання надлишкових газів.

Піролізна лінія ППУШ-500, лінія безперервного піролізу продуктивністю 500 кг/год.

Принцип роботи лінії ППУШ-500 базується на безперервному процесі піролізу, де сировина завантажується в реактор і нагрівається до високих температур (звичайно від 450°C до 750°C) у відсутності кисню. Завдяки цьому відбувається термічний розклад матеріалів на кілька основних продуктів: піролізне паливо, технічний вуглець (чорний вуглець) і синтетичний газ.

У лінії ППУШ-500 процес піролізу не переривається, тобто після завершення одного циклу нагріву сировини, установка автоматично завантажує нову порцію матеріалу і продовжує працювати без зупинок. Синтетичний газ, що утворюється в процесі, може бути використаний для забезпечення тепла для подальшого піролізу, що робить установку енергоефективною.

Лінія дистиляції та очистки отриманого піролізного палива типу VZJ-10, в кількості 2 одиниці, продуктивністю оброблення 10 т. сировини на добу кожна.

Принцип роботи лінії дистиляції та очистки піролізного пального починається з того, що органічні відходи, такі як пластик, гума або біо-маса, завантажуються в піролізний реактор, де їх нагрівають до високих температур в умовах відсутності кисню. Це дозволяє здійснити розклад матеріалів на кілька продуктів: піролізне паливо, синтез-газ і технічний вуглець. Синтетичний газ направляється до системи конденсації, де він охолоджується і перетворюється в рідину, що є піролізним паливом. Паливо потім проходить через дистиляційний блок, де за допомогою контролю температури та тиску вона розділяється на різні фракції, такі як легкі рідини, середні та важкі, що дозволяє отримати високоякісне паливо. В процесі очищення піролізне паливо фільтрується від домішок, таких як смоли і частки сажі, що покращує його якість і робить придатним для подальшого використання в промислових цілях, наприклад, як паливо для обігріву або в генераторах.

Брикетний прес для технічного вуглецю продуктивністю 1000 кг в годину (виробник Damas Machinery, ТОВ «Укрбіогаз», ТОВ «ЕЕА»)

Принцип роботи брикетного пресу базується на стисненні матеріалу під високим тиском. Спочатку технічний вуглець подається в бункер або завантажувальну камеру, де він рівномірно розподіляється. Далі цей матеріал проходить через систему матриць і пресуючих валів, де під великим тиском відбувається формування брикетів. Завдяки високому тиску, частки вуглецю з'єднуються, що дозволяє отримати компактні і щільні брикети.

Після формування брикетів вони можуть бути охолоджені, якщо це необхідно, і готові до транспортування або використання.

КОВ комплекс оброблення відходів. Оброблення вуглецевмісних відходів з метою їх оброблення з подальшим виробництвом піролізного газу, піролізного палива та синтез газу.

Процеси піролізу та вироблення синтез газу проводяться у герметичних металевих ємностях – ретортах. Принцип роботи базується на методі низькотемпературного піролізу при температурі 360-550°C. При цьому утворюються: газоподібні, рідкі та тверді продукти, які під час піролізу поділяються і використовуються далі в технологічному процесі. Далі, за допомогою отриманого вуглецю та водяної пари при температурі 750-860°C, виробляється синтез газ, що складається в об'ємному вираженні з 50% водню та 50% окису вуглецю.

Генерація електричної енергії . Заключним етапом оброблення безпечних відходів є отримання електричної енергії через електричні генератори, які працюють на отриманому в результаті дистиляції піролізному пальному середніх фракцій, а також на газопоршневий генератор, який працює на синтезгазі. Загальна запланована потужність електричної генерації становить 2,0 МВт.

РОЗДІЛ 2

ОЦІНКА ВПЛИВУ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

2.1. Характеристика джерел викидів

На виробничому майданчику комплексу з обробки відходів розміщуватиметься 20 стаціонарних джерел викидів (табл. 2.1) (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Карта-схема виробничого майданчика ТОВ «Гофер Україна»:

- 1 - Адміністративно-побутові приміщення та виробничий корпус;
- 2 - Котельня.
- 3 - Сушарка деревини.
- 4 - Склад.
- 5 – Комплекс складування, сортування та оброблення відходів

Таблиця 2.1

Перелік джерел викидів комплексу переробки відходів

№ з/п	Джерело викидів	Дільниця	Джерело утворення
1	Димова труба МКОВ	Дільниця оброблення безпечних відходів	Малий комплекс оброблення відходів
2	Димова труба безперервної лінії піролізу		Безперервна лінія піролізу
3	Димова труба ССНГ №1		Система спалювання надлишкових газів лінії піролізу
4	Димова труба ЛД №1		Лінія дистиляції №1
5	Дих. клапан резервуару №1		Резервуар піролізного палива №1
6	Дих. клапан резервуару №2		Резервуар піролізного палива №2
7	Дих. клапан резервуару №3		Резервуар піролізного палива №3
8	Дих. клапан резервуару №4		Резервуар піролізного палива №4
9	Димова труба №1 ВКОВ		Великий комплекс оброблення відходів, пальник №1
10	Димова труба №2 ВКОВ		Великий комплекс оброблення відходів, пальник №2
11	Димова труба ЦЛП №1		Циклічна лінія піролізу №1
12	Димова труба ЦЛП №2		Циклічна лінія піролізу №2
13	Димова труба ССНГ №2		Система спалювання надлишкових газів
14	Дих. клапан резервуару №5		Резервуар піролізного палива №5
15	Димова труба ЛД №2		Лінія дистиляції №2
16	Димова труба генератора (комплексу генераторів)	Дільниця генерації електроенергії	Дизель-генератор , газопоршневий генератор (комплекс генераторів з двигунами CAT, MAN, Mitsubishi) загальною потужністю генерації електричної енергії 2 МВт/год
17	Зварювальний пост	Механічна майстерня	Зварювальні роботи
18	Механічна обробка металу		Заточний верстат
19	Труба циклону D-1700	Дільниця розпилювання	Пилорама
20	Димохідна труба водогрійного котла	Твердопаливна котельня	Твердопаливний водогрійний котел 1,5МВт

Малий комплекс оброблення відходів (1). У цьому комплексі відбувається оброблення безпечних відходів (гуми, пластику) шляхом піролізу. Комплекс запускають за допомогою піролізного пального, дизпалива або дров. Викиди забруднюючих речовин надходять в атмосферне повітря через димову трубу діаметром 0,219 м та висотою 7,11 м. Забруднюючі речовини: *азоту діоксид, вуглецю оксид, сірки діоксид, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок*, парникові гази: *метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид*.

Безперервна лінія піролізу №1 (2). На безперервній лінії також відбувається оброблення безпечних відходів (гуми, пластику) шляхом піролізу. Викид забруднюючих речовин надходить в атмосферне повітря через димову трубу діаметром 0,5 м та висотою 8,7 м. Забруднюючі речовини від спалювання палива: *азоту діоксид, вуглецю оксид, сірки діоксид, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок*, парникові гази: *метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид*.

Система спалювання надлишкових газів лінії піролізу (3). Система обладнана для того, щоб спалювати надлишкові піролізні гази, які можуть утворюватися на безперервній лінії піролізу. Робота комплексу відбувається цілодобово. Викиди забруднюючих речовин надходять в атмосферне повітря через димову трубу діаметром 0,25 м та висотою 5,0 м. Забруднюючі речовини від спалювання палива: *азоту діоксид, вуглецю оксид, сірки діоксид, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок*, парникові гази: *метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид*.

Лінія дистиляції №1 (4). На цій лінії відбувається дистиляція (розподіл на фракції) піролізного пального. Режим роботи лінії: 10-12 год. на добу. Паливом може служити дизельне пальне або піролізне пальне. Викиди забруднюючих речовин надходять в атмосферне повітря через димову трубу діаметром 0,426 м та висотою 7,0 м. Забруднюючі речовини від спалювання палива: *азоту діоксид, вуглецю оксид, сірки діоксид, речовини у вигляді*

суспендованих твердих частинок, парникові гази: метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид.

Резервуари піролізного палива №1-№4, (5-8). Для тимчасового зберігання піролізного палива, що прирівнюється за своїм складом та властивостями до дизельного палива, на підприємстві встановлено наземні сталеві резервуари по ємністю 50 м³. Викиди забруднюючих речовин надходять в атмосферне повітря через дихальний клапан діаметром 0,05 м та висотою 6,5 м. Забруднюючими речовинами: *вуглеводні граничні C₁₂-C₁₉.*

Великий комплекс оброблення відходів, пальник №1 (9). У цьому комплексі відбувається оброблення безпечних відходів (гуми, пластику) шляхом піролізу. Комплекс запускають за допомогою піролізного палива, дизпалива або дров. Викиди забруднюючих речовин надходять в атмосферне повітря через димову трубу діаметром 0,32 м та висотою 13,1 м. Забруднюючі речовини від спалювання палива: *азоту діоксид, вуглецю оксид, сірки діоксид, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, парникові гази: метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид.*

Великий комплекс оброблення відходів, пальник №2 (10). У комплексі відбувається оброблення безпечних відходів (гуми, пластику) шляхом піролізу. Комплекс запускають за допомогою піролізного палива, дизпалива або дров. Викиди забруднюючих речовин надходять в атмосферне повітря через димову трубу діаметром 0,32 м та висотою 13,1 м. Забруднюючими речовинами від спалювання палива: *азоту діоксид, вуглецю оксид, сірки діоксид, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, парникові гази: метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид.*

Циклічна лінія піролізу №1, №2 (11, 12). На цих лініях відбувається оброблення безпечних відходів (гума, пластик) шляхом піролізу. Режим роботи - цілодобовий. Паливом служить піролізний газ, що якраз утворюється в процесі оброблення відходів. Комплекс запускають за допомогою піролізного пального або дизпалива. Викиди забруднюючих речовин надходять в атмосферне повітря через димову трубу діаметром 0,426 м та

висотою 8,0 м. Забруднюючими речовинами від спалювання палива: *азоту діоксид, вуглецю оксид, сірки діоксид, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок*, парникові гази: *метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид*.

Система спалювання надлишкових піролізних газів циклічних ліній піролізу (13). Система обладнана для того, щоб спалювати надлишкові піролізні гази, які можуть утворюватися на циклічних лініях піролізу. Режим роботи - цілодобовий. Викиди забруднюючих речовин надходять в атмосферне повітря через димову трубу діаметром 0,426 м та висотою 7,0 м. Забруднюючими речовинами від спалювання палива: *азоту діоксид, вуглецю оксид, сірки діоксид, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок*, парникові гази: *метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид*.

Резервуар піролізного палива №5 (14). Для тимчасового зберігання піролізного палива, що прирівнюється за своїм складом та властивостями до дизельного палива, на підприємстві встановлено наземні сталеві резервуари по ємністю 50 м³. Викиди забруднюючих речовин надходять в атмосферне повітря через дихальний клапан діаметром 0,05 м та висотою 6,5 м. Забруднюючі речовини: *вуглеводні граничні C₁₂-C₁₉*.

Лінія дистиляції №2 (15). На лінії відбувається дистиляції (розподіл на фракції) піролізного палива. Режим роботи: 10-12 год. на добу. Паливом може служити дизельне паливо або піролізне паливо. Викиди забруднюючих речовин надходять в атмосферне повітря через димову трубу діаметром 0,426 м та висотою 7,0 м. Забруднюючими речовинами від спалювання палива: *азоту діоксид, вуглецю оксид, сірки діоксид, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок*, парникові гази: *метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид*.

Димова труба генератора (комплексу генераторів) (16). Генератори (дизель-генератор та газопоршневий генератор) встановлюються з метою забезпеченням електричною енергією підприємства. Потужність генератора (генераторів) становитиме до 1000 кВт (1,0 МВт). Режим роботи - цілодобовий. Основне паливо - піролізний газ. Допоміжне - дизпаливо. Викиди забруднюючих речовин від комплексу

генераторів надходять в атмосферне повітря через одну димову трубу діаметром 0,2 м та висотою 4,0 м. Забруднюючими речовини: *азоту діоксид, вуглецю оксид, сірки діоксид, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок*, парникові гази: *метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид*.

Зварювальний пост (неорганізоване джерело) (17). Виконуються зварювальні роботи електродами АНО-4. Забруднюючі речовини: *заліза оксид, марганцю діоксид*.

Від різання металу газорізальним апаратом в атмосферне повітря від викидаються: *заліза оксид, марганцю оксид, азоту діоксид; вуглецю оксид*.

Механічна обробка металів (неорганізоване джерело) (18). На посту проводяться роботи за допомогою ручного шліфувального електроінструменту – кутової шліфмашинки. Забруднюючі речовини: *речовини у вигляді суспендованих твердих частинок*.

Пилорама (19). Проводиться розпилювання деревини. Пилорама обладнана аспіраційною системою, яка виносить пил та стружку у циклон D-1700 продуктивністю 30000 м³/год. Викидна труба циклону має діаметр 0,8м та висоту 14,0м. Забруднюючі речовини: *речовини у вигляді суспендованих твердих частинок*.

Водогрійний твердопаливний котел (20). У котлі спалюють тирси та щепу з пилорами. Котел використовується для опалювання приміщень підприємства та вироблення гарячої води. Теплова потужність котла становить 1,5 МВт. Викиди забруднюючих речовин буде надходять в атмосферне повітря через одну димову трубу діаметром 0,5 м та висотою 16,0 м. Забруднюючими речовинами: *азоту діоксид, вуглецю оксид, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок*, парникові гази: *метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид*.

2.2. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від комплексу

Малий комплекс оброблення відходів (МКОВ) (джерело №1). В даному комплексі відбувається оброблення безпечних відходів (гума, пластик) шляхом піролізу. Робота комплексу відбувається цілодобово. Паливом служить піролізний газ, що якраз утворюється в процесі оброблення відходів. Кількість газу становить 480 м³/добу. Для того, щоб розпалити комплекс 1 раз на тиждень, використовується дизельне паливо у кількості 100 літрів на 1 розпал або дрова – 500 кг. Тривалість розпалу та виходу установки на робочий режим становить близько 2 годин.

Розпалювання дизельним паливом. Розрахунки виконані за методикою [21] допомогою програми MS Excel, результати занесені у таблиці 2.2-2.4.

Таблиця 2.2

Параметри для розрахунку викидів МКОВ(дизпаливо)

Параметр	Значення
Обладнання	МКОВ
Паспортна (номінальна) потужність, Q _н , МВт	1
Використовуване паливо	дизельне паливо
Нижча теплота згоряння палива, (Q ^r _i), МДж/кг	42,62
Зольність палива, A ^r , %	0,01
Вміст сірки в паливі ,S ^r , %	0,2
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO _x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q ₄ , %	0
Значення параметра $f = a_{\text{вин}}/(100-\Gamma_{\text{вин}})$	0,01
Вихід золи у вигляді легкої золи, a _{вин}	1
Вміст горючих речовин у легкій золі, $\Gamma_{\text{вин}}$, %, $\Gamma_{\text{вин}} = 100-a_{\text{вин}}/f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{\text{шл}}$, %	0
Річна витрата палива, В, т/рік	5
Річний час роботи, год	100
Годинна витрата палива, кг/год	47
Секундна витрата палива, g, г/с	13,06
Фактична теплова потужність, МВт	0,95

Таблиця 2.3

Показники емісії (дизпаливо)

1. Показник емісії CO	
Узагальнений показник емісії CO, $k(\text{CO})_0$, г/ГДж	320
Показник емісії вуглецю оксиду, k_{CO} , г/ГДж	320
2. Показник емісії NO_x	
Емісія NO _x без заходів, $(k_{\text{NO}_x})_0$, г/ГДж	95
Ступінь зниження викидів NO _x по навантаженню, f_n	0,73
Ефективність первинних заходів, h_I	0
Ефективність вторинних заходів, h_{II}	0
Коефіцієнт роботи азотоочисної установки, b	0
Показник емісії NO _x , k_{NO_x} , г/ГДж	69
3. ПОКАЗНИК ЕМІСІЇ SO₂	
Ефективність зв'язування сірки золою, h_I	0,02
Ефективність очищення оксидів сірки, h_{II}	0
Коефіцієнт роботи сіркоочисної установки, b	0
Показник емісії, SO ₂ , k_{SO_2} , г/ГДж	190
4. ПОКАЗНИК ЕМІСІЇ ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК	
Ефективність очищення ДГ від твердих часток, h_{3y} ,	0
Показник емісії твердих сорбентів, $k_{\text{ТВ}}$, г/ГДж	0
Показник емісії твердих часток, $k_{\text{ТВ}}$, г/ГДж	36
5. ПОКАЗНИК ЕМІСІЇ CH₄	
Показник емісії метану, k_{CH_4} , г/ГДж	3
6. ПОКАЗНИК ЕМІСІЇ N₂O	
Показник емісії азоту(I) оксиду(N ₂ O), $k_{\text{N}_2\text{O}}$, г/ГДж	0,6
7. ПОКАЗНИК ЕМІСІЇ CO₂	
Показник емісії вуглецю, k_C , г/ГДж	21100
Ступінь окислювання вуглецю, ε_C	0,99
Показник емісії вуглецю діоксиду, k_{CO_2} , г/ГДж	76662,63

Таблиця 2.4

Масові викиди (дизпаливо)

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,068945	0,014704
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,189848	0,040489
Оксид вуглецю	0,319744	0,068192
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,035971	0,007672
Парникові гази		
Метан	0,002998	0,000639
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,000600	0,000128
Вуглецю діоксид	76,601349	16,336806

Розпалювання дровами. Розрахунки виконані за методикою [3] допомогою програми MS Excel, результати занесені у таблиці 2.5-2.7.

Таблиця 2.5

Параметри для розрахунку викидів МКОВ(дрова)

Параметр	Значення
Обладнання	МКОВ
Паспортна (номінальна) потужність, Q_n , МВт	1
Використовуване паливо	дрова
Нижча теплота згоряння палива, (Q_i^r), МДж/кг	12,3
Зольність палива, A^r , %	2
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO_x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q_4 , %	0
Значення параметра $f = a_{вин}/(100-\Gamma_{вин})$	0,01
Вихід золи у вигляді леткої золи, $a_{вин}$	1
Вміст горючих речовин у леткій золі, $\Gamma_{вин}$, %, $\Gamma_{вин} = 100 - a_{вин}/f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{шл}$, %	0
Річна витрата палива, B , т/рік	26
Річний час роботи, год	100
Годинна витрата палива, кг/год	250
Секундна витрата палива, g , г/с	69,44
Фактична теплова потужність, МВт	0,95

Таблиця 2.6

Показники емісії (дрова)

1. Показник емісії CO	
Узагальнений показник емісії CO, $k(CO)_0$, г/ГДж	195
Показник емісії вуглецю оксиду, k_{CO} , г/ГДж	195
2. Показник емісії NO_x	
Емісія NO_x без заходів, $(k_{NO_x})_0$, г/ГДж	200
Ступінь зниження викидів NO_x по навантаженню, f_n	0
Ефективність первинних заходів, h_I	0
Ефективність вторинних заходів, h_{II}	0
Коефіцієнт роботи азотоочисної установки, b	0
Показник емісії NO_x , k_{NO_x} , г/ГДж	200
4. ПОКАЗНИК ЕМІСІЇ ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК	
Ефективність очищення ДГ від твердих часток, h_{3y} ,	0
Показник емісії твердих сорбентів, $k_{тв}$, г/ГДж	0
Показник емісії твердих часток, $k_{тв}$, г/ГДж	85,37
5. ПОКАЗНИК ЕМІСІЇ CH₄	
Показник емісії метану, k_{CH_4} , г/ГДж	5
6. ПОКАЗНИК ЕМІСІЇ N₂O	
Показник емісії азоту(I) оксиду(N_2O), k_{N_2O} , г/ГДж	4
7. ПОКАЗНИК ЕМІСІЇ CO₂	
Показник емісії вуглецю, k_C , г/ГДж	28130
Ступінь окислювання вуглецю, ε_C	1
Показник емісії вуглецю діоксиду, k_{CO_2} , г/ГДж	103237,1

Таблиця 2.7

Масові викиди (дизпаливо)

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,199840	0,063960
Оксид вуглецю	0,194844	0,062361
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,085302	0,027301
Парникові гази		
Метан	0,004996	0,001599
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,003997	0,001279
Вуглецю діоксид	103,154576	33,015225

Робота на піролізному паливі. Розрахунки виконані за методикою [5] з допомогою програми MS Excel, результати занесені у таблиці 2.7-2.9.

Таблиця 2.7

Параметри для розрахунку викидів МКОВ (піролізний газ)

Параметр	Значення
Обладнання	МКОВ
Паспортна (номінальна) потужність, Q _н , МВт	0,25
Використовуване паливо	піролізний газ
Нижча теплота згоряння палива, (Q ^r), МДж/кг	45
Зольність палива, A ^r , %	0,01
Вміст сірки в паливі, S ^r , %	0,5
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO _x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q ₄ , %	0
Значення параметра $f = a_{\text{вин}} / (100 - \Gamma_{\text{вин}})$	0,01
Вихід золи у вигляді леткої золи, a _{вин}	1
Вміст горючих речовин у леткій золі, $\Gamma_{\text{вин}}$, %, $\Gamma_{\text{вин}} = 100 - a_{\text{вин}} / f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{\text{шл}}$, %	0
Річна витрата палива, В, т/рік	160
Річний час роботи, год	8000
Годинна витрата палива, кг/год	19,98
Секундна витрата палива, g, г/с	5,55
Фактична теплова потужність, МВт	0,2375

Таблиця 2.8

Показники емісії (піролізний газ)

1. Показник емісії CO	
Узагальнений показник емісії CO, $k(\text{CO})_0$, г/ГДж	160
Показник емісії вуглецю оксиду, k_{CO} , г/ГДж	160
2. Показник емісії NO_x	
Емісія NO _x без заходів, $(k_{\text{NO}_x})_0$, г/ГДж	95
Ступінь зниження викидів NO _x по навантаженню, f_n	0,73
Ефективність первинних заходів, h_I	0
Ефективність вторинних заходів, h_{II}	0
Коефіцієнт роботи азотоочисної установки, b	0
Показник емісії NO _x , k_{NO_x} , г/ГДж	69
3. ПОКАЗНИК ЕМІСІЇ SO₂	
Ефективність зв'язування сірки золою, h_I	0,02
Ефективність очищення оксидів сірки, h_{II}	0
Коефіцієнт роботи сіркоочисної установки, b	0
Показник емісії, SO ₂ , k_{SO_2} , г/ГДж	235,29
4. ПОКАЗНИК ЕМІСІЇ ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК	
Ефективність очищення ДГ від твердих часток, $h_{\text{зв}}$,	0
Показник емісії твердих сорбентів, $k_{\text{ТВ}}$, г/ГДж	0
Показник емісії твердих часток, $k_{\text{ТВ}}$, г/ГДж	36
5. ПОКАЗНИК ЕМІСІЇ CH₄	
Показник емісії метану, k_{CH_4} , г/ГДж	3
6. ПОКАЗНИК ЕМІСІЇ N₂O	
Показник емісії азоту(I) оксиду(N ₂ O), $k_{\text{N}_2\text{O}}$, г/ГДж	0,6
7. ПОКАЗНИК ЕМІСІЇ CO₂	
Показник емісії вуглецю, k_C , г/ГДж	21100
Ступінь окислювання вуглецю, ε_C	0,99
Показник емісії вуглецю діоксиду, k_{CO_2} , г/ГДж	76662,63

Таблиця 2.9

Масові викиди (піролізний газ)

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,017236	0,496800
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,058775	1,694088
Оксид вуглецю	0,039968	1,152000
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,008993	0,259200
Парникові гази		
Метан	0,000749	0,021600
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,000150	0,004320
Вуглецю діоксид	19,150337	551,970936

Значення максимальних масових викидів забруднюючих речовин від малого комплексу оброблення відходів занесемо у таблицю 2.10

Таблиця 2.10

Масові викиди МКОВ

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,286021	0,575464
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,248624	1,734577
Оксид вуглецю	0,554556	1,282553
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,130266	0,294173
Парникові гази		
Метан	0,008743	0,023838
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,004746	0,005727
Вуглецю діоксид	198,906262	601,322967

Безперервна лінія піролізу (джерело №2). На безперервній лінії також відбувається оброблення безпечних відходів (гума, пластик) шляхом піролізу. Робота комплексу відбувається цілодобово. Паливом служить піролізний газ, що якраз утворюється в процесі оброблення відходів. Кількість газу становить 600 м³/добу. Для того, щоб розпалити комплекс 1 раз на тиждень, використовується дизельне паливо у кількості 100 літрів на 1 розпал. Тривалість розпалу та виходу установки на робочий режим становить близько 2 годин.

Розпалювання комплексу дизельним паливом (допоміжний вид палива). Розрахунок проводився згідно з [21] у програмі MS Excel, результати занесені у таблиці 2.11-2.12.

Витрата палива (максимально) – 5,0 тон на рік.

Таблиця 2.11

Параметри для розрахунку викидів лінії піролізу (дизпаливо)

Параметр	Значення
Обладнання	Лінія піролізу
Паспортна (номінальна) потужність, Q _n , МВт	1
Використовуване паливо	дизельне паливо
Нижча теплота згоряння палива, (Q ^r _i), МДж/кг	42,62
Зольність палива, A ^r , %	0,01
Вміст сірки в паливі, S ^r , %	0,2
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO _x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q ₄ , %	0
Значення параметра $f = a_{\text{вин}}/(100-\Gamma_{\text{вин}})$	0,01
Вихід золи у вигляді легкої золи, a _{вин}	1
Вміст горючих речовин у легкій золі, $\Gamma_{\text{вин}}$, %, $\Gamma_{\text{вин}} = 100 - a_{\text{вин}}/f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{\text{шл}}$, %	0
Річна витрата палива, В, т/рік	5
Річний час роботи, год	100
Годинна витрата палива, кг/год	47
Секундна витрата палива, g, г/с	13,06
Фактична теплова потужність, МВт	0,95

Показники емісії для розрахунку масових викидів при розпалюванні лінії піролізу дизпаливом взяті з таблиці 2.2. З огляду на це, розраховані викиди забруднюючих речовин (табл. 2.12).

Таблиця 2.12

Масові викиди лінії піролізу (дизпаливо)

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,068945	0,014704
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,189848	0,040489
Оксид вуглецю	0,319744	0,068192
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,035971	0,007672
Парникові гази		
Метан	0,002998	0,000639
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,000600	0,000128
Вуглецю діоксид	76,601349	16,336806

Робота безперервної лінії піролізу на піролізному паливі (основний вид палива). Розрахунок проводився згідно з [5] у програмі MS Excel, результати занесені у таблиці 2.13-2.14. Витрата палива (максимально) – 200 т/рік.

Таблиця 2.13

Параметри для розрахунку викидів лінії піролізу (піролізний газ)

Параметр	Значення
Обладнання	Лінія піролізу
Паспортна (номінальна) потужність, Q_n , МВт	0,25
Використовуване паливо	піролізний газ
Нижча теплота згоряння палива, (Q_i), МДж/кг	45
Зольність палива, A^r , %	0,01
Вміст сірки в паливі, S^r , %	0,5
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO_x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q_4 , %	0
Значення параметра $f = a_{вин}/(100 - \Gamma_{вин})$	0,01
Вихід золи у вигляді легкої золи, $a_{вин}$	1
Вміст горючих речовин у легкій золі, $\Gamma_{вин}$, %, $\Gamma_{вин} = 100 - a_{вин}/f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{шл}$, %	0
Річна витрата палива, V , т/рік	200
Річний час роботи, год	8000
Годинна витрата палива, кг/год	19,98
Секундна витрата палива, g , г/с	5,55
Фактична теплова потужність, МВт	0,2375

Показники емісії для розрахунку масових викидів при роботі лінії піролізу на основному паливі – піролізному газі взяті з таблиці 2.8. З огляду на це, розраховані викиди забруднюючих речовин (табл. 2.14).

Таблиця 2.14

Масові викиди (піролізний газ)

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,021511	0,621000
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,073352	2,117610
Оксид вуглецю	0,049880	1,440

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,011223	0,3240
Парникові гази		
Метан	0,000935	0,027
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,000187	0,0054
Вуглецю діоксид	23,899621	689,96367

Значення максимальних масових викидів забруднюючих речовин безперервної лінії піролізу занесемо у таблицю 2.15

Таблиця 2.15

Масові викиди безперервної лінії піролізу

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,090456	0,635704
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,263200	2,158099
Оксид вуглецю	0,369624	1,508192
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,047194	0,331672
Парникові гази		
Метан	0,003933	0,027639
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,000787	0,005528
Вуглецю діоксид	100,50097	706,300476

Система спалювання надлишкових піролізних газів (джерело №3).

Система обладнана для того, щоб спалювати надлишкові піролізні газы, які можуть утворюватися на безперервній лінії піролізу. Робота комплексу відбувається цілодобово. Кількість газу може становити до 600 м³/добу. Розпалу і виходу на робочий режим система не потребує. Розрахунок проводили згідно з [21] у програмі MS Excel, результати занесені у таблиці 2.16-2.17. Витрата палива (максимально) – 200 т/рік.

Таблиця 2.16

Параметри для розрахунку викидів системи спалювання надлишку піролізного газу

Параметр	Значення
Обладнання	Лінія піролізу
Паспортна (номінальна) потужність, Q_n , МВт	0,25
Використовуване паливо	піролізний газ
Нижча теплота згоряння палива, (Q_i^r), МДж/кг	45
Зольність палива, A^r , %	0,01
Вміст сірки в паливі, S^r , %	0,5
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO_x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q_4 , %	0
Значення параметра $f = a_{вин}/(100 - \Gamma_{вин})$	0,01
Вихід золи у вигляді легкої золи, $a_{вин}$	1
Вміст горючих речовин у легкій золі, $\Gamma_{вин}$, %, $\Gamma_{вин} = 100 - a_{вин}/f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{шл}$, %	0
Річна витрата палива, B , т/рік	200
Річний час роботи, год	8000
Годинна витрата палива, кг/год	19,98
Секундна витрата палива, g , г/с	5,55
Фактична теплова потужність, МВт	0,2375

Показники емісії для розрахунку масових викидів при спалюванні піролізного газу взяті з таблиці 2.8. З огляду на це, розраховані викиди забруднюючих речовин (табл. 2.17).

Таблиця 2.17

Масові викиди системи спалювання надлишку піролізного газу

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,021511	0,621000
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,073352	2,117610
Оксид вуглецю	0,049880	1,440
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,011223	0,3240
Парникові гази		
Метан	0,000935	0,027
Азоту (I) оксид [N_2O]	0,000187	0,0054

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Вуглецю діоксид	23,899621	689,96367

Лінії дистиляції №1 та №2 (джерела №№ 4, 15). На лініях дистиляції відбувається дистиляція (розподіл на фракції) піролізного палива. Режим роботи ліній: цілодобово до 300 діб на рік. Паливом може служити дизельне паливо - 230 л/змінa (до 212 кг), або піролізне паливо - 230 л/змінa.

Робота лінії на дизельному паливі (допоміжний вид палива).

Розрахунок проводили згідно з [5] у програмі MS Excel, результати занесені у таблиці 2.18-2.19. Витрата палива (максимально) – 69 т/рік.

Таблиця 2.18

Параметри для розрахунку викидів лінії дистиляції (дизпаливо)

Параметр	Значення
Обладнання	Лінія дистиляції
Паспортна (номінальна) потужність, Q_n , МВт	1
Використовуване паливо	дизельне паливо
Нижча теплота згоряння палива, (Q_i^r) , МДж/кг	42,62
Зольність палива, A^r , %	0,01
Вміст сірки в паливі, S^r , %	0,2
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO_x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q_4 , %	0
Значення параметра $f = a_{вин}/(100-G_{вин})$	0,01
Вихід золи у вигляді леткої золи, $a_{вин}$	1
Вміст горючих речовин у леткій золі, $G_{вин}$, %, $G_{вин} = 100 - a_{вин}/f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $G_{шл}$, %	0
Річна витрата палива, V , т/рік	60
Річний час роботи, год	7000
Годинна витрата палива, кг/год	21,1
Секундна витрата палива, g , г/с	5,86
Фактична теплова потужність, МВт	0,95

Показники емісії для розрахунку масових викидів при роботі лінії на дизпаливі взяті з таблиці 2.2. З огляду на це, розраховані викиди забруднюючих речовин (табл. 2.19).

Таблиця 2.19

Масові викиди лінії дистиляції (дизпаливо)

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,017236	0,202914
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,047462	0,558748
Оксид вуглецю	0,079936	0,941050
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,008993	0,105868
Парникові гази		
Метан	0,000749	0,008822
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,00015	0,001764
Вуглецю діоксид	19,150337	225,447929

Робота лінії дистиляції на піролізному паливі (основний вид палива). Розрахунок проводили згідно з [5] у програмі MS Excel, результати занесені у таблиці 2.20-2.21. Витрата палива (максимально) – 300 т/рік.

Таблиця 2.20

Параметри для розрахунку викидів лінії дистиляції (піролізне паливо)

Параметр	Значення
Обладнання	Лінія дистиляції
Паспортна (номінальна) потужність, Q _н , МВт	0,25
Використовуване паливо	піролізний газ
Нижча теплота згоряння палива, (Q ^r _i), МДж/кг	45
Зольність палива, A ^r , %	0,01
Вміст сірки в паливі, S ^r , %	0,5
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO _x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q ₄ , %	0
Значення параметра $f = a_{\text{вин}} / (100 - \Gamma_{\text{вин}})$	0,01
Вихід золи у вигляді легкої золи, a _{вин}	1
Вміст горючих речовин у легкій золі, $\Gamma_{\text{вин}}$, %, $\Gamma_{\text{вин}} = 100 - a_{\text{вин}} / f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{\text{шл}}$, %	0
Річна витрата палива, В, т/рік	300
Річний час роботи, год	7000
Годинна витрата палива, кг/год	19,98
Секундна витрата палива, g, г/с	5,55
Фактична теплова потужність, МВт	0,2375

Показники емісії для розрахунку масових викидів при спалюванні піролізного газу взяті з таблиці 2.8. З огляду на це, розраховані викиди забруднюючих речовин (табл. 2.21).

Таблиця 2.21

Масові викиди лінії дистиляції (піролізний газ)

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,017236	0,93150
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,058775	3,176415
Оксид вуглецю	0,039968	2,160
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,008993	0,486
Парникові газы		
Метан	0,000749	0,0405
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,000150	0,0081
Вуглецю діоксид	19,150337	1034,945505

Значення максимальних масових викидів забруднюючих речовин від ліній дистиляції у таблицю 2.22

Таблиця 2.22

Масові викиди ліній дистиляції

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,034472	1,134414
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,106238	3,735163
Оксид вуглецю	0,119904	3,101050
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,017986	0,591868
Парникові газы		
Метан	0,001499	0,049322
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,000300	0,009864
Вуглецю діоксид	38,300674	1260,393434

Резервуари зберігання піролізного пального №№1-5 (джерела викидів №№ 5, 6, 7, 8, 14). Для тимчасового зберігання піролізного палива, що порівнюється за своїм складом та властивостями до дизельного, на підприємстві встановлено 5 шт. наземних сталевих резервуарів ємністю по 50 м³. Кожен резервуар обладнаний дихальним клапаном, що призначений для регулювання тиску пари піролізного палива в резервуарі в процесі закачування або викачування нафтопродуктів та при їх зберіганні.

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря відбуваються як за рахунок „великого дихання”, так і за рахунок „малого дихання”. Втрати нафтопродуктів від „великого дихання” – це витискування надлишку повітря, яке насичено парами палива, з резервуара під час заповнення резервуара. Якщо паливо наливається в герметизований резервуар, то суміш повітря з парами палива стискується до тиску, на який відрегульована дихальна апаратура. Як тільки тиск у резервуарі досягне величини навантаження дихального клапану, пари палива починають виходити з резервуару. Втрати палива внаслідок „великого дихання” залежить від ступеню наповнювання резервуару. Втрати палива від „малого дихання” – це викиди пари палива з резервуару в результаті підвищення температури газового простору резервуару. Чим вище тиск насиченої палива, тим більше втрати при тривалому зберіганні та при наливанні. Викиди забруднюючих речовин відбуваються крізь дихальні клапани від резервуарів.

Забруднюючі речовини, що викидаються від резервуарів з піролізним паливом та при здійсненні інших технологічних операцій приймаються як *вуглеводні граничні C₁₂-C₁₉* (ГДК=1,0 мг/м³).

Зберігання піролізного палива. Секундні валові викиди парів забруднюючих речовин згідно з [22], визначаються за формулою:

$$П = 2,52 \cdot V_p \cdot P_s \cdot M_n \cdot (K_{5x} + K_{5r}) \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot (1 - E) \cdot 10^{-9} / 3,6 \text{ (г/с)}, \quad (2.1)$$

де

V_p – об’єм рідини, який наливають у кожен резервуар протягом року, м³/рік, для дизпалива (ДП) – $4650 \text{ т} : 0,93 = 5000 \text{ м}^3/\text{рік}$;

P_s – тиск насичених парів рідини при температурі 38°C; для дизпалива – 2,6 гПа;

$M_{\text{п}}$ – молекулярна маса парів рідини; для дизпалива – 135,5 г/моль;

K_{5x} та K_{5T} – поправочні коефіцієнти, які залежать від тиску насичених парів P_s і температури газового простору T_T відповідно в холодний і теплий період року;

K_6 – поправочний коефіцієнт, який залежить від тиску насичених парів і річної оборотності резервуарів (цистерн);

K_7 – поправочний коефіцієнт, який залежить від технічного обладнання та режиму експлуатації резервуарів. Для всіх цистерн $K = 1$;

E – коефіцієнт ефективності газовловлюючого обладнання резервуару, $E = 0,0$.

Еквівалентна температура кипіння багатокомпонентної рідини визначається за формулою:

$$T_{\text{екв}} = T_{\text{пк}} + (T_{\text{кк}} - T_{\text{пк}})/8,8, \quad (2.2)$$

де

$T_{\text{пк}}$ і $T_{\text{кк}}$ – температура початку і кінця кипіння багатокомпонентної суміші.

Температура газового простору в резервуарі визначається за формулою: за шість найбільш холодних місяців:

$$T_{\text{ГХ}} = K_{1x} + K_{2x} \cdot T_{\text{ах}} + K_{3x} \cdot T_{\text{рід}_x}, \quad (2.3)$$

де

$T_{\text{ах}}$ – середнє арифметичне значення температури атмосферного повітря за 6 найбільш холодних місяців;

$T_{\text{рід}_x}$ – середня температура нафтопродуктів в резервуарі за 6 найбільш холодних місяців;

K_{1x}, K_{2x}, K_{3x} – поправочні коефіцієнти на типи резервуарів та кліматичні умови за 6 найбільш холодних місяців.

за шість найбільш теплих місяців:

$$T_{гг} = K_4 \cdot (K_{1г} + K_{2г} \cdot T_{ат} + K_{3г} \cdot T_{рід_г}) , \quad (2.4)$$

де

$T_{ат}$ – середнє арифметичне значення температури атмосферного повітря за 6 найбільш теплих місяців;

$T_{рід_г}$ – середня температура нафтопродуктів в резервуарі за 6 найбільш теплих місяців;

$K_{1г}, K_{2г}, K_{3г}$ – поправочні коефіцієнти на типи резервуарів та кліматичні умови за 6 найбільш теплих місяців.

K_4 - поправочний коефіцієнт на колір поверхні резервуару та кліматичні умови.

Оборотність резервуару визначається за формулою:

$$N = G \times K_3 / V , \quad (2.5)$$

де G – річний вантажообіг резервуару, м³/рік;

K_3 – коефіцієнт заповнення резервуару;

V – об'єм резервуару, м³.

Розрахунок температури газового простору і коефіцієнта $K_{5г}$ за шість найбільш теплих місяців по резервуарах:

Нафто-продукт	Фарбування резервуару	K_4	Середня $T_{ат}, ^\circ\text{C}$	Т-ра нафто-продуктів $T_{рід_г}$	Розрахункові к-ти			Т-ра газового простору $T_{гг}, ^\circ\text{C}$	Тиск насиченої пари P_s , гПа	$K_{5г}$
					$K_{1г}$	$K_{2г}$	$K_{3г}$			
Піролізне паливо	Алюмінієва фарба	1	13,58	14,83	6,12	0,41	0,51	20,41	2,6	0,183

Розрахунок температури газового простору і коефіцієнта K_{5x} за шість найбільш холодних місяців по резервуарах:

Нафто-продукт	Середня $T_{ат}, ^\circ\text{C}$	Т-ра нафто-продуктів $T_{рід_x}$	Розрахункові к-ти			Т-ра газового простору $T_{гг}, ^\circ\text{C}$	Тиск насиченої пари P_s , гПа	K_{5x}
			K_{1x}	K_{2x}	K_{3x}			
Піролізне паливо	-1,68	3,42	0,3	0,37	0,62	1,8	2,6	0,1051

Розрахунок значень еквівалентної температури, тиску і молекулярної маси пари нафтопродуктів по резервуарах:

Нафтопродукт	Т-ра початку кипіння $T_{пк}, ^\circ\text{C}$	Т-ра кінця кипіння $T_{кк}, ^\circ\text{C}$	Еквівалент т-ри початку кипіння, $T_{екв}, ^\circ\text{C}$	Тиск насиченої пари P_s , гПа	Молекулярна маса пари рідини M_p
Піролізне паливо	160	360	182,7	2,6	133,5

Зведений розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря по резервуарах:

№джерела	№ резервуару	Нафтопродукт	Обсяг нафтопродуктів		Об'єм резервуару, м^3	Коефіцієнт заповнення	Коефіцієнт обертання	Тиск насиченої пари P_s , гПа	Молекулярна маса пари, г/моль	Розрахункові коефіцієнти				Масові викиди, г/с
			т/рік	$\text{м}^3/\text{рік}$						K_{5x}	K_{5T}	K_6	K_7	
5	1	Піролізне паливо	4650	5000	50	0,9	127,3	2,6	135,5	0,051	0,183	1,16	1,1	0,00037
6	2		4650	5000	50	0,9	127,3	2,6	135,5	0,051	0,183	1,16	1,1	0,00037
7	3		4650	5000	50	0,9	127,3	2,6	135,5	0,051	0,183	1,16	1,1	0,00037
8	4		4650	5000	50	0,9	127,3	2,6	135,5	0,051	0,183	1,16	1,1	0,00037
14	5		4650	5000	50	0,9	127,3	2,6	135,5	0,051	0,183	1,16	1,1	0,00037

Злив нафтопродуктів. Секундні валові викиди парів забруднюючих речовин згідно з [23-25] визначаються за формулою:

$$P = 0,2485 \cdot V_p \cdot P_s \cdot M_p \cdot (K_{5x} + K_{5T}) \cdot 10^{-9} / 3,6 \text{ (г/с)}, \quad (2.6)$$

де

V_p – об'єм рідини, який наливається в резервуар протягом року, $\text{м}^3/\text{рік}$;

P_s – тиск насичених парів рідини при температурі 38°C ;

M_p – молекулярна маса парів рідини;

K_{5x} та K_{5T} – поправочні коефіцієнти, які залежать від тиску насичених парів P_s і температури газового простору T_T відповідно в холодний і теплий період року;

E – коефіцієнт ефективності газозловлюючого обладнання резервуару, $E = 0,0$.

Еквівалентна температура кипіння багатокомпонентної рідини визначається за формулою (2.2).

Температура газового простору в резервуарі визначається за формулою:
за шість найбільш холодних місяців:

$$T_{ГХ} = T_{ах},$$

де

$T_{ах}$ – середнє арифметичне значення температури атмосферного повітря
за 6 найбільш холодних місяців;

за шість найбільш теплих місяців:

$$T_{ГТ} = T_{ат},$$

де

$T_{ат}$ – середнє арифметичне значення температури атмосферного повітря
за 6 найбільш теплих місяців.

Розрахунок температури газового простору і коефіцієнту $K_{5т}$ і $K_{5х}$ при
зливі нафтопродуктів:

Нафтопродукт	Тиск насиченої пари P_s , гПа	Т-ра газового простору $T_{ГХ}=T_{ах}$, °С	$K_{5х}$	Т-ра газового простору $T_{ГТ}=T_{ат}$, °С	$K_{5т}$
Піролізне паливо	2,6	-1,68	0,051	13,58	0,183

Зведений розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферне
повітря при закачуванні нафтопродуктів:

№ джерела	Нафтопродукт	Джерело викидів	Обсяг нафтопродуктів		Тиск насиченої пари P_s , гПа	Молекулярна маса пари, г/мол	Коефіцієнти		Масові викиди, г/с
			т/рік	м ³ /рік			$K_{5х}$	$K_{5т}$	
5	Піролізне паливо	Дихальний клапан	4650	5000	2,6	135,5	0,051	0,183	0,000029
6			4650	5000	2,6	135,5	0,051	0,183	0,000029
7			4650	5000	2,6	135,5	0,051	0,183	0,000029
8			4650	5000	2,6	135,5	0,051	0,183	0,000029
14			4650	5000	2,6	135,5	0,051	0,183	0,000029

Визначення фонду робочого часу технологічного обладнання:
Випаровування нафтопродуктів при зберіганні відбувається постійно через дихальні клапани резервуарів. Фонд робочого часу визначається при умові постійного заповнення резервуарів на протязі року і становить: $365 \cdot 24 = 8760$ год/рік.

Заповнення резервуарів буде здійснюватися консольними насосними агрегатами К 80-65-160 з двигуном 7,5 кВт 2900 об/хв, зі швидкістю перекачки 50 м³/год. Фонд робочого часу для наповнення кожного резервуару становить до 100 год/рік.

З огляду на це, можна порахувати валові викиди. Зведений розрахунок річних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря по джерелах № 5-8, 14 має вигляд:

Нафтопродукт	Обсяг нафтопродуктів		Засоби скорочення втрат	Потужність викиду, г/с	Фонд робочого часу, год/рік	Валові викиди, т/рік
	т/рік	м ³ /рік				
Піролізне паливо (зберігання)	4650	5000	Алюмінієва фарба	0,00037	8760	0,0011668
Піролізне паливо (закачування)	4650	5000	Алюмінієва фарба	0,000029	100	0,00001
Разом				0,000339		0,011678

Великий комплекс оброблення відходів (пальники №1, №2) (джерела №№ 9, 10). У комплексі відбувається оброблення безпечних відходів (гума, пластик) шляхом піролізу. Режим роботи - цілодобово. Паливом служить піролізний газ, що утворюється у процесі оброблення відходів. Кількість газу становить 1800 м³/добу. Для того, щоб розпалити комплекс 1 раз на тиждень, використовується дизпаливо у кількості 200 літрів на 1 розпал, або дрова – 1500 кг. Тривалість розпалу та виходу установки на робочий режим становить близько 2 годин.

Тому розрахунки будемо проводити для варіантів:

- розпалювання комплексу дизельним паливом (допоміжний вид палива).
- розпалювання комплексу дровами (альтернативний вид палива).
- робота комплексу на піролізному пальному (основний вид палива).

Розпалювання дизельним паливом. Розрахунки виконані за методикою [23-25] допомогою програми MS Excel, результати занесені у таблиці 2.23-2.24. Витрата палива (максимально) – 10 т/рік.

Таблиця 2.23

Параметри для розрахунку викидів МКОВ(дизпаливо)

Параметр	Значення
Обладнання	ВКОВ
Паспортна (номінальна) потужність, Q_n , МВт	1,1
Використовуване паливо	дизельне паливо
Нижча теплота згоряння палива, (Q_i), МДж/кг	42,62
Зольність палива, A^r , %	0,01
Вміст сірки в паливі, S^r , %	0,2
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO_x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q_4 , %	0
Значення параметра $f = a_{вин}/(100 - \Gamma_{вин})$	0,01
Вихід золи у вигляді леткої золи, $a_{вин}$	1
Вміст горючих речовин у леткій золі, $\Gamma_{вин}$, %, $\Gamma_{вин} = 100 - a_{вин}/f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{шл}$, %	0
Річна витрата палива, V , т/рік	10
Річний час роботи, год	100
Годинна витрата палива, кг/год	92,84
Секундна витрата палива, g , г/с	25,79
Фактична теплова потужність, МВт	1,045

Для розрахунку викидів скористалися показниками емісії при спалювання дизпалива (табл. 2.3)

Відповідно розрахована значення масових викидів занесені у таблицю 2.24

Таблиця 2.24

Масові викиди (дизпаливо)

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,075839	0,029408
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,208833	0,080978
Оксид вуглецю	0,351719	0,136384

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,039568	0,015343
Парникові гази		
Метан	0,003297	0,001279
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,000659	0,000256
Вуглецю діоксид	84,261484	32,673613

Розпалювання дровами. Розрахунки виконані за методикою [5, 21] допомогою програми MS Excel, результати занесені у таблиці 2.25-2.26. Витрата палива – 150 т/рік.

Таблиця 2.25

Параметри для розрахунку викидів ВКОВ(дрова)

Параметр	Значення
Обладнання	ВКОВ
Паспортна (номінальна) потужність, Q _н , МВт	2,57
Використовуване паливо	дрова
Нижча теплота згоряння палива, (Q _г), МДж/кг	12,3
Зольність палива, A ^г , %	2
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO _x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q ₄ , %	0
Значення параметра $f = a_{\text{вин}}/(100-\Gamma_{\text{вин}})$	0,01
Вихід золи у вигляді леткої золи, a _{вин}	1
Вміст горючих речовин у леткій золі, $\Gamma_{\text{вин}}$, %, $\Gamma_{\text{вин}} = 100 - a_{\text{вин}}/f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{\text{шл}}$, %	0
Річна витрата палива, В, т/рік	150
Річний час роботи, год	100
Годинна витрата палива, кг/год	250
Секундна витрата палива, g, г/с	69,44
Фактична теплова потужність, МВт	2,4415

Для розрахунку викидів скористалися показниками емісії при спалювання дров (твердого палива) (табл. 2.6)

Відповідно розрахована значення масових викидів занесені у таблицю 2.26

Таблиця 2.26

Масові викиди (дрова)

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,513589	0,3690
Оксид вуглецю	0,500749	0,359775
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,219226	0,157508
Парникові гази		
Метан	0,012840	0,009225
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,010272	0,007380
Вуглецю діоксид	265,107261	190,47245

Робота на піролізному паливі. Розрахунки виконані за методикою [5, 21] з допомогою програми MS Excel, результати занесені у таблиці 2.27-2.28. Витрата палива – 600 т/рік.

Таблиця 2.27

Параметри для розрахунку викидів ВКОВ (піролізний газ)

Параметр	Значення
Обладнання	ВКОВ
Паспортна (номінальна) потужність, Q _н , МВт	0,25
Використовуване паливо	піролізний газ
Нижча теплота згоряння палива, (Q ^r), МДж/кг	45
Зольність палива, A ^r , %	0,01
Вміст сірки в паливі, S ^r , %	0,5
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO _x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q ₄ , %	0
Значення параметра $f = a_{\text{вин}} / (100 - \Gamma_{\text{вин}})$	0,01
Вихід золи у вигляді леткої золи, a _{вин}	1
Вміст горючих речовин у леткій золі, $\Gamma_{\text{вин}}$, %, $\Gamma_{\text{вин}} = 100 - a_{\text{вин}} / f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{\text{шл}}$, %	0
Річна витрата палива, В, т/рік	600
Річний час роботи, год	8000
Годинна витрата палива, кг/год	71,94
Секундна витрата палива, g, г/с	19,98
Фактична теплова потужність, МВт	0,2375

Для розрахунку викидів скористалися показниками емісії при спалювання піролізного газу (табл. 2.8)

Відповідно розрахована значення масових викидів занесені у таблицю 2.28

Таблиця 2.28

Масові викиди (піролізний газ)

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,062050	1,8630
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,211592	6,35283
Оксид вуглецю	0,143885	4,320
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,032374	0,9720
Парникові гази		
Метан	0,002698	0,0810
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,000540	0,01620
Вуглецю діоксид	68,941214	2069,89101

Значення максимальних масових викидів забруднюючих речовин від великого комплексу оброблення відходів занесемо у таблицю 2.29.

Таблиця 2.29

Масові викиди ВКОВ

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,651479	2,261408
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,420425	6,433808
Оксид вуглецю	0,996353	4,816159
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,291168	1,144851
Парникові гази		
Метан	0,018835	0,091504

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,011471	0,023836
Вуглецю діоксид	418,309959	2293,037072

Циклічні лінії піролізу №1, №2 (джерела №№ 11, 12). На цих лініях відбувається оброблення безпечних відходів (гума, пластик) шляхом піролізу. Робота лінії відбувається цілодобово 312 днів до 7500 годин на рік. Паливом служить піролізний газ, що утворюється в процесі оброблення відходів. Кількість газу становить 700 м³/добу. Для того, щоб розпалити комплекс 1 раз на добу, використовується дизельне паливо у кількості 240 літрів на 1 розпал. Тривалість розпалу та виходу установки на робочий режим становить близько 2 годин. Тому розрахунки будемо проводити для варіантів:

- розпалювання комплексу дизельним паливом (допоміжний вид палива).
- робота комплексу на піролізному пальному (основний вид палива).

Розпалювання дизельним паливом. Розрахунки виконані за методикою [21] допомогою програми MS Excel, результати занесені у таблиці 2.30-2.31. Витрата палива (максимально) – 75 т/рік.

Таблиця 2.30

Параметри для розрахунку викидів циклічної лінії піролізу (дизпаливо)

Параметр	Значення
Обладнання	Лінія піролізу
Паспортна (номінальна) потужність, Q _н , МВт	1,42
Використовуване паливо	дизельне паливо
Нижча теплота згоряння палива, (Q _г ⁱ), МДж/кг	42,62
Зольність палива, A ^г , %	0,01
Вміст сірки в паливі, S ^г , %	0,2
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO _x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q ₄ , %	0
Значення параметра $f = a_{\text{вин}} / (100 - \Gamma_{\text{вин}})$	0,01
Вихід золи у вигляді леткої золи, a _{вин}	1
Вміст горючих речовин у леткій золі, $\Gamma_{\text{вин}}$, %, $\Gamma_{\text{вин}} = 100 - a_{\text{вин}} / f$	0

Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{\text{шл}}$, %	0
Річна витрата палива, В, т/рік	75
Річний час роботи, год	7500
Годинна витрата палива, кг/год	119,85
Секундна витрата палива, g, г/с	33,29
Фактична теплова потужність, МВт	1,349

Для розрахунку викидів скористалися показниками емісії при спалювання дизпалива (табл. 2.3)

Відповідно розрахована значення масових викидів занесені у таблицю 2.31

Таблиця 2.31

Масові викиди (дизпаливо)

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,097902	0,220559
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,269584	0,607335
Оксид вуглецю	0,454037	1,022880
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,051079	0,115074
Парникові гази		
Метан	0,004257	0,009590
Азоту (I) оксид [N_2O]	0,000851	0,001918
Вуглецю діоксид	08,773915	245,052097

Робота на піролізному паливі. Розрахунки виконані за методикою [5, 21] з допомогою програми MS Excel, результати занесені у таблиці 2.32-2.33. Витрата палива – 225 т/рік.

Таблиця 2.32

Параметри для розрахунку викидів циклічної лінії піролізу
(піролізний газ)

Параметр	Значення
Обладнання	Лінія піролізу
Паспортна (номінальна) потужність, Q_n , МВт	0,25
Використовуване паливо	піролізний газ

Нижча теплота згоряння палива, (Q_i), МДж/кг	45
Зольність палива, A^r , %	0,01
Вміст сірки в паливі, S^r , %	0,5
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO_x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q_4 , %	0
Значення параметра $f = a_{вин}/(100-\Gamma_{вин})$	0,01
Вихід золи у вигляді легкої золи, $a_{вин}$	1
Вміст горючих речовин у легкій золі, $\Gamma_{вин}$, %, $\Gamma_{вин} = 100 - a_{вин}/f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{шл}$, %	0
Річна витрата палива, B , т/рік	225
Річний час роботи, год	7500
Годинна витрата палива, кг/год	29,98
Секундна витрата палива, g , г/с	8,33
Фактична теплова потужність, МВт	0,2375

Для розрахунку викидів скористалися показниками емісії при спалювання піролізного газу (табл. 2.8)

Відповідно розрахована значення масових викидів занесені у таблицю 2.33.

Таблиця 2.33

Масові викиди (піролізний газ)

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,025854	0,698625
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,088163	2,382311
Оксид вуглецю	0,059952	1,620
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,013489	0,36450
Парникові газы		
Метан	0,001124	0,030375
Азоту (I) оксид [N_2O]	0,000225	0,006075
Вуглецю діоксид	28,725506	776,209129

Значення максимальних масових викидів забруднюючих речовин від великого комплексу оброблення відходів занесемо у таблицю 2.34.

Таблиця 2.34

Масові викиди циклічної лінії піролізу

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,123756	0,919184
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,357748	2,989646
Оксид вуглецю	0,513989	2,642880
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,064568	0,479574
Парникові гази		
Метан	0,005381	0,039965
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,001076	0,007993
Вуглецю діоксид	137,499421	1021,261226

Система спалювання надлишкових піролізних газів циклічних ліній піролізу (джерело №13). Система обладнана для того, щоб спалювати надлишкові піролізні гази, які можуть утворюватися на циклічних лініях піролізу. Робота комплексу відбувається цілодобово. Кількість газу може становити до 700 м³/добу. Розпалу і виходу на робочий режим система не потребує.

Розрахунок проводили згідно з [3, 21] у програмі MS Excel, результати занесені у таблиці 2.35-2.36. Витрата палива (максимально) – 220 т/рік.

Таблиця 2.35

Параметри для розрахунку викидів системи спалювання надлишку піролізного газу

Параметр	Значення
Обладнання	Система спалювання
Паспортна (номінальна) потужність, Q _н , МВт	0,37
Використовуване паливо	піролізний газ
Нижча теплота згоряння палива, (Q _г ^r), МДж/кг	45
Зольність палива, A ^r , %	0,01
Вміст сірки в паливі, S ^r , %	0,5
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO _x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q ₄ , %	0

Значення параметра $f = a_{\text{вин}}/(100-\Gamma_{\text{вин}})$	0,01
Вихід золи у вигляді леткої золи, $a_{\text{вин}}$	1
Вміст горючих речовин у леткій золі, $\Gamma_{\text{вин}}$, %, $\Gamma_{\text{вин}} = 100-a_{\text{вин}}/f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{\text{шл}}$, %	0
Річна витрата палива, В, т/рік	220
Річний час роботи, год	7500
Годинна витрата палива, кг/год	29,58
Секундна витрата палива, г, г/с	8,22
Фактична теплова потужність, МВт	0,3515

Показники емісії для розрахунку масових викидів при спалюванні піролізного газу взяті з таблиці 2.8. З огляду на це, розраховані викиди забруднюючих речовин (табл. 2.36).

Таблиця 2.36

Масові викиди системи спалювання надлишку піролізного газу

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,025510	0,68310
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,086988	2,329371
Оксид вуглецю	0,059153	1,5840
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,013309	0,35640
Парникові гази		
Метан	0,001109	0,02970
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,000222	0,005940
Вуглецю діоксид	28,342499	758,960037

Генератор (комплекс генераторів) L23/30S (джерело № 16).

Генератор встановлюється з метою забезпечення підприємства електричною енергією. Потужність генератора (комплексу генераторів) становить 1000 кВт (1,0 МВт). Робота відбувається цілодобово. Основним паливом служить піролізний газ. Допоміжним паливом є дизельне паливо. Тому розрахунки будемо проводити для варіантів:

- робота генераторів на дизельному паливі (допоміжний вид палива).

- робота генераторів на піролізному паливі (основний вид палива).

Робота на дизельному паливі. Розрахунки виконані за методикою [3, 21] допомогою програми MS Excel, результати занесені у таблиці 2.37-2.38. Витрата палива (максимально) – 1750 т/рік.

Таблиця 2.37

Параметри для розрахунку викидів генератора (дизпаливо)

Параметр	Значення
Обладнання	Генератор
Паспортна (номінальна) потужність, Q _н , МВт	3
Використовуване паливо	дизельне паливо
Нижча теплота згоряння палива, (Q _г ^r), МДж/кг	42,62
Зольність палива, A ^r , %	0,01
Вміст сірки в паливі, S ^r , %	0,2
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO _x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q ₄ , %	0
Значення параметра $f = a_{\text{вин}} / (100 - \Gamma_{\text{вин}})$	0,01
Вихід золи у вигляді легкої золи, a _{вин}	1
Вміст горючих речовин у легкій золі, $\Gamma_{\text{вин}}$, %, $\Gamma_{\text{вин}} = 100 - a_{\text{вин}} / f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{\text{шл}}$, %	0
Річна витрата палива, В, т/рік	1750
Річний час роботи, год	7000
Годинна витрата палива, кг/год	253,20
Секундна витрата палива, g, г/с	70,33
Фактична теплова потужність, МВт	2,85

Для розрахунку викидів скористалися показниками емісії при спалювання дизпалива (табл. 2.3)

Відповідно розрахована значення масових викидів занесені у таблицю 2.38

Таблиця 2.38

Масові викиди (дизпаливо)

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,206835	5,146365
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,569544	14,17115
Оксид вуглецю	0,959233	23,8672

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,107914	2,68506
Парникові гази		
Метан	0,008993	0,223755
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,001799	0,044751
Вуглецю діоксид	229,804047	5717,882259

Робота генератора на піролізному паливі. Розрахунки виконані за методикою [5, 21] з допомогою програми MS Excel, результати занесені у таблиці 2.39-2.40. Витрата палива – 1750 т/рік.

Таблиця 2.39

Параметри для розрахунку викидів генератора (піролізний газ)

Параметр	Значення
Обладнання	Генератор
Паспортна (номінальна) потужність, Q _н , МВт	3
Використовуване паливо	піролізний газ
Нижча теплота згоряння палива, (Q _г), МДж/кг	45
Зольність палива, A ^г , %	0,01
Вміст сірки в паливі, S ^г , %	0,5
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO _x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q ₄ , %	0
Значення параметра $f = a_{\text{вин}} / (100 - \Gamma_{\text{вин}})$	0,01
Вихід золи у вигляді леткої золи, a _{вин}	1
Вміст горючих речовин у леткій золі, $\Gamma_{\text{вин}}$, %, $\Gamma_{\text{вин}} = 100 - a_{\text{вин}} / f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{\text{шл}}$, %	0
Річна витрата палива, В, т/рік	1750
Річний час роботи, год	7000
Годинна витрата палива, кг/год	239,81
Секундна витрата палива, g, г/с	66,61
Фактична теплова потужність, МВт	2,85

Для розрахунку викидів скористалися показниками емісії при спалювання піролізного газу (табл. 2.8)

Відповідно розрахована значення масових викидів занесені у таблицю 2.40.

Таблиця 2.40

Масові викиди (піролізний газ)

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,206835	5,43375
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,705306	18,529088
Оксид вуглецю	0,479616	12,60
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,107914	2,8350
Парникові гази		
Метан	0,008993	0,23625
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,001799	0,04725
Вуглецю діоксид	229,804047	6037,182113

Значення максимальних масових викидів забруднюючих речовин від роботи генераторів занесемо у таблицю 2.41.

Таблиця 2.41

Масові викиди генератора

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,413669	10,580115
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	1,274850	32,700238
Оксид вуглецю	1,438849	36,46720
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,215827	5,52006
Парникові гази		
Метан	0,017986	0,460005
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,003597	0,092001
Вуглецю діоксид	459,608094	11755,064371

Зварювальний пост (джерело № 17). Зварювальні роботи проводяться за допомогою зварювальних апаратів та електродів АНО-4 – 1000 кг/рік. В

атмосферу виділяються такі забруднюючі речовини: залізо та його сполуки, манган та його сполуки.

При використанні 1000 кг/рік зварювальних електродів АНО-4, враховуючи питомі викиди забруднюючих речовин згідно з [23-25] їхні валові викиди дорівнюють:

$$M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 5,41 \text{ г/кг} \times 1000 \text{ кг} = 5,41 \text{ кг/рік} = 0,00541 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{MnO}_2} = 0,59 \text{ г/кг} \times 1000 \text{ кг} = 0,59 \text{ кг/рік} = 0,00059 \text{ т/рік}.$$

Розрахунок потужностей викидів проводився за взором:

$$M^P = k^P \cdot l / 3600, \text{ (г/с)}, \quad (2.7)$$

де

k^P – питомі виділення забруднюючої речовини в атмосферне повітря, г/кг;

l – максимальна масова витрата електродів, 1,0 кг/год.

$$P_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 5,41 \cdot 1,0 / 3600 = 0,001503 \text{ (г/с)},$$

$$P_{\text{MnO}_2} = 0,59 \cdot 1,0 / 3600 = 0,000164 \text{ (г/с)}.$$

Крім того – проводяться газорізальні роботи за допомогою газового різачка, що працює на пропан-бутановій суміші. Використовують до 1000 кг/рік газу щоб порізати до 10000 погонних метрів металу товщиною 10 мм. При газорізальних роботах утворюються наступні забруднюючі речовини: *залізо та його сполуки, манган та його сполуки, азоту діоксид, вуглецю оксид.*

Розрахунок валових викидів проводився за методикою [21] за формулою:

$$M^P = 10^{-6} \cdot k^P \cdot L, \text{ (т/рік)}, \quad (2.8)$$

де

k^P – питомі виділення забруднюючої речовини в атмосферне повітря, г/м;

L – довжина різки, 1000 м/рік.

$$M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 4,37 \text{ г/м} = 43,7 \text{ кг/рік} = 0,0437 \text{ т/рік},$$

$$M_{\text{MnO}_2} = 0,13 \text{ г/м} = 1,3 \text{ кг/рік} = 0,0013 \text{ т/рік},$$

$$M_{\text{NO}_2} = 2,20 \text{ г/м} = 22,0 \text{ кг/рік} = 0,022 \text{ т/рік},$$

$$M_{\text{CO}} = 2,18 \text{ г/м} = 21,8 \text{ кг/рік} = 0,0218 \text{ т/рік}.$$

Розрахунок потужностей викидів проводився за формулою:

$$P^P = k^P \cdot l / 3600, \text{ (г/с)}, \quad (2.9)$$

де

l – максимальна довжина різку, 10,5 м/год.

$$P_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 4,37 \text{ г/м} = 0,012746 \text{ г/с},$$

$$P_{\text{MnO}_2} = 0,13 \text{ г/м} = 0,000379 \text{ г/с},$$

$$P_{\text{NO}_2} = 2,20 \text{ г/м} = 0,006417 \text{ г/с},$$

$$P_{\text{CO}} = 2,18 \text{ г/м} = 0,006358 \text{ г/с}.$$

Загальні масові викиди забруднюючих речовин від поста зварювання занесемо у таблицю 2.42.

Таблиця 2.42

Масові викиди забруднюючих речовин від поста зварювання

Речовина	Потужність викидів, г/с	Валові викиди, т/рік
Fe ₂ O ₃	0,014249	0,04911
MnO ₂	0,000543	0,00189
NO ₂	0,006417	0,022
CO	0,006358	0,0218

Механічна обробка металів (джерело № 18). На дільниці виконують роботи за допомогою ручного шліфувального електроінструменту – кутової шліфмашинки. За рік використовується 10 кг, або 100 абразивних кругів. Від механічної обробки металів виділяється: *недиференційований за складом пил*.

Валові викиди від механічної обробки металу розраховували згідно з [23-25] за формулою:

$$M^P = 10^{-6} \cdot k^P \cdot 3600 \cdot T, \text{ (т/рік)}, \quad (2.10)$$

де

k^P – питомі викиди забруднюючої речовини в атмосферне повітря, г/с;

T – час роботи, год/рік.

Під час *різання металів абразивними кругами*:

$$k^{\text{тв. речовини}} = 0,05 \text{ г/с};$$

$$T = 200 \text{ год/рік};$$

$$M^{\text{тв. речовини}} = 10^{-6} \cdot 0,05 \cdot 3600 \cdot 200 = 0,036 \text{ (т/рік)}.$$

Під час *шліфування металів*:

$$k^{\text{тв. речовини}} = 0,027 \text{ г/с};$$

$$T = 40 \text{ год/рік};$$

$$M^{\text{тв. речовини}} = 10^{-6} \cdot 0,027 \cdot 3600 \cdot 40 = 0,003888 \text{ (т/рік)}.$$

Загальний викид по джерелу становить:

$$M^{\text{тв. речовини}} = 0,077 \text{ г/с} = 0,039888 \text{ т/рік}.$$

Пилорама (джерело № 19). При розпилюванні деревини в атмосферу виділяються речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом (пил). Пилорама обладнана аспіраційною системою, яка виносить пил та стружку у циклон D-1700 продуктивністю 30000 м³/год.

Ефективність очистки пилогазового потоку в циклоні D-1700 становить $\eta = 90,25 \%$, $C_{\text{вихід}} = 24,082 \text{ мг/м}^3$. З огляду на це потужність викиду пилу вихідному потоці дорівнює:

$$S_{\text{вихід}} = W \cdot C_{\text{вихід}} / 1000 = 3,763 \cdot 24,082 / 1000 = 0,090621 \text{ (г/с)}.$$

Режим роботи пилорами: $T = 2190 \text{ год/рік}$, то валовий викид дорівнюватиме:

$$M^{\text{тв. реч.}} = S_{\text{вихід}} \cdot 3600 \cdot T \cdot 10^{-6} = 0,090621 \cdot 3600 \cdot 2190 \cdot 10^{-6} = 0,714456 \text{ (т/рік)}.$$

Водогрійний котел (джерело №20). У котлі спалюють тирсу та щепу, що утворилася від роботи пилорами. Котел використовується для опалювання приміщень підприємства та підігріву води. Теплова потужність котла становить 1,5 МВт. Кількість дров (деревини) становить 3250 тон/рік (при максимальному використанні до 625 кг/год).

Розрахунки виконували за методикою [5, 21] у програмі MS Excel, результати занесені у таблиці 2.43-2.44.

Таблиця 2.43

Параметри для розрахунку викидів твердопаливного котла)

Параметр	Значення
Обладнання	Котел
Паспортна (номінальна) потужність, Q_n , МВт	1,5
Використовуване паливо	дрова
Нижча теплота згоряння палива, (Q_i), МДж/кг	12,3
Зольність палива, A^r , %	2
Тип топки	Камерна топка
Емпіричний коефіцієнт для NO_x , z	1,25
Втрати теплоти від механічного недопалу, q_4 , %	0
Значення параметра $f = a_{вин}/(100-\Gamma_{вин})$	0,01
Вихід золи у вигляді леткої золи, $a_{вин}$	1
Вміст горючих речовин у леткій золі, $\Gamma_{вин}$, %, $\Gamma_{вин} = 100 - a_{вин}/f$	0
Вміст горючих речовин у шлаку, $\Gamma_{шл}$, %	0
Річна витрата палива, B , т/рік	3250
Річний час роботи, год	5200
Годинна витрата палива, кг/год	625
Секундна витрата палива, g , г/с	173,61
Фактична теплова потужність, МВт	1,425

Для розрахунку викидів скористалися показниками емісії при спалювання дров (твердого палива) (табл. 2.6)

Відповідно розрахована значення масових викидів занесені у таблицю 2.44.

Таблиця 2.44

Масові викиди від твердопаливного котла

Речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,423661	7,9950
Оксид вуглецю	0,413070	7,795125
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,180840	3,41267
Парникові гази		
Метан	0,010592	0,199875
Азоту (I) оксид [N ₂ O]	0,008473	0,159900
Вуглецю діоксид	218,687702	4126,903073

Результати усіх обчислень валових викидів забруднювальних речовин по стадіях виробництва по усьому підприємству наведені у таблиці 2.45.

Новий профіль діяльності ТОВ «Гофер Україна» - це переробка відходів для виробництва теплової та електричної енергії, тому 60% технологічного устаткування – енергогенеруюче обладнання. Очевидно, від його роботи в атмосферу виділятимуться великі обсяги (майже 28 тис. т/рік) діоксиду вуглецю 99,3 % усіх валових викидів підприємства.

Таблиця 2.45

Валові викиди від технологічних ланок комплексу, т/рік

Речовини	Технологічні стадії									
	Малий комплекс обробки відходів	Безперервна лінія піролізу	Система спалювання надлишкових ПП №1	Лінія дистиляції №1	Резервуар ПП №1	Резервуар ПП №2	Резервуар ПП №3	Резервуар ПП №4	Великий комплекс обробки відходів Димова труба №1	Великий комплекс обробки відходів Димова труба №2
Залізо (сполуки)										
Марганець (сполуки)										
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	0,294173	0,331672	0,324	0,591868					1,144851	1,144851
Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту)	0,575464	0,635704	0,621	1,134414					2,261408	2,261408
Азоту(1) оксид (N ₂ O)	0,005727	0,005528	0,0054	0,009864					0,023836	0,023836
Сірки діоксид	1,734577	2,158099	2,11761	3,735163					6,433808	6,433808
Оксид вуглецю	1,28255	1,508192	1,44	3,10105					4,816159	4,816159
Діоксид вуглецю	601,322967	706,30047	689,96367	1260,393434					2293,037072	2293,037072
Вуглеводні граничні C ₁₂ -C ₁₉					0,011678	0,011678	0,011678	0,011678		
Метан	0,023838	0,027639	0,027	0,049322					0,091504	0,091504

Продовження таблиці 2.45

Речовини	Технологічні стадії										
	Цілодобова лінія піролізу №1	Цілодобова лінія піролізу №2	Система спалювання надлишкових ПП №2	Резервуар ПП №5	Лінія дистиляції №2	Генератор	Зварювальний пост	Механічна обробка металів	Пилорама	Водогрійного котла	Разом
Залізо (сполуки)							0,04911				0,04911
Марганець (сполуки)							0,00189				0,00189
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	0,479574	0,479574	0,3564		0,591868	5,52006		0,039888	0,714456	3,412666	15,425901
Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту)	0,919184	0,919184	0,6831		1,134414	10,580115	0,022			7,995	29,742395
Азоту(1) оксид (N ₂ O)	0,007993	0,007993	0,00594		0,009864	0,092001	0,0218			0,1599	0,357882
Сірки діоксид	2,989646	2,989646	2,329371		3,735163	32,700238					67,357129
Оксид вуглецю	2,64288	2,64288	1,584		3,10105	36,4672				7,795125	71,219048
Діоксид вуглецю	1021,261	1021,261	758,960		1260,393	11755,064				4126,903	27787,898
Вуглеводні граничні C ₁₂ -C ₁₉				0,011678							0,05839
Метан	0,039965	0,039965	0,0297		0,049322	0,460005				0,199875	1,129639

Головною забруднювальною ланкою виробництва є генератор, що викидає понад 42% усього CO_2 , як наслідок спалювання в ньому піролізного газу виробленого на усіх піролізних комплексах та лініях підприємства. Відчутними є викиди оксиду вуглецю (частка 0,3 %), діоксиду сірки (0,2 %), оксидів азоту (0,1 %) та суспендованих речовин (0,06 %). Всі ці речовини переважно є продуктами горіння органічного палива (рідкого (дизпаливо), газоподібного (піролізний газ), твердого (тирса, щепи)). На фоні головних забруднювачів генератора та твердопаливного котла внесок пилогазами у викиди суспендованих частинок є у кілька разів менший. Хоч викиди деревного пилу є основним видом забруднення атмосфери від роботи деревообробного обладнання, але ефективна робота аспіраційної системи разом з циклоном D-1700 дає понад 90% вилучення пилу з викидного пилогазового потоку пилогазами.

Частка решти речовин у загальних викидах є незначною.

2.3. Визначення рівнів і масштабі впливу підприємства на атмосферу

Для оцінки рівнів та масштабів впливу виробництва на атмосферне повітря за результатами розрахунку масових викидів (потужностей викидів) забруднюючих речовин розраховували їхні приземні концентрації відповідно до [26]. Для цього використали комп'ютерну програму «ЕОЛ-2000h+», за допомогою якої вдалось змоделювати процес розсіювання викидів забруднюючих речовин від джерел з врахуванням їхніх параметрів, розміщення на виробничому майданчику, параметрів виходу пилогазових сумішей, місцевих кліматичних умов, особливостей прилеглої території, фонових концентрацій речовин в атмосферному повітрі, характерних для району досліджень.

Попередньо перевірили доцільність розраховування розсіювання викидів шкідливих речовин, беручи до уваги їхнім внесок у загальний вплив виробництва в забруднення атмосфери за відповідністю [26] беруть до уваги речовин, для яких:

$$\frac{M}{ГДК} > \Phi, \quad (2.11)$$

де

M – сумарне потужність викидів, г/с;

$ГДК$ (мг/м³) – максимальна гранично допустима концентрація [6, 14];

H (м) – висота джерел викидів.

$\Phi = 0,01H$ – $H > 10$ м;

$\Phi = 0,1$ – $H \leq 10$ м.

Результати розрахунку доцільності розрахунків наведені у таблиці 2.46.

Таблиця 2.46

Доцільність проведення розрахунків розсіювання

№ з/п	Забруднююча речовина	Доцільність проведення розрахунків розсіювання /так чи ні/ М/ГДК > Φ
1	Залізо (сполуки)	так
2	Марганець (сполуки)	ні
3	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	так
4	Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту)	так
5	Азоту(1) оксид (N ₂ O)	ні
6	Сірки діоксид	так
7	Оксид вуглецю	так
8	Діоксид вуглецю	ні
9	Вуглеводні граничні C ₁₂ -C ₁₉	ні
10	Метан	ні

Отже, доцільним буде розрахунок розсіювання для викидів заліза та його сполук, речовин у вигляді суспендованих твердих частинок, оксидів азоту, діоксиду сірки та оксиду вуглецю. Решта викидів речовин дають мінімальний внесок у загальний впливу на атмосферне повітря.

Результати розрахунку показані на картах розсіювання викидів забруднюючих речовин у вигляді полів концентрацій (рис. 2.1-2.5).

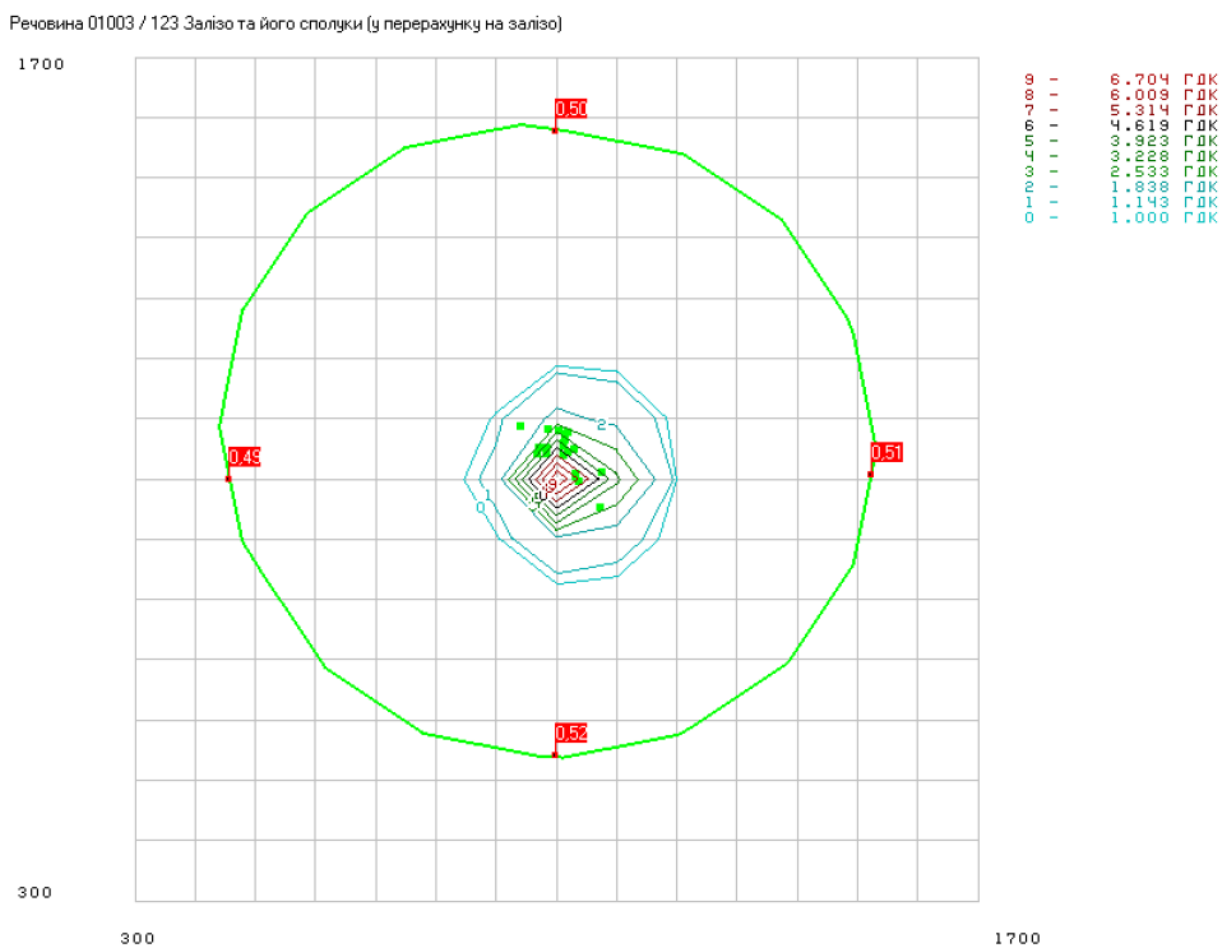


Рис. 2.1. Поля концентрацій заліза та його сполук

Як бачимо з карти розсіювання викидів заліза (рис. 2.1), його надмірні приземні концентрації зосереджені на виробничому майданчику, поблизу ремонтної майстерні, де максимальний вміст залізу у 6,7 рази перевищує нормативний. Проте на відстані 100 м викиди заліза розсіюються до рівнів

ГДК у приземному шарі атмосферного повітря. На межі нормативної СЗЗ (500 м) приземні концентрації заліза і його сполук – вже на рівні 0,49-0,52 ГДК.

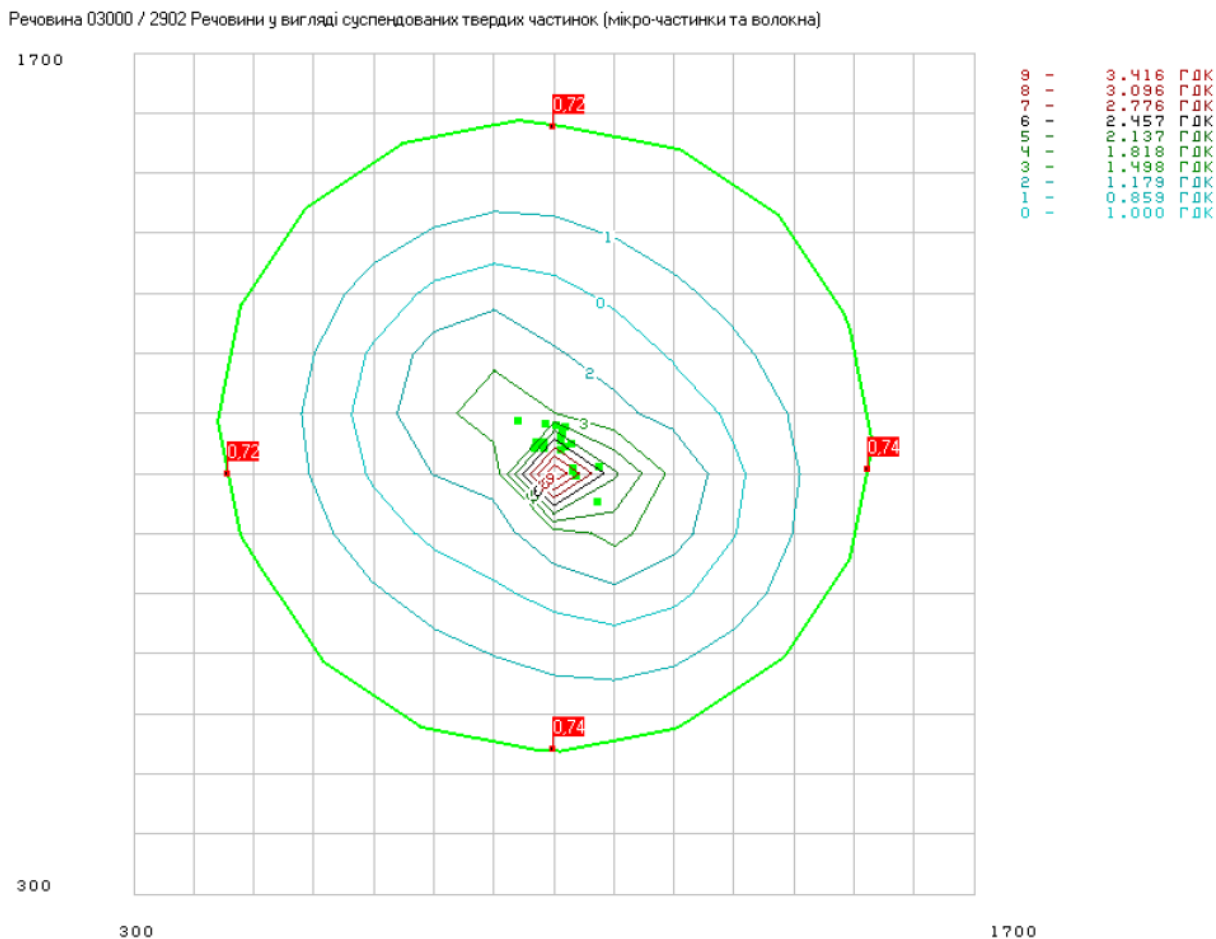


Рис. 2.2. Поля концентрацій речовин у вигляді суспендованих частинок

Карти розсіювання викидів речовин у вигляді суспендованих частинок (рис. 2.2) показують, що їхні максимальні концентрації простежуються в межах промислового майданчика на рівні 1,5-3,4 ГДК. Для повного розсіяння викидів суспендованих частинок потрібно 200-300 м відстані від джерел викидів (у залежності від напрямку). На межі нормативної СЗЗ їхній вміст на рівні 0,72-0,74ГДК.

Речовина 04001 / 301 Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту [NO + NO₂])

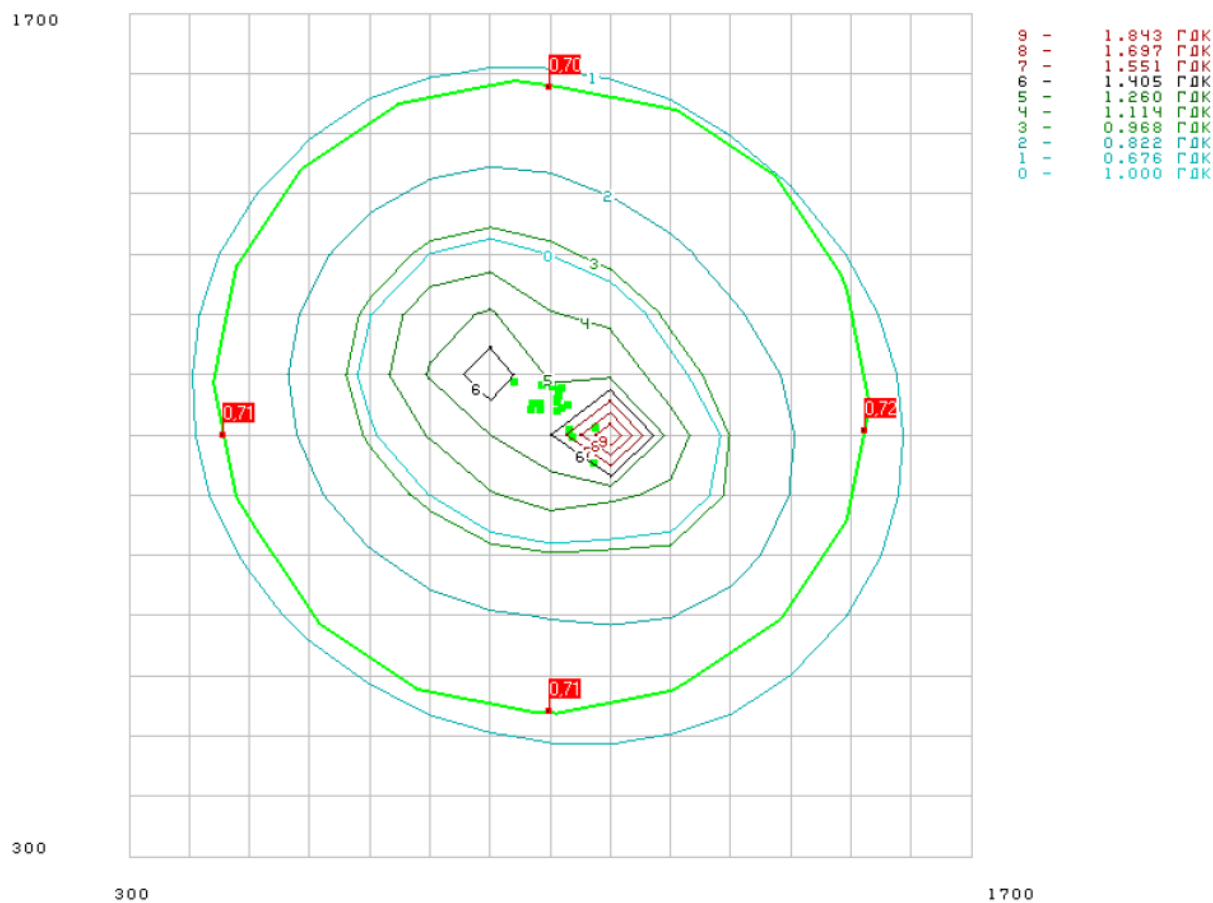


Рис. 2.3. Поля концентрацій оксидів азоту

Карта розсіювання викидів оксидів азоту (рис. 2.3) показує на їхній надмірний уміст в атмосфері робочої зони (1,1-1,8ГДК). Але вже на відстані 200 м від джерел їхні викиди повністю розсіюються. На межі СЗЗ приземні концентрації оксидів азоту становлять 0,7-0,72ГДК.

Речовина 05001 / 330 Сірчи діоксид

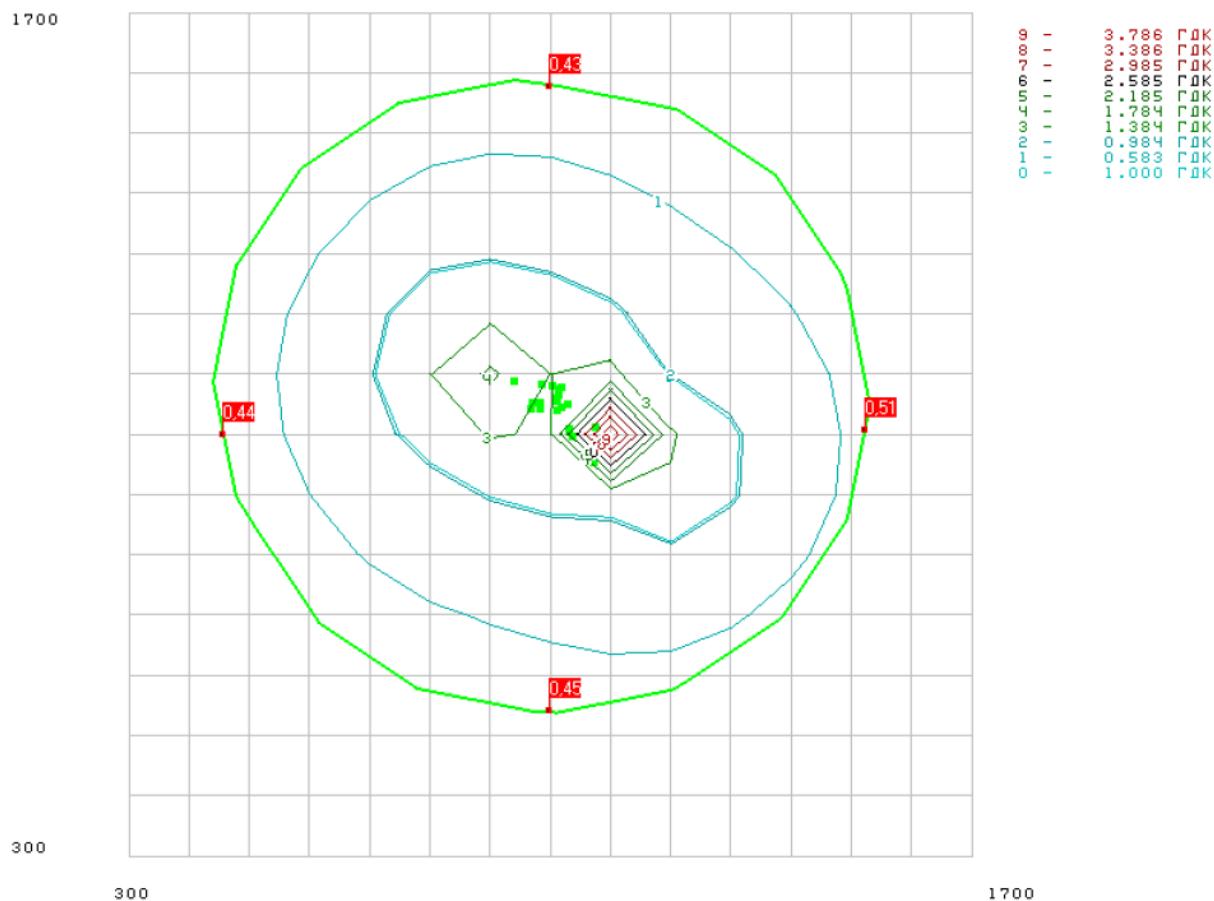


Рис. 2.4. Поля концентрацій діоксиду сірки

Результати розрахунків розсіювання викидів діоксиду сірки показують, що його високі приземні концентрації понад 3 ГДК простежуються у робочій зоні (рис. 2.4). До рівня ГДК викиди SO_2 на відстаня 100-200 м, тому вже на межі СЗЗ їхній вміст падає удвічі до 0,45-0,51 ГДК.

Речовина 06000 / 337 Оксид вуглецю

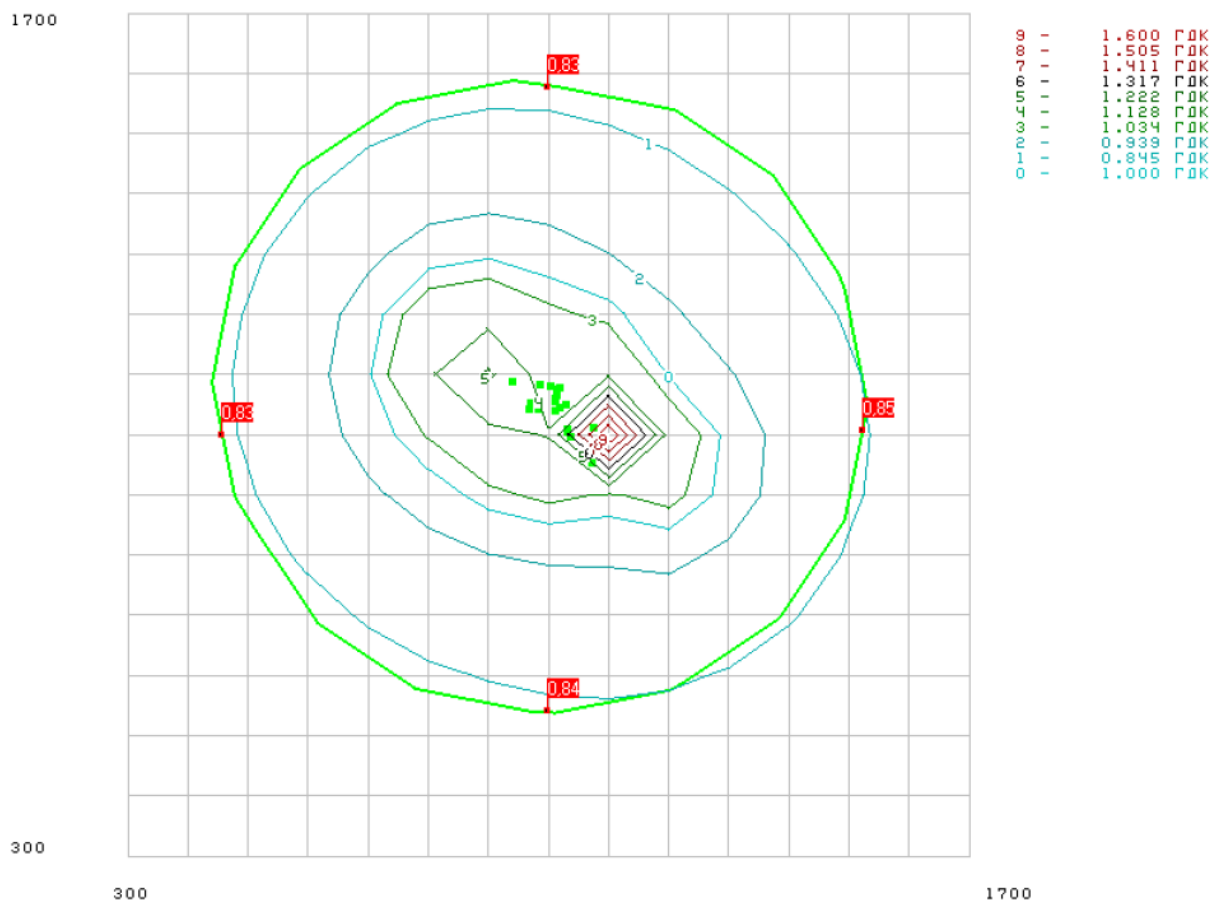


Рис. 2.4. Поля концентрацій оксиду вуглецю

Як бачимо, з розсіюванням викидів оксиду вуглецю склалася подібна ситуація: високі концентрації у робочій зоні; повне розсіювання на 200 м; на межі СЗЗ приземні концентрації нижчі за ГДК (0,83-0,85 ГДК).

Аналіз результатів розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі показав, що для речовин, які виділяються, приземні концентрації з врахуванням фонового забруднення не перевищують ГДК на межі СЗЗ, що вказує на її ефективність.

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА ВИРОБНИЦТВА ЗА РІВНЕМ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ

3.1. Методика розрахунку рівнів шуму

Джерелом шуму є а виробничому майданчику підприємства є робота технологічного обладнання та автотранспорт. Розрахунок рівнів звукового тиску для джерел шуму виконаний згідно з [18] за формулою:

$$L_{\text{Атер}} = L_{\text{А}} - \Delta L_{\text{Авідст}} - \Delta L_{\text{Апов}} - \Delta L_{\text{Апок}} - \Delta L_{\text{Аекр}} - \Delta L_{\text{Азел}} - \Delta L_{\text{Аобм}} + \Delta L_{\text{Авідб}}, \quad (3.1)$$

де,

$L_{\text{А}}$ – шумова характеристика джерела шуму, дБА;

$\Delta L_{\text{Авідст}}$ – поправка у дБА, що враховує зниження рівня звуку в залежності від відстані між джерелом шуму і розрахунковою точкою;

$\Delta L_{\text{Апов}}$ – поправка у дБА, що враховує зниження рівня звуку внаслідок затухання звуку в повітрі;

$\Delta L_{\text{Апок}}$ – поправка у дБА, що враховує вплив на рівень звуку типу покриття території;

$\Delta L_{\text{Аекр}}$ – поправка у дБА, що враховує зниження рівня звуку екранами на шляху поширення шуму;

$\Delta L_{\text{Азел}}$ – поправка у дБА, що враховує зниження рівня звуку смугами зелених насаджень;

$\Delta L_{\text{Аобм}}$ – поправка у дБА, що враховує зниження звуку внаслідок обмеження кута видимості джерела шуму з розрахункової точки;

$\Delta L_{\text{Авідб}}$ – поправка у дБА, що враховує підвищення рівня звуку в розрахунковій точці внаслідок накладення звуку, відбитого від огорожувальних конструкцій будівель.

Сумарний рівень звуку від виробничих установок та механізмів розраховуємо відповідно до [18] за формулою:

$$L_{\text{сум}}^{\text{екл}} = 10 \cdot \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_A^i} \right), \text{ дБА}, L_{\text{сум}}^{\text{екл}}, \quad (3.2)$$

де

L_A^i – рівень звуку певного джерела шуму, дБА;

n – к-сть джерел звуку.

3.2. Оцінка акустичного навантаження

Акустичний розрахунок виконується з метою визначення октавних рівнів шуму в розрахункових точках на території житлової забудови та межі нормативної санітарно-захисної зони.

Акустичний розрахунок включає:

- виявлення джерел шуму й визначення їхніх шумових характеристик;
- визначення рівнів звукового тиску в попередньо обраних розрахункових точках;
- визначення необхідного зниження рівнів звукового тиску в розрахункових точках.

Основними джерелами шуму при здійсненні планованої діяльності з є апарати з оброблення безпечних відходів, пилорама, котельня, автотранспорт та генератор (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Характеристика джерел шуму

Джерело	$L_A^{\text{екл}}$, дБА
ДШ 1 - Агрегат з оброблення відходів	75
ДШ 2 - Пилорама	88
ДШ 3 - Котельня	65
ДШ 4 - Дизельний генератор	88
ДШ 5 - Автотранспорт	80

Розрахунок рівнів звуку виконувався на межі найближчої житлової забудови. Розрахункові точки на територіях з нормованими рівнями шуму

приймаються на висоті 1,5 м від рівня землі. Характеристика розрахункових точок наведена у таблиці 3.1 (рис. 3.1):

Джерело шуму №1 (Агрегат оброблення відходів):

- на межі СЗЗ розрахункова точка №1 (РТ 1) – 500 метрів;
- у західному напрямку розрахункова точка №2 (РТ 2) – 1120 метрів;

Таблиця 3.1

Розрахункові точки

Точка	Місце знаходження	Відстань, м				
		ДШ1	ДШ2	ДШ3	ДШ4	ДШ5
РТ1	На межі СЗЗ	500	580	640	600	550
РТ2	Межа житлової забудови	1120	1200	1260	1220	1170



Рис. 3.1. Карта-схема для акустичного розрахунку

Джерело шуму №2 (Пилорама):

- на межі СЗЗ розрахункова точка №1 (РТ 1) – 580 метрів;
- у західному напрямку контрольна точка №2 (РТ 2) – 1200 метрів;

Джерело шуму №3 (Котельня):

- на межі СЗЗ розрахункова точка №1 (РТ 1) – 640 метрів ;
- у західному напрямку контрольна точка №2 (РТ 2) – 1260 метрів;

Джерело шуму №4 (Автотранспорт):

- на межі СЗЗ контрольна точка №1 (РТ 1) – 600 метрів;
- у західному напрямку контрольна точка №2 (РТ 2) – 1220 метрів;
- Джерело шуму №5 (Дизельний генератор):
- на межі СЗЗ контрольна точка №1 (РТ 1) – 550 метрів;
- у західному напрямку контрольна точка №2 (РТ 2) – 1170 метрів.

Джерела шуму можуть працювати вдень одночасно.

Розрахунок сумарних рвнів шуму та згухання звукового навантаження проведений в двох контрольних точках: на межі нормативної СЗЗ та біля житлового будинку за формулами (3.1-3.2) (табл. 3.2, 3.3).

Таблиця 3.2

Розрахунок рівня шуму в розрахунковій точці РТ1 (межа СЗЗ)

Джерело	Шумова х-ка джерела L_A^i , дБА	Сумарний рівень шуму, дБА	Відстань РТ-ДШ, м	$\Delta L_{\text{Авідст}}$, дБА	$\Delta L_{\text{Апов}}$, дБА	$\Delta L_{\text{Алок}}$, дБА	$\Delta L_{\text{Асгр}}$, дБА	$\Delta L_{\text{Азел}}$, дБА	$\Delta L_{\text{Аобм}}$, дБА	$\Delta L_{\text{Авідб}}$, дБА	Рівень шуму в РТ, дБА
ДШ1	75	91,6	500	39,76	2,5	1,5	4	2,5	13,98	0	10,76
ДШ2	88		580	39,63	2,9	1,5	4	2,5	21,76	0	15,70
ДШ3	65		640	44,23	3,2	1,5	4	2,5	16,81	0	0
ДШ4	88		600	49,97	3	1,5	4	2,5	6,02	0	21,01
ДШ5	80		550	44,85	2,75	1,5	4	2,5	13,98	0	10,42
Сумарний рівень											23,01
Нормативний рівень звукового тиску (день) [12]											55
Нормативний рівень звукового тиску (ніч) [12]											45

Аналіз розрахунку акустичного впливу у контрольних точках свідчить про те, що на межі нормативної та фактичної СЗЗ еквівалентний рівень шуму відповідає вимогам санітарних правил, та не перевищує допустимі значення і становить: в контрольній точці №1 на межі СЗЗ в денний час за еквівалентним рівнем становили 23 дБА.; в контрольній точці №2 на межі житлової забудови у західному напрямку розрахункові рівні шуму в денний час за еквівалентним

рівнем в денний час становили 14 дБА. Додаткових заходів щодо зниження рівнів шуму для планованої діяльності не потрібно.

Таблиця 3.3

Розрахунок рівня шуму в розрахункові точці РТ2
(межа житлової забудови)

Джерело	Шумова х-ка джерела L_{A^i} , дБА	Сумарний рівень шуму, дБА	Відстань РТ-ДШ, м	$\Delta L_{\text{Авідст}}$, дБА	$\Delta L_{\text{Апов}}$, дБА	$\Delta L_{\text{Алок}}$, дБА	$\Delta L_{\text{Аекр}}$, дБА	$\Delta L_{\text{Азел}}$, дБА	$\Delta L_{\text{Аобм}}$, дБА	$\Delta L_{\text{Авідб}}$, дБА	Рівень шуму в РТ, дБА
ДШ1	75	91,6	1120	46,71	5,6	1,5	4	2,5	13,98	0	0,7
ДШ2	88		1200	45,9	6	1,5	4	2,5	21,76	0	6,34
ДШ3	65		1260	50,09	6,3	1,5	4	2,5	16,81	0	0
ДШ4	88		1220	56,13	6,1	1,5	4	2,5	6,02	0	11,75
ДШ5	80		1170	51,39	5,85	1,5	4	2,5	13,98	0	0,78
Сумарний рівень											13,75
Нормативний рівень звукового тиску (день) [12]											55
Нормативний рівень звукового тиску (ніч) [12]											45

Проте на виробничому майданчику простежується перевищення граничнодопустимих рівні шумового навантаження для робочої зони 82 дБА [7]. Тому рекомендоване використання індивідуальних засобі захисту органів слуху.

Нормативні рівні звукового тиску (еквівалентні рівні звукового тиску) у дБ в октавних смугах частот, рівні звуку й еквівалентні рівні звуку в дБА для територій, що безпосередньо прилягають до житлових будинків, прийняті згідно «Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови», затверджених Наказом МОЗ України від 22.02.2019 р. № 463.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОЖЛИВОГО ВПЛИВУ НА ЯКІСТЬ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Водокористування — це використання водних об'єктів для забезпечення потреб населення та об'єктів господарської діяльності.

Вода на підприємстві використовуватиметься для забезпечення питних, господарсько-побутових, виробничих та протипожежних потреб. Існуючі системи водопостачання забезпечують підприємство водою. Для персоналу передбачений необхідний набір санітарно-побутових приміщень.

Питні потреби працівників забезпечуються привозною фасованою водою [11], господарсько-побутові потреби працівників - на умовах договору водопостачання ЛКП «Львівводоканал» в існуючих санітарно-гігієнічних приміщеннях в межах земельної ділянки. Нормативний розрахунок водоспоживання і водовідведення [8, 9] наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Нормативний розрахунок використання водних ресурсів на
підприємстві

Господарсько-побутові потреби	
Водокористувачі	Робітники
К-сть водоспоживачів	25 осіб
К-сть змін	3
Тривалість зміни	8 год.
Водоспоживання	
Норма водоспоживання, м ³ /добу	0,025
м ³ /добу	0,208
м ³ /рік	76,042
Водовідведення	
Норма водовідведення	100 %
м ³ /добу	0,208
м ³ /рік	76,042

Виробниче водоспоживання. На піролізних лініях обробки відходів та на лініях дистиляції застосовується установки для конденсації піролізного синтез-газу у рідке піролізне паливо. Основними елементами цих систем є вентиляторні градирні для охолодження води (теплоносія) спрямованим потоком атмосферного повітря. Для обслуговування ліній передбачені так звані малі градирні з гідравлічним навантаженням 50-100 м³/год. Згідно з документами [32] при експлуатації градирень простежуються втрати води через випаровування, винесення крапель повітрям, продування (часткова заміна води внаслідок зростання солоності). Значення цих величин коливаються у залежності від типу градирні, якості води, режимів експлуатації. Згідно з [32] якщо якість води в теплообміннику не змінюється, сума втрат простежується на рівні 1-2% від гідравлічного навантаження.

Якщо номінальне гідравлічне навантаження градирні $H=50$ м³/год, на підприємстві встановлено по 1 одиниці на кожен технологічну лінію, всього 7 одиниць, фонд робочого часу 8000 год/рік, то безповоротні втрати води дорівнюють:

$$Q = H \times N \times T \times G_{\text{сум}} = 50 \times 7 \times 8000 \times 1/100 = 28000 \text{ (м}^3\text{/рік)}.$$

ТОВ "Гофер Україна" не проводить забір підземних/поверхневих вод, в межах підприємства та СЗЗ відсутні водні об'єкти. Отже, виробниче водопостачання здійснюватиметься централізованого водогону міста.

Господарсько-побутові стічні води надходять з санітарних приміщень підприємства у існуючу каналізаційну мережу, а надалі – в міську каналізацію. Виробничі стічні води при експлуатації робочого обладнання планованого об'єкта відсутні.

Відвід атмосферних стічних вод (дощових та талих) здійснюється за допомогою вертикального планування території підприємства у штучно створену пожежну водойму.

З метою недопущення виникнення пожежі на комплексі передбачено підведення води для гасіння пожежі. Для протипожежних потреб планованих

об'єктів вода використовуватиметься з існуючого протипожежного резервуару ємністю 50 м³. Витрата води на пожежогасіння прийнято 15 л/с.

Виснаження водоносних горизонтів у зв'язку з провадженням планованої діяльності не виникатиме.

Отже, враховуючи вищенаведене, якість водного середовища при провадженні планованої діяльності не погіршуватиметься. Вплив на водне середовище опосередкований, незначний, допустимий та локальний.

РОЗДІЛ 5

УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ НА ВИРОБНИЦТВІ З ОБРОБЛЕННЯ ВІДХОДІВ

5.1. Види відходів на підприємстві

У процесі експлуатації об'єкта планованої діяльності передбачається утворення відходів. Для організації вивезення сміття з території планується використовувати існуючі майданчики для розміщення контейнерів для твердих побутових відходів (ТПВ). Майданчик ТПВ освітлюються загальними опорами зовнішнього освітлення. Покриття майданчиків для ТПВ виконано з твердого покриття. Вивезення твердих побутових відходів відбувається спеціалізованою організацією згідно договірних умов по мірі накопичення їх у контейнерах [4].

Інші види відходів зберігаються відповідно до вимог Закону України «Про управління відходами» [30], у спеціально відведених та облаштованих місцях зберігання відходів. Утворені відходи сортуються та передаються згідно договорів спеціалізованим організаціям що мають Дозвіл на здійснення операцій з оброблення відходів, а у випадку з небезпечними Ліцензію на здійснення господарської діяльності з управління небезпечними відходами [31].

У процесі виробничої діяльності на підприємстві утворюються виробничі відходи та побутові.

Основними видами відходів є:

- «змішані побутові відходи;»
- «одяг захисний зіпсований, відпрацьований чи забруднений;»
- «відходи процесів зварювання»

5.2. Розрахунок обсягів відходів

Побутові відходи. Розрахунок обсягів побутових відходів наведений у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Обсяги утворення побутових відходів

№ з/п	Найменування	Одиниця розрахунку	Норма утворення, кг/добу	Кількість	Кількість днів у році	Допустимі обсяги утворення
1	Робітники	осіб	0,3	25	365	0,912 т/рік

Відпрацьований спецодяг. Робітники підприємства забезпечуватимуться спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами. Утворюватимуться відходи – «одяг захисний зіпсований, відпрацьований чи забруднений (відпрацьований спецодяг)». Кількість утворення відходів зношеного спецодягу розраховуємо за взором [16]:

$$M = \sum m_i \times N_i \times K_{зні} \times K_{забрі} \times 10^{-3}, \quad (5.1)$$

де

M-нормативна кількість утворення відходу, т/рік;

m_i - маса одного виробу і-го виду в вихідному стані, кг;

N_i - кількість виробів, що вийшли з ужитку в рік, шт./рік:

$$N_i = P_i / T_i, \quad (5.2)$$

де

P_i - кількість виробів і-го виду, які носять, 25 од.;

T_i - нормативний термін придатності виробу і-го виду, років;

$K_{зні}$ - коефіцієнт, який враховує втрату маси виробу і-го виду в процесі експлуатації, частки від 1; $K_{зні} = 0,8$;

$K_{забрі}$ - коефіцієнт, який враховує забрудненість виробу і-го виду, частки від 1; $K_{забрі} = 1,15$.

Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам загальних професій різних галузей промисловості, затверджені наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 16.04.2009 № 62.

Середня вага 1 бавовняного комплекту = 1,8 кг, утепленого = 2,5 кг, рукавиць = 0,2 кг.

- бавовняний комплект – 25 шт. (загальною вагою 45 кг);
- утеплений комплект - 25 шт. (загальною вагою 62,5 кг)
- рукавиці - 25 шт. (загальною вагою 5 кг)

Термін служби захисного одягу складає:

- бавовняного комплекту - 1 раз на рік;
- утепленого комплект - 1 раз на три роки;
- рукавиць - 1 раз на місяць.

З огляду на це, маса відходів дорівнює:

$$M = (45 \cdot 1 + (62,5/3) + 5 \cdot 12) \cdot 0,8 \cdot 1,15 \cdot 10^{-3} = 0,115767 \text{ (т/рік)}.$$

Зношений одяг тимчасово накопичуватиметься в контейнері та передаватиметься спеціалізованій організації, згідно з укладеним договором.

Взуття. Кількість робітників, які забезпечені взуттям - 25. Вага однієї пари - 1,5 кг. Масу зношеного взуття розраховуємо за взором:

$$M_{вз} = \sum P_i \times n_i, \quad (5.3)$$

де

P_i - вага і-того типу спецвзуття, кг;

n_i - кількість і-того спецвзуття, шт.

Річна потреба у взутті - 25 од. Термін придатності взуття - 2 роки.

Кількість утворення відходів зношеного чи зіпсованого взуття дорівнює:

$$M_{\text{вз}} = (25 * 1,5) / 2 * 10^{-3} = 0,01875 \text{ (т/рік)}.$$

Зношений спецодяг передаватиметься спеціалізованій організації що має право (дозвіл на здійснення операцій з оброблення відходів).

Відходи процесів зварювання. Під час виробничої діяльності планується використання електродів АОН-4 у кількості 1000 кг/рік.

Обсяги утворення відходів розраховували з використанням формули:

$$M = K_n * M_{\text{вик}} * H_o, \quad (5.4)$$

де

M – маса утворення залишків електродів, кг/рік;

K_n – коефіцієнт, що враховує нерівномірність утворення залишків (утворення залишків різної довжини), $K_n = 1,1 \dots 1,4$;

$M_{\text{вик}}$ – маса витрачених зварювальних електродів, кг/рік.

Обсяги відходів від зварювальних робіт:

$$M = 1,2 * 1000 * 0,05 = 60,0 \text{ кг/рік або } 0,06 \text{ т/рік}.$$

Відходи одержані в процесах зварювання передаватимуться спеціалізованій організації що має право (дозвіл на здійснення операцій з оброблення відходів).

Розрахунок кількості відходів, *синтетичні та моторні мастила, трансмісійні та мастильні оливи* не проводили. Всі роботи по обслуговуванню автомобілів при функціонуванні планованого об'єкта проводитимуться на спеціалізованих станціях обслуговування автомобілів.

Загальні обсяги утворення відходів на виробництві з обробки відходів наведені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Обсяги утворення відходів комплексу

№ з/п	Код	Назва	Обсяг, т/рік
1	20 03 01	Змішані побутові відходи	0,912
2	20 01 10	Одяг захисний зношений чи зіпсований	0,116
3	12 01 13	Відходи процесів зварювання	0,06
Небезпечні відходи			0
Відходи, що не є небезпечними			0,06
Всього			0,988

Як бачимо на підприємстві не утворюються небезпечні відходи

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проаналізовано технологію переробки відходів гуми та пластику для отримання енергії ТОВ «Гофер Україна» з метою оцінки його впливу на довкілля. Визначено масові викиди забруднюючих речовин та виконано розрахунок їх розсіювання в атмосфері; розраховано обсяги відходів під час провадження планованої діяльності; виконано нормативний розрахунок водоспоживання та водовідведення на підприємстві; визначено рівні шуму від технологічного обладнання на прилеглий території.

Головні висновки полягають у тому, що:

- головним забруднювачем атмосфери є генератор, що найбільше викидає діоксиду вуглецю внаслідок спалювання вуглецевого палива, виробленого на підприємстві;
- менш ніж половини ширини нормативної СЗЗ достатньо для повного розсіювання викидів комплексу;
- підприємству непотрібні додаткові заходи зі зниження рівнів шуму на прилеглий території;
- комплекс має значний вплив на водні ресурси через безповоротне водоспоживання, проте не має прямого впливу на якість поверхневих та підземних вод;
- утворені на підприємстві відходи передаватимуться іншим спеціалізованим організаціям для переробки та знешкодження.

Список використаних джерел

1. BLJ-16 Pyrolysis Plant [електронний ресурс]- Режим доступу:<https://www.bestongroup.com/uk/pyrolysis-plant/small/>
2. BZJ-10 Distillation Machine [електронний ресурс]- Режим доступу:<https://www.bestongroup.com/uk/>
3. EMEP/CORINAIR Atmospheric emission inventory guidebook – Second edition, 1999 [електронний ресурс]- Режим доступу:<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emepcorinair>
4. Georg Tchobanoglous, Hilary Theisen, Samuel Vigil Integrated Solid Waste Management. – Irwin/McGraw-Hill Inc., 1993. – 978 p.
5. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. / Київ: Міністерство палива та енергетики України. 2002. – 49 с.
6. 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.
7. 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
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 № 03-07/769 виданої Департаментом екології та природних ресурсів Львівської 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 Львівської області за 2024 рік [електронний ресурс]- Режим доступу: <https://deplv.gov.ua/ekologichnyj-pasport/>
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.ЗНД-86. Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств. / М.: Держкомгідромет, 1987. - 76 с.
- 27.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.
- 28.ПЛАН ЗОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ М. ЛЬВОВА (ЗОНІНГ) Том 1. Частина 4, 5. Залізничний та Шевченківський райони [електронний ресурс]- Режим доступу:
https://city-adm.lviv.ua/lmr/lmrdownloads/arhitekt/Зонінг_Зал_Шевч_сайт.pdf
- 29.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>

30. 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>
31. Радовенчик В.М. Тверді відходи: збір, переробка, складування: навчальний посібник / В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля. – К.: Кондор, 2010. – 552 с.
32. Розрахунки вентиляторних градирень: методичні вказівки для курсового та дипломного проектування для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання / Уклад. О.Р. Пересьолков, О.В. Круглякова. – Харків: НТУ "ХП", 2023. – 56 с .