

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАОЧНОЇ ТА  
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ  
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

Допускається до захисту  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2023 р.  
Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)  
доцент, к.б.н. П.Р.Хірівський  
наук. ступ., вч. зв. (ініціали та прізвище)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**бакалавр**

---

(рівень вищої освіти)

на тему: **«Екологічна оцінка впливу виробничої діяльності  
Комунального підприємства «Горохівська багатопрофільна  
лікарня» на стан атмосферного повітря»**

Виконала студентка III курсу, групи Еко-33 зсп  
спеціальності 101 «Екологія»  
Марія Кондратюк

Керівник \_\_\_\_\_ к.х.н., доцент Ганна Уйгелій

Консультант \_\_\_\_\_ к.с.-г.н., доцент Юрій Ковальчук

Львів -2023

Міністерство освіти і науки України  
 Львівський національний університет природокористування  
 Навчально-науковий інститут заочної та післядипломної освіти  
 Кафедра екології  
 Рівень вищої освіти «бакалавр»  
 Спеціальність 101 «Екологія»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
 Завідувач кафедри.

доцент, к.б.н. П.Р.Хірівський

" " 2022р.

### ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студентки  
 Кондратюк Марії Вікторівни

1. Тема роботи: „Екологічна оцінка впливу виробничої діяльності Комунального підприємства «Горохівська багатопрофільна лікарня» на стан атмосферного повітря”

Керівник дипломної роботи Уйгелій Ганна Юріївна, кандидат хімічних наук, доцент

Затверджені наказом по університету від « » 202 р. №

2. Строк подання студентом дипломної роботи 03 жовтня 2023 року

3. Вихідні дані для дипломної роботи

Літературні джерела

Характеристика діяльності підприємства

Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин

4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

1. Огляд літератури

1.1 Регіональні особливості антропогенного впливу на навколишнє середовище та шляхи подолання цих негативних наслідків

1.2 Охорона та відтворення природно-ресурсного потенціалу

1.3 Очистка промислових газів від твердих включень (сепарація пилу)

2. Об'єкт і методики досліджень

2.1 Профіль діяльності підприємства

2.2 Хімічні методи аналізу повітря

2.2.1 Реакції горіння палива

2.2.2 Визначення оксидів азоту в повітрі

2.2.3 Визначення вуглецю (II) оксиду в повітрі

2.2.4 Визначення пилу сажі в повітрі

3. АНАЛІЗ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ГОРОХІВСЬКА БАГАТОПРОФІЛЬНА ЛІКАРНЯ ГОРОХІВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ»

3.1. Характеристика підприємства як джерела забруднення атмосферного повітря

3.2 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин

3.3 Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин

3.4. Визначення величин викиду розрахунковим методом

3.5. Аналіз викидів азоту (IV) оксиду, вуглецю (II) оксиду та сажі

3.6. Відомості щодо санітарно-захисної зони

3.7 Характеристика газоочисного устаткування

#### 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз стану охорони праці та цивільної оборони

4.2 Заходи щодо покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки при роботах в лабораторії

#### ВИСНОВКИ

Список використаних літературних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості) Схеми, рисунки, світлини \_\_\_\_\_

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3	Уйгелій Г.Ю. доцент кафедри екології		
4	Ковальчук Ю.О.. доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва АПК		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 10 вересня 2022 р. \_\_\_\_\_

#### Календарний план

№п/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Написання Вступу та розділу 1. Огляд літератури	10.09.22-28.02.23	
2	Написання розділу 2. Об'єкт і методика досліджень	28.02.23-20.03.23	
3	Написання розділів розділу 3. Результати досліджень	20.03.23-20.08.23	
4	Написання розділу. Охорона праці, формування висновків та бібліографічного списку.	20.08.23-30.09.23	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник дипломної роботи \_\_\_\_\_ (Г.Ю.Уйгелій)  
(підпис)

**УДК 504.04. 054 (446.83)**

**Екологічна оцінка впливу виробничої діяльності Комунального підприємства «Горохівська багатoproфільна лікарня» на стан атмосферного повітря. Кондратюк М.В. - Кваліфікаційна робота. Кафедра екології.– Дубляни, Львівський НУП, 2023.**

51 ст. текст. част., 9 табл.; рис. 2., фото 1, 24 джерела.

В роботі дано екологічну оцінку викидів КП «Горохівська багатoproфільна лікарня». Приведена характеристика джерел утворення шкідливих викидів і представлено генеральний план лікарні, на якому подана експлікація будівель та приміщень, а також експлікація джерел викидів. Досліджені основні хімічні показники, а саме викиди азоту (IV) оксиду, вуглецю (II) оксиду, вуглецю (IV) оксиду, азоту (I) оксиду, сажі, метану, а також неметанових летких органічних сполук (НМЛОС). Оцінено якість і склад забрудненого повітря даним підприємством відносно гранично-допустимих норм. Охарактеризовано газоочисне обладнання на підприємстві.

## Зміст

	ст.
ВСТУП	
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1 Регіональні особливості антропогенного впливу на навколишнє середовище та шляхи подолання цих негативних наслідків	8
1.2 Охорона та відтворення природно-ресурсного потенціалу	9
1.3 Очищення промислових газів від твердих включень (сепарація пилу)	11
2 ОБ'ЄКТ І МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ	14
2.1 Профіль діяльності підприємства	14
2.2 Хімічні методи аналізу повітря	17
2.2.1 Реакції горіння палива	17
2.2.2 Відбір проб повітря	17
2.2.3 Визначення оксидів азоту в повітрі	18
2.2.4 Визначення вуглецю (II) оксиду в повітрі	20
2.2.5 Визначення пилу сажі в повітрі	20
3 АНАЛІЗ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ГОРОХІВСЬКА БАГАТОПРОФІЛЬНА ЛІКАРНЯ ГОРОХІВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ»	23
3.1 Характеристика підприємства як джерела забруднення атмосферного повітря	23
3.2 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин	24
3.3 Характеристики джерел утворення забруднюючих речовин	25
3.4 Визначення величин викиду розрахунковим методом	29
3.5 Аналіз викидів азоту (IV) оксиду, вуглецю (II) оксиду та сажі	34
3.6 Відомості щодо санітарно-захисної зони	35
3.7 Характеристика газоочисного устаткування	39
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	40
4.1 Аналіз стану охорони праці та цивільної оборони	40
4.2 Техніка безпеки при експлуатації котельних установок. Організація керування котлами	41
ВИСНОВКИ	47

## ВСТУП

Однією з найсерйозніших проблем сьогодення, котра не визнає міжнародних державних кордонів постала проблема захисту повітряного басейну від забруднення промисловими та вентиляційними викидами. Державними і міжнародними конвенціями регламентуються об'єми викидів в атмосферне повітря. Для забезпечення певних викидів передбачається впровадження безвідходних технологій, а також удосконалення діяльності виробництв, і, якщо, необхідно, - ліквідація шкідливих викидів у самому осередку. У випадку неможливості забезпечення вищевказаних заходів – необхідно створювати нові ефективні методи і проектувати нові апаратів для вловлювання шкідливих речовин і пилу з відповідних викидів.

Надзвичайно негативний вплив на довкілля, на сьогоднішній день, мають комунальні підприємства. Насамперед, міський автомобільний транспорт, теплові електричні центральні (ТЕЦ) і, звичайно, котельні належать до основних джерел забруднення атмосферного повітря. Згідно останніх даних [22,23,24 ], на теплове постачання побутових та громадських будівель витрачається більше 280 млн тонн палива на рік. Природний, скраплений газ, мазут і вугілля, торф, деревину використовують для досягнення таких цілей. Склад палива і повнота його згоряння впливають на утворення твердих часточок (диму). Це може бути як пил незгорілого палива, так і попел та силікати.

Певні заходи з охорони довкілля можуть суттєво зменшити забруднення спричинені виробничою діяльністю комунальних підприємств, незважаючи на значні капіталовкладення. Таким чином, сучасні підприємства, повинні мати очисні споруди (циклони, для прикладу), щоб запобігти можливим негативним викидам у навколишнє середовище [12,21].

**Метою** даної роботи є вивчення та аналіз основних небезпечних викидів від стаціонарних джерел Комунального підприємства «Горохівська багатопрофільна лікарня Горохівської міської ради» .

**Об'єктом дослідження** є саме підприємство КП «Горохівська багатопрофільна лікарня Горохівської міської ради», **предметом дослідження** є стан повітряного середовища в робочих зонах цього підприємства.

## 1. Огляд літератури

### 1.1. Регіональні особливості антропогенного впливу на навколишнє середовище та шляхи подолання цих негативних наслідків

Різні регіони мають унікальні антропогенні виклики. Наприклад, індустріалізовані райони можуть стикатися з забрудненням повітря та води, тоді як в сільських зонах може існувати проблема вирубування лісів та втрати біорізноманіття. Шляхи подолання цих проблем включають в себе прийняття екологічно ефективних технологій, впровадження сталих сільськогосподарських методів та ефективне управління відходами. Глобальне співробітництво також важливо для вирішення антропогенних викликів, оскільки багато проблем мають транскордонний характер [12].

Регіональні антропогенні впливи на навколишнє середовище можуть варіюватися в залежності від географічного положення, економічного розвитку та культурних особливостей.

Приклади регіональних проблем [11]:

#### 1. Індустріалізовані області:

- Проблема: Забруднення повітря та води внаслідок великого викиду шкідливих речовин і хімічних сполук.

- Шляхи подолання: Використання чистих технологій, енергоефективних методів виробництва та обмеження викидів.

#### 2. Сільські райони:

- Проблема: Зруйнування екосистем через вирубування лісів, неправильне використання ґрунтів.

- Шляхи подолання: Стале лісокористування, впровадження агроекологічних практик та утримання біорізноманіття.

#### 3. Міські області:



- Проблема: Забруднення відходами, надмірна транспортна активність.
- Шляхи подолання: Рециклінг, розвиток громадського транспорту, створення зон для пішоходів та велосипедистів.

Глобальні заходи [9]:

- Міжнародні угоди: Участь у міжнародних домовленостях, таких як Паризька угода зі зменшення викидів парникових газів.
- Глобальні ініціативи: Підтримка проектів зі збереження навколишнього середовища та сталого розвитку.

Вирішення проблем антропогенного впливу вимагає комплексного підходу та спільних зусиль на рівні споживачів, бізнесу, уряду та міжнародних організацій [1,2,4].

## **1.2. Охорона та відтворення природно-ресурсного потенціалу в Україні**

Охорона та відтворення природно-ресурсного потенціалу в Україні є одним з пріоритетних напрямків державної політики. Для забезпечення цього необхідно вжити комплексу заходів, зокрема [14,15]:

- Розробка та впровадження ефективної системи управління природними ресурсами. В Україні існує низка нормативно-правових актів, які регулюють використання природних ресурсів. Однак, ця система потребує вдосконалення, зокрема, у частині забезпечення прозорості та ефективності управління природними ресурсами [6].

- Підвищення рівня екологічної освіти та культури населення. Необхідно проводити широку роз'яснювальну роботу серед населення щодо важливості збереження та відтворення природних ресурсів. Це дозволить формувати у громадян свідоме ставлення до навколишнього середовища.

- Залучення інвестицій в природоохоронні проекти. Для реалізації масштабних природоохоронних заходів необхідні значні інвестиції. Тому необхідно створювати сприятливі умови для залучення інвестицій у цю галузь.

В Україні є значний природно-ресурсний потенціал, який є важливою складовою національної безпеки. Однак, в останні десятиліття внаслідок надмірного використання та забруднення навколишнього середовища цей потенціал почав деградувати [10].

До основних проблем у галузі охорони та відтворення природно-ресурсного потенціалу в Україні можна віднести [1,2]:

1. Недостатнє фінансування природоохоронних заходів.
2. Недосконала система управління природними ресурсами.
3. Низький рівень екологічної освіти та культури населення.
4. Забруднення навколишнього середовища.

З метою вирішення цих проблем уряд України ухвалив низку заходів, зокрема [19,20]:

- Розроблено та затверджено Стратегію сталого розвитку України до 2030 року, яка передбачає заходи щодо охорони та відтворення природно-ресурсного потенціалу.

- Створено Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, яке відповідає за реалізацію державної політики в цій галузі.

- Запроваджено систему моніторингу стану навколишнього середовища.

- Розроблено та впроваджено низку природоохоронних заходів, зокрема, щодо відновлення лісів, рекультивації земель, охорони водних ресурсів.

Незважаючи на ці заходи, стан природно-ресурсного потенціалу в Україні залишається незадовільним. Для забезпечення сталого розвитку країни необхідно вжити додаткових заходів щодо охорони та відтворення природних ресурсів [6,7,9].

Ось деякі з конкретних заходів, які можуть бути впроваджені в Україні для охорони та відтворення природно-ресурсного потенціалу:

- Впровадження ресурсозберігаючих технологій у промисловості та сільському господарстві. Це дозволить зменшити споживання природних ресурсів та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

- Розвиток відновлюваних джерел енергії. Це дозволить зменшити залежність від викопних ресурсів, які є обмеженими та екологічно шкідливими.

- Відновлення порушених земель. Це дозволить відновити родючість ґрунтів та зменшити ризик ерозії.

- Охорона водних ресурсів. Це дозволить забезпечити населення та економіку країни якісною водою.

- Відновлення біорізноманіття. Це дозволить зберегти природні екосистеми та забезпечити баланс в природі.

Кожна людина може внести свій вклад у збереження природно-ресурсного потенціалу України. Для цього необхідно дотримуватися простих правил[14,15, 16]:

А) Економно використовувати воду, газ, електроенергію.

Б) Сортувати сміття.

В) Не засмічувати навколишнє середовище.

Г) Брати участь у природоохоронних заходах.

Лише спільними зусиллями ми можемо забезпечити майбутні покоління здорове та безпечне середовище для життя.

### **1.3. Очищення промислових газів від твердих включень**

Очистка промислових газів від твердих включень в Україні є одним з важливих завдань охорони навколишнього середовища. Тверді включення, які містяться в промислових газах, можуть бути шкідливими для здоров'я людини та навколишнього середовища. Вони можуть викликати задишку, кашель, захворювання органів дихання, а також забруднення атмосфери [13,18].

Для очищення промислових газів від твердих включень в Україні застосовуються різні технології. До найпоширеніших методів належать:

- Фільтрування. Цей метод полягає в тому, що газ пропускається через фільтр, який затримує тверді включення. Для фільтрування промислових газів в Україні застосовуються різні типи фільтрів, зокрема, тканинні, металеві, керамічні та електростатичні.
- Циклонування. Цей метод полягає в тому, що газ проходить через циклон, в якому тверді включення за рахунок відцентрової сили відокремлюються від газу.
- Витосалювання. Цей метод полягає в тому, що газ пропускається через зволожену поверхню, на якій тверді включення осідають під дією сили тяжіння.
- Електростатична сепарація. Цей метод полягає в тому, що газ пропускається через електричне поле, в якому тверді включення за рахунок різниці потенціалів заряджаються і відокремлюються від газу.

Вибір методу очищення промислових газів від твердих включень залежить від виду промислового газу, складу твердих включень та вимог до чистоти газу.

В Україні очищення промислових газів від твердих включень здійснюється на більшості промислових підприємств, які є джерелами забруднення атмосфери. Однак, рівень очищення газів на багатьох підприємствах залишається недостатнім [19,20].

Для підвищення ефективності очищення промислових газів від твердих включень в Україні необхідно вжити наступних заходів:

- Впровадження сучасних технологій очищення газів.
- Заміна застарілого обладнання на сучасне.
- Покращення контролю за роботою установок очищення газів.

Щоб запобігти забрудненню атмосфери твердими домішками потрібно удосконалити технології виробничих процесів, або здійснювати очищення промислових викидів.

Реалізувати перший напрям в більшості випадків важче, оскільки це пов'язано із рядом різних технічних чи економічних труднощів. Найбільш

можливим є другий напрямок вирішення даної проблеми, а саме очищення промислових викидів від твердих домішок.

На сьогоднішній день існують чотири групи апаратів знепилення газів [21].

Це:

- механічні пиловловлювачі, де під дією сил тяжіння, чи відцентрових сил відділяють пил ;
- мокрі апарати або гідравлічні, у яких вловлювання твердих часток проводять рідинами;
- пористі фільтри, завдяки яким здійснюють осадження часток пилу;
- електрофільтри, де внаслідок іонізації газу, а також зарядження пилинок, цього газу - пил осаджується.

Фактично газоочисні системи, в залежності від дисперсного складу та певного ступеня очистки шкідливих викидів, можуть бути обладнані декількома типами пиловловлювачів різних комбінацій (Йдеться про ступінчасту очистку газів).

Використання енергозберігаючих технологій та сортування сміття – важливий вклад в очищення промислових газів від твердих домішок, який може здійснити кожен свідомий українець.

## **2. ОБ'ЄКТ І МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **2.1 Профіль діяльності підприємства**

Найменування Комунальне підприємство «Горохівська багатoproфільна лікарня Горохівської міської ради»

Код в ЄДРПОУ / ППН 01982896

Юридична адреса вул. Паркова, буд. 22, Горохів, Волинська область, Україна, 45701



**Фото 2.1 Комунальне підприємство «Горохівська багатoproфільна лікарня Горохівської міської ради»**

Рельєф промислового майданчика рівний. На ньому розміщені автомобільні дороги, під'їзди до виробничих споруд з твердим покриттям. На промислового майданчику розташовано:

6 організованих джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря:

- дві котельні,
- 3 гаражі,
- місце зберігання дров та золи,

1 неорганізоване джерело викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря:

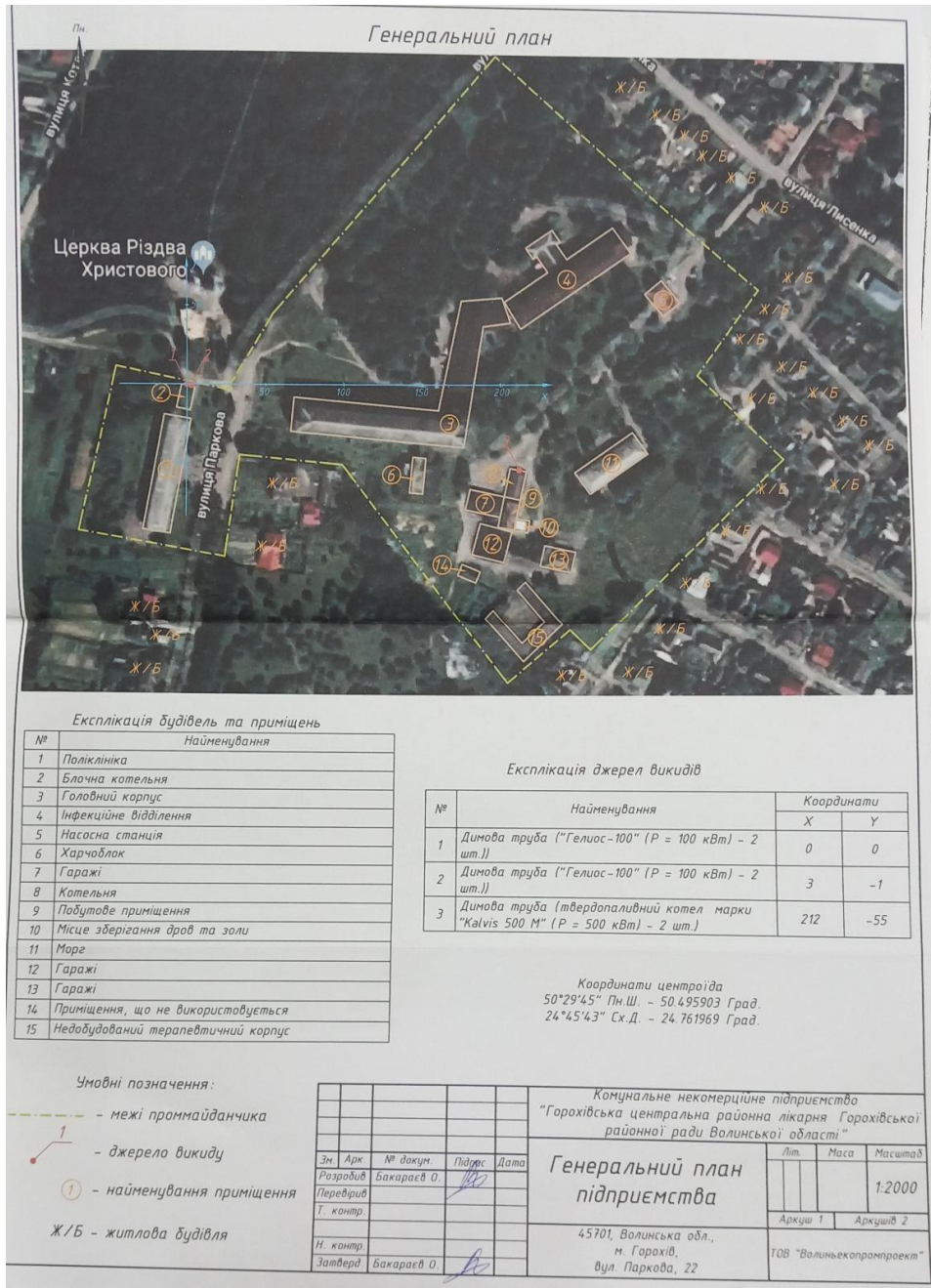
- пост електрогазозварювання та газової різки.

В процесі виробничої діяльності комунального підприємства в атмосферу викидаються наступні забруднюючі речовини: оксиди заліза, манган та його сполуки, сажа, азоту (IV) оксид, оксид (II) вуглецю, пил деревини, бензин, гас (дизпаливо), парникові гази (вуглецю (IV) оксид, азоту (I) оксид, метан, НМЛОС).

Згідно «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів» розмір нормативної санітарно-захисної зони становить 50 м. Санітарно-захисна зона витримана.

- на півночі – житлова забудова;
- на сході - житлова забудова;
- на півдні - сільськогосподарські угіддя;
- на заході - сільськогосподарські угіддя.

Розміщення джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу подано на карті-схемі розташування джерел шкідливих викидів на проммайданчику Комунальне підприємство «Горохівська багатопрофільна лікарня Горохівської міської ради»



**Рис.2.1 Генеральний план КП «Горохівська багатoproфільна лікарня Горохівської міської ради»**



## 2.2 Хімічні методи аналізу повітря

### 2.2.1. Реакції горіння палива

Горіння палива супроводжується процесами окиснення сполук гідрогену і карбону внаслідок чого відбувається виділення енергії [9] :

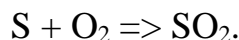


У випадку недостатньої кількості кисню відбуваються реакції утворення вуглецю (II) оксиду (чадного газу) з виділенням та поглинанням енергії, відповідно до реакцій;

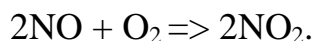
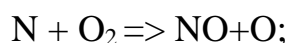
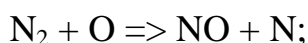
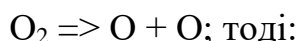


У випадку неповного згорання кількість тепла, що виділяється, зменшується.

Домішки, що можуть бути в паливі під час окиснення, утворюють:



В умовах високих температур (наприклад, у печах котлоагрегатів) молекули діоксигену дисоціюють:

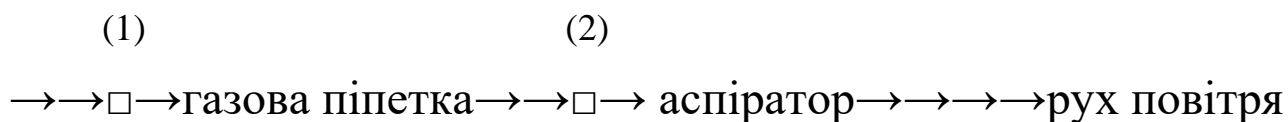


Утворення твердих часточок (димув) залежить від складу палива та повноти згорання, його склад може бути різноманітний: пил незгорілого палива, попіл, силікати та ін.

### 2.2.2 Відбір проб повітря

За допомогою аспіратора і газових піпеток ( $V = 250$  або  $500$  мл) відбирають проби повітря [13]. Цим самим забезпечується 5-ти кратний обмін повітря при

продуктивності 0,5 л/хв. З однієї точки відбирають 2 і більше проби. Перед відбором проб газові піпетки миють хромовою сумішшю. Далі їх сушать у сушильній шафі і охолоджують. Протилежні кінці газових піпеток затискають гумовими шлангами. Закінчивши відбір проб, з метою не допущення утворення у газовій піпетці розрідження, встановлюють спочатку затискач (2), далі – затискач (1).



**Рис.1. Схема відбору проб повітря аспіратором в газову піпетку**

**Аналіз проб повітря.** Відібрані проби аналізують рівно через 20 год. . З газової піпетки шприцем відбирають досліджуване повітря. Проколовши гумовий шланг повітря вводять у хроматограф. Цей процес повторюють три рази.

Одержавши хроматограми досліджуваних проб повітря, лінійкою вимірюють висоти піків  $h_x$ , розраховують середнє арифметичне значення і за допомогою формули (1) обчислюють концентрації летких органічних сполук в повітрі:

$$C = k_1 \cdot h \text{ або } X = k_2 \cdot h \quad (1)$$

### 2.2.3. Визначення оксидів азоту в повітрі

*Визначення азоту (IV) оксиду.* Азоту (IV) оксид в присутності озону, сульфору (IV) оксиду, хлору і азоту (II) оксиду визначали за допомогою термохімічного піроелектричного детектора з використанням методу вакантохроматографії [13]. Межа виявлення складає для водню  $2 \cdot 10^{-2}$  мг/м<sup>3</sup>, для вуглецю (II) оксиду –  $2,5 \cdot 10^{-1}$  мг/м<sup>3</sup>, і для етилену -  $5 \cdot 10^{-2}$  мг/м<sup>3</sup>.

### *Умови аналізу*

*Відбір і підготовка проб.* Виявлення та кількісне визначення азоту (IV) оксиду ґрунтується на його реакції із стиролом. Концентрація продуктів реакції пропорційна концентрації азоту (IV) оксиду. Визначення ведуть за піками 3 і 5.

*Методика аналізу.* Хроматограф Варіан модель 500. Колонка 400x0,3 см. Нерухома фаза SE-30 (5%) на хромосорбі. Температура 100°C. Об'єм проби 5 мл. Цим методом можна визначити азоту (IV) оксид у кількості  $(1,9-3,8) \cdot 10^{-4}$  мг/л.

Також таку реакцію можна проводити використовуючи реактив Грісса-Лосвая; визначення за світлопоглинанням коралового розчину. Межа виявлення – 0,1 мкг у пробі. Пробу відбирають просочуванням повітря через поглинальний розчин із швидкістю 0,25 л/хв протягом 20-30 хвилин. Озон не заважає до концентрацій, що не перевищують концентрацію азоту (IV) оксиду у 2-3 рази.

*Визначення азоту (I) оксиду в повітрі.*

### *Умови аналізу*

**Азоту (I) оксид** визначають в присутності вуглекислого газу і парів води.

*Відбір і підготовка проб*

Відбір проб повітря при протягуванні 15-20 л зі швидкістю 30-40 л/год через три трубки:

- 1) Для поглинання вуглекислого газу;
- 2) Для поглинання парів води;
- 3) Для поглинання закисі азота  $N_2O$  молекулярними ситами 5А.

Попередньо молекулярні сита прогрівають про 350°C спочатку у вакуумі, а потім у струмені гелію зі швидкістю 50 мл/хв.

*Методика аналізу.*

Хроматограф Х'юлетт – Паккард модель 5750. Катарометр. Колонка 90 x 0,6 см. Нерухома фаза молекулярні сита 5А. Температуру колонки програмують від 65 до 250°C зі швидкістю 20°/хв.. Визначали азоту (I) оксид у кількостях близьких до  $6 \cdot 10^{-4}$  мг/л.

## **2.2.4. Визначення вуглецю (II) оксиду в повітрі**

### *Умови аналізу*

**Вуглецю (II) оксид** . Хроматограф GCHF-18,3. Детектор аргоновий. Колонка скляна 100 ч 0,3 см, заповнена молекулярними ситами 5А. Температура колонки 28°C. Швидкість газу-носія аргону 30 мл/хв. Відбір проб також на молекулярні сита 5А при охолодженні рідким азотом. Межа виявлення **вуглецю (II) оксиду** при об'ємі проби 25 мл складає 4,3 мг/м<sup>3</sup>, а при об'ємі проби 250 мл – 0,4 мг/м<sup>3</sup>.

*Відбір і підготовка проб.* Витісняють в хроматограф сумішню водню і азоту при нагріванні концентраційної трубки до 80-90°C.

*Методика аналізу.* В атмосферному повітрі **вуглецю (II) оксид** визначали у кількості  $2,3 \cdot 10^{-4} \cdot 4,1 \cdot 10^{-3}$  мг/л.

### 2.2.5. Визначення пилу сажі в повітрі

Запиленість повітря – важливий екологічний чинник. Для людини небезпека пилу визначається його хімічною природою, концентрацією, формою частинок, токсичністю, здатністю сорбувати забруднювальні речовини [13].

Аналізом вмісту пилу в повітрі, зокрема, його хімічним складом, зазвичай, займається фізика. Різні розділи фізики дають змогу розробити велику кількість методів аналізу пилу. Це, насамперед, обумовлено значною різноманітністю кількісних і якісних характеристик запилення. Специфіка місцевих умов, вимоги до швидкості проведення аналізів виключає можливість використання якогось одного універсального методу. Наприклад, визначення концентрації пилу у викидах в атмосферу теплової електростанції, а також визначення розміру частинок пилу і, звичайно, присутність хімічно активних речовин, докорінно відрізняються. Ці методи полягають у наступному:

I Загальна кількість пилу визначається:

1. після закінчення процесу сепарації пилу з повітряного потоку гравіметричними методами (зважуванням), мікроскопічними методами (шляхом підрахунку частинок), вимірюванням певної характеристики, яка властива для сепарованої кількості пилу;
2. вимірювання безпосередньо у пробі повітря певної фізичної величини,

яка характеризує вміст пилу;

3. Вимірювання осаду пилу, а саме визначення концентрації пилу, що осів за даний проміжок часу .

В 1 см<sup>3</sup> повітря, у закритому приміщенні, може міститися до 10<sup>6</sup> пилових часточок різних розмірів, токсичності, природи.

Лопаткою відбирають зразок пилу, завширшки 3-5 см. Переносять його зразок на предметне скло, накривши покривним скельцем. Мікропрепарат поміщають на предметне скло мікроскопа і встановлюють збільшення площі плями. Розглядаючи мікропрепарат під мікроскопом описують зовнішній вигляд, форму, розміри, взаємне розміщення, колір частинок. На зразок пилу наносять краплю розчину кислоти і відразу накривають покривним скельцем. Розглядають зразок під мікроскопом описують зміни, які відбуваються з даним зразком пилу в розчині кислоти.

Таблиця 2.1 - Опис шкідливих речовин

Код речовини	Найменування речовини	ГДК	Коефіцієнт упоряд. осідання
1	2	3	4
123	Заліза оксид (в перерахунку на залізо)	0,4	1
143	Марганець та його з'єднання (в перерахунку на діоксид марганцю)	0,01	1
228	Хрому трьохвалентні з'єднання (в перерахунку на Cr <sup>3+</sup> )	0,01	1
301	Азоту діоксид	0,085	1
322	Кислота сульфатна	0,3	1
330	Ангідрид сірчистий	0,5	1
1	2	3	4
333	Сірководень	0,008	1

337	Вуглецю оксид	5	1
342	Фториди, газоподібні з'єднання (фтористий водень)	0,02	1
344	Фториди погано розчинні неорганічні (фтори алюмінію і кальцію)	0,2	1
621	Толуол	0,6	1

Пройшовши певні етапи підготовки зразка від зважування фільтра до прокачування повітря крізь фільтр обчислюють масову концентрацію пилу  $C$  за формулою:

$$C = \frac{(m_{\text{кн}} - m_{\text{поч}}) \cdot 1000}{Q \cdot t}, \text{ мг/м}^3$$

де 1000 – коефіцієнт перерахунку об'єму повітря з літрів у метри кубічні;

$t$  – тривалість прокачування повітря, хв.

### **3. АНАЛІЗ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ГОРОХІВСЬКА БАГАТОПРОФІЛЬНА ЛІКАРНЯ**

#### **ГОРОХІВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ»**

##### **3.1. Характеристика підприємства як джерела забруднення атмосферного повітря**

Комунальне підприємство «Горохівська багатoproфільна лікарня Горохівської міської ради» займається лікуванням населення Луцького району.

Утворення забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу, відбувається [7]:

- ◆ під час спалювання палива у технологічних котлах;
- ◆ під час проведення зварювальних робіт;
- ◆ під час зберігання відходів.

На двох майданчиках Комунальне підприємство «Горохівська багатoproфільна лікарня Горохівської міської ради» розміщені 5 стаціонарних джерел викидів шкідливих речовин в атмосферу:

◆ Котельня (джерело № 1,2) В котельні встановлено два котла Гелиос - 100 для подачі водяної пари у поліклініку та для опалювання у зимовий період року. В результаті спалювання природного газу виділяються азоту (IV) оксид, вуглецю (II) оксид, ртуть, вуглецю (IV) оксид, азоту (I) оксид, метан і неметалові леткі органічні сполуки (НМЛОС).

◆ Котельня (джерело № 3,4) В котельні встановлено два твердопаливних котла «Kalvis 500M» для подачі водяної пари у головний корпус (адмінбудинок), інфекційне відділення, харчоблок та для опалювання у зимовий період року. Пічне паливо — 620,5 м /рік кускові відходи деревини та 187,7 м /рік тирси. Під час спалювання відходів деревини у атмосферне повітря викидаються забруднюючі речовини: сажа, азоту (IV) оксид, вуглецю (II) оксид, парникові гази (вуглецю (IV) оксид, азоту (I) оксид, метан, НМЛОС). Час роботи джерела - 6400 год/рік.

- ◆ Пост електричного газового зварювання та газової різки (джерело № 5)

Призначений для проведення чергового ремонту та ремонту технологічного обладнання, використовуються електроди АНО-4 - 180 кг/рік , АНО-3 - 180 кг/рік, пропан-бутанова суміш - 1100 кг/рік. Під час електрогазозварювальних робіт та газової різки металу у атмосферне повітря потрапляють оксиди заліза (II), марганець та його з'єднання, суспендовані частинки, недиференційовані за складом, вуглецю (II) оксид. Час роботи джерела - 1672,4 год/рік.

### 3.2. Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин

Всього на проммайданчику Комунального підприємства «Горохівська багатoproфільна лікарня Горохівської міської ради» знаходиться 6 організованих джерел викидів забруднюючих речовин, які спричиняють забруднення атмосферного повітря, а саме: азоту (IV) оксид, вуглецю (II) оксид, вуглецю (IV) оксид, азоту (I) оксид, метан, а також неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС) (табл.3.1). Джерела забруднення атмосфери відображені на генеральному плані розміщення промислового майданчика підприємства.

Таблиця 3.1. - Перелік забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу КП «Горохівська багатoproфільна лікарня Горохівської міської ради»

Найменування речовини	ГДК, мг/м <sup>2</sup>	Клас небезпеки	Потужність викиду, т/рік
Азоту (IV) оксид	0,0850000	2	0,0823
Вуглецю (II) окис	5,0000000	4	0,0521
Азоту (I) оксид	-	-	$3,1 \cdot 10^{-5}$
Вуглецю (IV) оксид	-	-	182,0
Метан	5,000000	0	$3,1 \cdot 10^{-4}$
Неметанові леткі органічні сполуки	-	0	$1,6 \cdot 10^{-3}$
<b>Всього</b>			183,21



Все технологічне обладнання, яке спричиняє виділення забруднюючих речовин, оснащено витяжними вентиляційними системами.

### **3.3 Характеристики джерел утворення забруднюючих речовин**

Характеристики джерел утворення забруднюючих речовин (кількісні та якісні) визначалися базуючись на прямих інструментальних замірах при максимальному завантаженні технологічного обладнання, подані у таблиці 3.2. на сторінці 27.

Параметри джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, їх потужність, якісні та кількісні характеристики, визначені на основі прямих інструментальних замірів при максимальному завантаженні технологічного обладнання і приведені в табл.3.3. на сторінці 28. Отже, джерелами викидів є:

1. Димова труба (Гелиос-100, P=100кВт – 2шт)
2. Димова труба (Гелиос-100, P=100кВт – 2шт)
3. Димова труба (твердопаливний котел марки «Kalvis 500 М», P=500 кВт -2шт)

*Джерела викидів №№1, 2. Паливна.*

Для опалення приміщень служить паливна, в якій знаходиться два котли Гелиос-100. В результаті спалювання природного газу виділяються азоту (IV) оксид, вуглецю (II) оксид, ртуть, вуглецю (IV) оксид, азоту (I) оксид, метан і неметалові леткі органічні сполуки (НМЛОС).

*Джерела викидів №№3, 4. Паливна*

Для опалення приміщень служить паливна, в якій знаходиться два твердопаливні котли «Kalvis 500 М». В результаті спалювання деревини у атмосферне повітря викидаються забруднюючі речовини: сажа, азоту (IV) оксид, вуглецю (II) оксид, парникові гази (вуглецю (IV) оксид, азоту (I) оксид, метан, НМЛОС).

*Джерела викидів №5 Пост електричного газового зварювання та газової різки (джерело № 5) .*

Призначений для проведення чергового ремонту та ремонту технологічного обладнання. Під час електрогазозварювальних робіт та газової

різки металу у атмосферне повітря потрапляють оксиди заліза (II), марганець та його з'єднання, суспендовані частинки, недиференційовані за складом, вуглецю (II) оксид.

Виробництво	№ д.в.	№ вент. уст.	Джерело утворення забруднюючої речовини		Етапи Технологічного процесу	Заван. технол. обл., год/рік	Об'ємна витрата газу, м <sup>3</sup> с	Температура, °С	Забруднююча речовина		Значення концентрації забруднюючої речовини, мг/м <sup>3</sup>				Методика визначення показників
											код	Найменування	факт		
			max	min											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Паливна поліклініки	1	ВП1	Димова труба від котельні (2 котли Гелиос-100)		2	Спалювання газу	4320	0,035	120	301	азоту (IV)оксид	150,5	123,0		Testo 335
									337	вуглецю (II) оксид	50,0	31,3		Testo 335	
										ртуть	по розрахунку				
										вуглецю (IV)оксид	по розрахунку				
										азоту (I)оксид	по розрахунку				
										метан	по розрахунку				
										НМЛОС	по розрахунку				
-/-	2	ВП2	Димова труба від котла Гелиос-100 (технологічний)		2	Спалювання газу	4320	0,035	120	301	азоту (IV) оксид	150,5	123,0		Testo 335
									337	вуглецю (II) оксид	50,0	31,3		Testo 335	
										ртуть	по розрахунку				
										вуглецю (IV)оксид	по розрахунку				
										N <sub>2</sub> O	по розрахунку				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

										метан	по розрахунку				
										НМЛОС	по розрахунку				
Паливна	3	B3	Димова труба від котла Kalvis 500M)	2	Спалювання дерева	8616	0,98	20	322	азоту (IV) оксид	270,3	172			[8], с.75
					твердих сортів					вуглецю (II) оксид	90,8	61,4			[8], с.75
										N <sub>2</sub> O	По розрахунку				
-II-	4	B4	Пост електричного газового зварювання та газової різки	34	Ремонт	8616	2,36	20	322	оксиди заліза (II)	3,86	0,13			[8], с.75
					технологічн					марганець та його з'єднання	0,88	0,05			[8], с.75
					ого					Суспенд. частинки, недиференційовані за складом	0,53	0,003			[8], с.75
					обладнання					вуглецю (II) оксид.	2,11	0,12			[8], с.75

**Таблиця 3.3** Характеристики джерел утворення забруднюючих речовин

**Таблиця 3.4. - ХАРАКТЕРИСТИКА ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД ОСНОВНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Виробництво	Характеристика сировини, матеріалу			Викиди забруднюючих речовин				Питомий викид сировини
	Найменування	Од. вим.	К-сть	код	найменування	Од.вим.	Фактичний викид	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Паливна	природний газ	м <sup>3</sup> /рік	19072	301	азоту (IV)оксид	т/рік	0,0225	0,0023
		(т/рік)	(183,21)	337	вуглецю (II) оксид	т/рік.	0,0418	0,00737
					ртуть		3,28-10 <sup>-8</sup>	4,36-10 <sup>-9</sup>
					сажа		0,2167	0,3136
					вуглецю (IV) оксид		31,056	3,8679
					азоту (I)оксид		0,000044	0,0000046
					метан		0,00037	0,000046
					НМЛОС		0,0029	0,00023

Параметри джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, їх потужність, якісні та кількісні характеристики взяті згідно звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин для Комунального підприємства «Горохівська багатoproфільна лікарня Горохівської міської ради», де вони визначені на основі прямих інструментальних замірів та розрахунковим методом при номінальному завантаженні технологічного обладнання [11,15].

Характеристика параметрів викидів прийнята за річний період у реальних умовах експлуатації підприємства.

### **3.4 Визначення величин викиду розрахунковим методом**

#### **Джерело №1 Паливна поліклініки**

Вихідні дані:

Газові котли «Гелиос-100» - 2 шт., потужність кожного - 100 кВт

Паливо – природний газ;

Витрата палива - 92,5 тис.м<sup>3</sup>/рік

#### **Розрахунок максимально-разового викиду (по вимірній концентрації)**

Маса речовини М, що виділяється від котельного обладнання, розраховується за формулою

$$M = V \cdot C / 1000, \text{ г/с}$$

де V – об'ємна витрата газоповітряної суміші, що відводиться від джерела забруднення за одиницю часу: 0,244 м<sup>3</sup>/с

C – вимірня масова концентрація забруднюючої речовини в сухих димових газах:

Оксиди азоту (в перерахунку на діоксид)	75 мг/ м <sup>3</sup>
Вуглецю оксид -	48 мг/ м <sup>3</sup>

Максимально-разовий викид:

Оксиди азоту (в перерахунку на діоксид) 0,018 мг/ м<sup>3</sup>

Вуглецю оксид - 0,012 мг/ м<sup>3</sup>

**Визначення показника емісії через виміряну концентрацію Азоту (IV) оксид, вуглецю (II) оксид [14]:**

$$k_j = C \cdot V_{\text{дг}} / Q_i^r (1 - q^4 / 100)$$

$V_{\text{дг}}$  – питомий об'єм сухих димових газів, приведений до санітарного вмісту кисню, м<sup>3</sup>/нм<sup>3</sup>;

$Q_i^r$  – нижча робоча теплота згорання палива, МДж/ нм<sup>3</sup>;

$q^4$  – механічний недопал палива, %;

**Таблиця 3.6 - Показник емісії через виміряну концентрацію азоту (IV) оксид, вуглецю (II) оксид:**

Інгредієнт	$k_j$	C	$V_{\text{дг}}$	$Q_i^r$	$q^4$
Діоксид азоту	26,45	75	11,82	33,52	0
Вуглецю оксид	16,93	48	11,82	33,52	0

## 2. Парникові гази:

### а) Вуглецю (IV) оксид CO<sub>2</sub>

Значення узагальненого показника емісії вуглецю  $k$  вибираємо з методики [1] і воно становить 15300 г/ГДж

Показник емісії вуглекислого газу  $k_{\text{CO}_2}$  вибираємо з методики і розраховуємо за формулою:

$$k_{\text{CO}_2} = 44/12 \cdot C_r / 100 \cdot 10^6 / Q \cdot e$$

$$k_{\text{CO}_2} = 44/12 \cdot 73,67/100 \cdot 10^6/45,78 \cdot 0,995 = 58710 \text{ г/ГДж}$$

### б) Азоту (I) оксид N<sub>2</sub>O

Значення узагальненого показника емісії оксиду діазоту  $k_{\text{N}_2\text{O}}$  вибираємо з методики [1] і воно становить 0,1 г/ГДж

### в) Метан CH<sub>4</sub>

Значення узагальненого показника емісії вуглецю к СН<sub>4</sub> вибираємо з методики [1] і воно становить 1,0 г/ГДж

### 3. Неметанові леткі органічні сполуки

Значення показника емісії вибираємо з методики [4] і воно становить 5,0 г/ГДж.

### Розрахунок валових викидів і максимально-разових викидів забруднюючих речовин

Валовий викид j-ї забруднюючої речовини при спалюванні природного газу розраховується за формулою:

$$E_j = 10^{-6} \cdot V_{\text{рік}} \cdot Q_i^r \cdot k_j \quad \text{т/рік}$$

де  $k_j$  - показник емісії j-ї забруднюючої речовини, г/ГДж;

$V_{\text{рік}}$  – витрата палива, тис.м<sup>3</sup>/рік;

$Q_i^r$  – нижча робоча теплота згорання природного газу, МДж/ м<sup>3</sup> (таблиця 3.7)

Таблиця 3.7. – Зведена таблиця забруднюючих речовин

Код речовини	Найменування речовини	$Q_i^r$ , МДж/м <sup>3</sup>	$V_{\text{рік}}$ , тис.м <sup>3</sup> /рік	$k_j$ , г/ГДж	$E_j$ , т/рік	$M_{\text{м.р.}}$ , г/с
1	2	3	4	5	6	7
301	Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид)	33,52	92,5	26,45	0,082	0,018
337	Оксид вуглецю	33,52	92,5	16,93	0,052	0,012
<b>Парникові гази</b>						
410	Метан	33,52	92,5	1,0	0,0031	-
11812	Діоксид вуглецю	33,52	92,5	58610	182	-
11815	Оксид діазоту	33,52	92,5	0,1	0,00031	-
18116	Неметанові леткі органічні сполуки	33,52	92,5	5,0	0,016	-

Примітка : максимально-разові викиди NO<sub>2</sub>, і CO визначені по замірній концентрації.



## Джерело №2 . Паливна поліклініки

Вихідні дані:

Газові котли «Гелиос-100» - 2 шт., потужність кожного - 100 кВт

Паливо – природний газ;

Витрата палива - 3,6 тис.м<sup>3</sup>/рік.

### Розрахунок максимально-разового викиду (по вимірній концентрації)

Маса речовини М, що виділяється від котельного обладнання, розраховується за формулою

$$M1 = V \cdot C / 1000, \text{ г/с}$$

де V – об'ємна витрата газоповітряної суміші, що відводиться від джерела забруднення за одиницю часу: 0,235 м<sup>3</sup>/с

C – вимірня масова концентрація забруднюючої речовини в сухих димових газах:

Оксиди азоту (в перерахунку на діоксид)	72 мг/ м <sup>3</sup>
Вуглецю оксид -	43 мг/ м <sup>3</sup>
Максимально-разовий викид:	
Оксиди азоту (в перерахунку на діоксид)	0,017 мг/ м <sup>3</sup>
Вуглецю оксид -	0,010 мг/ м <sup>3</sup>

### Визначення показника емісії через вимірну концентрацію

Азоту (IV) оксид, вуглецю (II) оксид [14]:

$$k_j = C \cdot V_{дг} / Q_i^r (1 - q^4 / 100), \text{ г/ГДж}$$

V<sub>дг</sub> – питомий об'єм сухих димових газів, приведений до санітарного вмісту кисню, м<sup>3</sup>/нм<sup>3</sup>;

Q<sub>i</sub><sup>r</sup> – нижча робоча теплота згорання палива, МДж/ нм<sup>3</sup>;

$q^4$  – механічний недопал палива, %;

Таблиця 3.8 - Показник емісії через виміряну концентрацію азоту (IV) оксид, вуглецю (II) оксид

Інгредієнт	kj	C	Vдг	$Q_i^r$	$q^4$
Діоксид азоту	25,39	72	11,82	33,52	0
Вуглецю оксид	15,16	43	11,82	33,52	0

## 2. Парникові гази:

### а) Вуглецю (IV) оксид $CO_2$

Значення узагальненого показника емісії вуглецю k вибираємо з методики [1] і воно становить 15300 г/ГДж.

Показник емісії вуглекислого газу  $k_{CO_2}$  вибираємо з методики і розраховуємо за формулою:

$$k_{CO_2} = 44/12 \cdot C_r/100 \cdot 10^6/Q \cdot e$$

$$k_{CO_2} = 44/12 \cdot 73,67/100 \cdot 10^6/45,78 \cdot 0,995 = 58710 \text{ г/ГДж}$$

### б) Азоту (I) оксид $N_2O$

Значення узагальненого показника емісії азоту (I) оксид k  $N_2O$  вибираємо з методики [1] і воно становить 0,1 г/ГДж

### в) Метан $CH_4$

Значення узагальненого показника емісії вуглецю k  $CH_4$  вибираємо з методики [1] і воно становить 1,0 г/ГДж

## 3. Неметанові леткі органічні сполуки

Значення показника емісії вибираємо з методики [4] і воно становить 5,0 г/ГДж.

### 3.5. Аналіз викидів азоту (IV) оксиду, вуглецю (II) оксиду та сажі

Джерелами викидів азоту (IV) оксиду, вуглецю (II) оксиду та сажі на підприємстві є дві котельні (Джерела №1 і №2), які викидають шкідливі речовини з котлів типу Гелиос-100.

В котельні (Джерело №1) встановлено два котла для подачі водяної пари. Паливом слугують природний газ і кускові відходи деревини і тирси. Як видно з таблиці 3.9 під час спалювання відходів деревини у атмосферне повітря викидаються азоту (IV) оксид, вуглецю (II) оксид.

Таблиця 3.9 - Викиди азоту (IV) оксид, вуглецю (II) оксид та сажі на технологічних етапах опалювання і подачі водяної пари

№ Дж. в.	Джерело утворення забруднюючої речовини	Етапи технологічного процесу	ЗР	Клас небезпеки	Фактичний викид ЗР, мг/м <sup>3</sup>	ГДВм.р., мг/м <sup>3</sup>
1	Котел Гелиос-100	Опалення та технологічна водяна пара	NO <sub>2</sub>	2	0,051	0,085
			Сажа	3	0,092	0,15
			CO	4	4,37	5,0
2	Котел Гелиос-100	-//-	NO <sub>2</sub>	2	0,074	0,085
			Сажа	3	0,065	0,15
			CO	4	4,15	5,0
4	Котел «Kalvin 500M»	Опалення	NO <sub>2</sub>	2	0,08	0,085
			Сажа	3	0,2	0,15
			CO	4	4,91	5,0

(II) і сажа. Вміст азоту (IV) оксиду NO<sub>2</sub> у викидах джерела №1 становить 0,051 мг/м<sup>3</sup>, спричинений роботою вищезазначених котлів, однак майже у два рази нижчий межі гранично-допустимого викиду.

Щодо викидів вуглецю (II) оксиду, то фактична концентрація даного забруднювача у димових газах котельні (Джерело №1) має досить високе значення – 4,37 мг/м<sup>3</sup>, однак показника ГДВ – 5,0 мг/м<sup>3</sup> не перевищує. Концентрація у повітрі сажі становить 0,092 мг/м<sup>3</sup>, але нормативних границь

викиду цей забруднювач не перевищує.

Аналогічні викиди потрапляють у атмосферне повітря ( $\text{NO}_2$ , CO, сажі) внаслідок роботи іншої котельні (Джерело №2), в якій два котли Гелиос-100 служать для подачі водяної пари у лікарню, поліклініку та склади. Паливом служить природний газ. Відносно вмісту забруднюючих речовин Джерела №1, вища концентрація азоту (IV) оксиду –  $0,074 \text{ мг/м}^3$  спостерігається при роботі Джерела №2, проте, вміст сажі і вуглецю (II) оксиду є нижчими –  $0,065 \text{ мг/м}^3$  і  $4,15 \text{ мг/м}^3$  відповідно.

Технологічний процес опалювання приміщень твердопаливними котлами «Kalvin 500M», порівняно з котлами Гелиос-100, супроводжується викидом більших концентрацій забруднюючих речовин. Як видно з таблиці 3.9. фактичні викиди  $\text{NO}_2$  і CO сягають межі гранично-допустимих значень, а концентрація пилу сажі навіть перевищує показник ГДВм.р.

Таким чином, викиди шкідливих речовин, які потрапляють в атмосферне повітря під час спалювання природного газу вищевказаними котлами не перевищують нормативно встановлених гранично-допустимих концентрацій, однак викиди вищевказаних забруднюючих речовин, що потрапили у повітря внаслідок роботи котлів «Kalvin 500M», (тверде паливо), є досить високими відносно гранично-допустимих значень.

### **3.6. Відомості щодо санітарно-захисної зони**

Відповідно до ДСП-173-96 підприємство відноситься до 5-го класу небезпеки з розміром нормативної санітарно-захисної зони 50 метрів.

Нормативна СЗЗ витримана, житла в ній немає.

Відповідно до вимог «Методики розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, які містяться у викидах підприємств» (ОНД-86), нормативний розмір СЗЗ необхідно перевіряти за допомогою розрахунків забруднення повітря враховуючи перспективи розвитку об'єкта і фактичного забруднення атмосферного повітря.

### ***Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин на ЕОМ***

Розрахунок розсіювання шкідливих забруднюючих речовин в атмосферному повітрі проведений з використанням програми ЕОЛ ПЛЮС, версія 5.15.

Розрахунок проводили на розрахунковому майданчику розміром 1000 x 1000 метрів, кроком сітки 25 x 25 і з центром 0 x 0, а також в 4 розрахункових точках (р.т.) на межі СЗЗ.

На ПК задавались такі забруднюючі речовини (азоту (IV) оксид, вуглецю (II) оксид) з доцільністю розрахунку 0,05 ГДК.

Розрахунок проводився з врахуванням фонового забруднення. Фонові концентрації для Комунального підприємства «Горохівська багатoproфільна лікарня Горохівської міської ради» видані листом № 118-312 від 01.02.2022 року Державним управлінням охорони навколишнього середовища у Волинській області для інших речовин.

### ***Результати розрахунку розсіювання на ЕОМ***

Із заданих речовин ПК провів розрахунок лише азоту (IV) оксиду.

Результати розрахунку розсіювання забруднюючих атмосфери речовин зведені в таблицю 3.10. стор.37 „Аналіз результатів розрахунку розсіювання забруднюючих атмосфери речовин”.

Результати розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері в розрахунковому прямокутнику і в розрахункових точках на межі СЗЗ і біля найближчого житла показали, що перевищень над ГДК<sub>мр</sub> немає, отже від підприємства відсутня зона забруднення атмосфери.

Максимальна приземна концентрація разом з фоном становить 0,93 ГДК<sub>мр</sub> для азоту діоксиду на проммайданчику підприємства, 0,70 ГДК<sub>мр</sub> на межі СЗЗ і 0,45 ГДК<sub>мр</sub> біля найближчого житла.

Згідно ОНД-86 п.8.6., нормативний розмір СЗЗ перевіряється розрахунками забруднення атмосферного повітря з урахуванням перспективи розвитку об'єкта та фактичного забруднення атмосферного повітря, за формулою:

Таблиця 3.10

## АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ РОЗСІЮВАННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ АТМОСФЕРУ РЕЧОВИН

№ п/п	Назва речовини	ГДК <sub>м,р</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Задана фоновіа концентрація		Максимальна приземна концентрація на проммайданчику підприємства				ДЗА, що дає мах вклад	Максимальна приземна концентрація в <i>точках</i> на межі СЗЗ і біля житла				№ розрах точки	ДЗА, що дає мах вклад
			мг/м <sup>3</sup>	Долі І ГДК	Загальна з фоном		Вклад			Загальна з фоном		Вклад підприємства			
					долі ГДК	мг/м <sup>3</sup>	долі ГДК	мг/м		долі ГДК	мг/м	долі ГДК	мг/м		
1	2	3	4	5	6	7		9	10	11	12	<b>ІЗ</b>	14	15	16
1	Азоту діоксид	0,085	0,034	0,4	0,93	0,0791	<b>0,53</b>	0,0451	2	0,70	0,0595	<b>0,3</b>	0,0255	2	1

и

$$l = L_0 \frac{P}{P_0}$$

де,  $l$  - розрахунковий розмір СЗЗ, м;

$L_0$  - розрахунковий розмір ділянки місцевості в даному напрямку, де концентрація шкідливих речовин (з врахуванням фонових концентрацій) перевищує ГДК<sub>мр</sub>, м;

$P$  - середньорічна повторюваність напрямку вітру відповідного румба, %;

$P_0$  - повторюваність напрямку вітру одного румба при круговій розі вітрів,  $P_0=12.5$  %.

Результати розрахунку розсіювання показали, що максимальна концентрація забруднюючих речовин не перевищує ГДК<sub>м.р.</sub>. Отже,  $L_0=0$ , тому проводити перевірку розмірів нормативної СЗЗ розрахунковим методом не доцільно.

### 3.7 Характеристика газоочисного устаткування

Приведена характеристика газоочисного обладнання на Комунальне підприємство «Горохівська багатoproфільна лікарня Горохівської міської ради» вказує на високу степінь очищення газоповітряної суміші від забруднюючих речовин. Ефективність очищення становить 89-92%.

Вклад в забруднення атмосферного повітря на Комунальне підприємство «Горохівська багатoproфільна лікарня Горохівської міської ради» вносять наступні шкідливі речовини: азоту (IV) оксид, вуглецю (II) оксид, марганець і його сполуки, оксиди заліза, сажа. Під час проведення інвентаризації шкідливих викидів на підприємстві і при аналізі карт розсіювання було виявлено, що перевищень ГДК шкідливих речовин в СЗЗ немає. Зменшення викидів азоту (IV) оксиду на котельнях передбачені в технічному звіті.

Інструментальні заміри, які проводились на джерелах викидів під час максимального завантаження технологічного обладнання, аналіз результатів, отриманих під час замірів, показали, що технологічне обладнання на підприємстві знаходиться в задовільному стані, експлуатується згідно технічних вимог. Величини викидів шкідливих речовин знаходяться в межах, які дозволяються нормативними документами галузі.



## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Аналіз стану охорони праці та захист населення

В Україні згідно ст.4 Закону України «Про охорону праці» одним із найважливіших державних принципів є задекларований обов'язок власника створювати безпечні та нешкідливі умови праці на його підприємстві. Проте існуючі стосунки в економіко-правовій сфері, складна економічна ситуація в державі спричиняють до зростання рівня виробничого травматизму, професійної захворюваності у всіх галузях. З метою покращення стану охорони праці на підприємствах необхідно розробляти комплексні програми заходів, які б включали організаційні, технічні, технологічні та психологічні заходи та засоби вирішення цієї гострої проблеми. Розроблений розділ має за мету проаналізувати існуючий стан охорони праці та розробити пропозиції, які підвищать безпеку праці на КП «Горохівська багатопрофільна лікарня». На підприємстві створено службу охорони праці згідно Закону України "Про охорону праці". Керівник служби охорони праці підпорядкований директору підприємства.

Основними виробничими об'єктами підприємства, які мають найвищий ступінь небезпеки травмування і отруєння працівників, викидів небезпечних речовин в повітря виробничих приміщень є такі [4,7]:

- котельні установки (парові), що виробляють водяну пару потрібних параметрів;
- котельні установки (водогрійні), що видають гарячу воду визначеної температури та тиску;

Посадові інструкції інженерно-технічних працівників відповідають і вимогам положень, затверджених Держнаглядом охорони праці України від 03.07.2015р. На підприємстві розроблено та затверджено положення про службу охорони праці на підприємстві, затверджено перелік інструкцій по охороні праці. Щорічну перевірку знань працівників професій підвищеної небезпеки проведено в березні 2023р.

## 4.2 Техніка безпеки при експлуатації котельних установок. Організація керування котлами

Система керування котла має забезпечувати його роботу з заданими оптимальними техніко-економічними показниками. Вирішення цього завдання визначається досконалістю комплексу устаткування котельної установки, а також кваліфікацією і досвідом персоналу [4].

Розрізняють *індивідуальне, групове і централізоване* керування котельними установками.

*Індивідуальна система* керування передбачає, що кожний котел обслуговує черговий з одним-двома помічниками, які виконують усі потрібні операції.

*Групове і централізоване керування* означає, що черговий і його помічники обслуговують групу або всі котельні установки цього об'єкта. Котельні установки середньої і великої потужності крім чергових обслуговують також обхідники, що контролюють роботу елементів устаткування на місці їх установки. Експлуатація котельних установок малої і середньої потужності переважно частково централізована. При цьому потрібні пристрої і прилади зосереджують на щитах керування, що розміщуються на рівні основної площадки обслуговування котлів, а також на щитах керування живильної установки, системи паливоподавання, золовиведення.

Розвиток централізації керування на потужних електростанціях зумовив обслуговування всього устаткування блока *котел - турбіна* черговим персоналом з одного щита керування [13].

У сучасних котельних установках система керування включає такі технічні підсистеми: інформаційну, сигналізації, дистанційного й автоматичного керування, автоматичного регулювання, технологічного захисту і блокувань.

Ступінь оснащення котельних установок цими підсистемами визначається їх призначенням (виробничі й опалювальні котельні установки, котли електростанцій), потужністю й умовами роботи. Загальною тенденцією розвитку автоматизації котельних установок є перехід від автоматизації окремих процесів

операцій до їх повної, комплексної автоматизації, що особливо наочно виявляється на потужних сучасних електростанціях.

*Експлуатація котлів* має забезпечувати надійне й економічне виробництво теплоносія (пари або гарячої води) потрібних параметрів і безпечні умови праці персоналу. Щоб дотримати цих вимог, треба експлуатувати котел згідно із чинними законами, положеннями, правилами, нормами і керівними вказівками.

Котли експлуатують відповідно до виробничих завдань за графіком виробництва теплоносія, витрат палива й електроенергії на власні потреби. Кожний котел має свій номер, усі комунікації фарбують у потрібний колір, установлений стандартом. Установка котлів у приміщенні має відповідати правилам Держмісттехнадзору, вимогам техніки безпеки, санітарно-технічним нормам, вимогам пожежної безпеки та ін. Експлуатацію котла поділяють на такі періоди: підготовка і пуск у роботу; обслуговування під час роботи; останов працюючого агрегату; утримання в неробочому стані; ремонт агрегату. Під час ремонту агрегат перебуває у розпорядженні ремонтного персоналу, а в усі інші періоди - у розпорядженні чергового персоналу.

*Порядок пуску та зупину котла* встановлено інструкцією. Перед прогріванням котла проводять його зовнішній огляд, щоб переконатися в справності всіх елементів устаткування і готовності до пуску. Усі повітряні крани мають бути відкриті, а всі продувні і спускні пристрої закриті, за винятком клапанів для продування пароперегрівника і системи рециркуляції води в економайзері. Котел наповнюють живильною деаерованою водою, температура якої на початку заповнення 60...70°C, а наприкінці-не вище 100 °C.

Нерівномірний прогрів барабана котла під час швидкого наповнення його гарячою водою може спричинити небезпечні температурні напруги всередині його стінок. Щоб уникнути виникнення великих внутрішніх напруг в металі барабана, заповнювати котел водою треба при середньому тиску протягом 1-1,5 год, при високому тиску- протягом 1,5-2,5 год. Заповнювати котел водою слід до нижньої позначки водомірного скла, тому що з початком випаровування рівень її підвищиться. Газоходи котла перед прогрівом треба провентилувати протягом

10-15 хв за рахунок природної тяги або включення в роботу димососа. Після заповнення водою котла, вентиляції газоходів і продувки газопроводів запалюють газові пальники, розтоплювальні мазутні форсунки або шар твердого палива на решітці. Одночасно спостерігають за щільністю водяного тракту котла за рівнем води у водомірному склі. З підвищенням тиску, після того як з повітряних і захисних клапанів почне виходити пара, їх треба закрити. Продувку водомірних приладів роблять при тиску 0,05...0,1 МПа. За наявності обхідного газоходу продукти згорання пропускають повз економайзер. Якщо такої можливості немає, то треба вмикати лінію рециркуляції води. Щоб уникнути корозії повітропідігрівників, вентилятори треба вмикати при температурі продуктів згорання не менше 120 °С або повітря пропускати повз них. Топкова камера має прогріватися рівномірно, для чого слід одночасно симетрично вмикати декілька пальників або форсунок.

Барабанний котел середнього тиску треба прогрівати протягом 2-4 год, високого тиску - протягом 4-5 год, прямотруминного котла - протягом 1-2 год. Вмикати котел, якщо він працює на загальний паропровід середнього тиску, треба при рівні тиску 0,05...0,1 МПа, а високого тиску - на 0,2...0,3 МПа менше, ніж у загальному паропроводі.

*Обслуговування під час робіт.* Цю функцію виконує персонал відповідно до режимної карти, у якій зазначено рекомендовані технологічні та економічні показники роботи котла в умовах різних навантажень: тиск і температура пари і живильної води, уміст шкідливих домішок у димових газах, температура димових газів і розрідження в газовому тракті, коефіцієнти надлишку повітря і його тиски у повітряному тракті та ін.

На електростанціях, згідно з правилами технічної експлуатації (ПТЕ), допустиме коливання тиску пари в межах  $\pm 0,3...0,5$  МПа, температури перегрітої пари в межах  $\pm 10... 15$  °С при номінальному її значенні 440 °С і в межах  $\pm 5... 10$  °С при рівнях номінальних температур 540...570 °С.

Регулювати температуру пари у відповідних межах можна зміною положення та структури факела в топці або зміною коефіцієнта надлишку

повітря. Зовнішні забруднення поверхонь нагріву усувають за допомогою наявних пристроїв (обдувних, вібраційних і дробових) за розробленим графіком. Забруднення поверхонь нагріву контролюють за температурою димових газів і гідравлічним опором газового тракту.

Треба стежити за справністю всього устаткування і не рідше одного разу за зміну перевіряти справність дії манометрів, захисних клапанів і водовказувальних приладів.

*Зупин котла* виконують за графіком приблизно в такій послідовності: припиняють подання твердого палива з пилосистем або відключають подання газу до пальників і мазуту до форсунок. Після припинення горіння в топці вимикають котел від парової магістралі і відчиняють продувку пароперегрівника на 40-50 хв; повільно, протягом 4-6 год, розхолоджують котел, після цього вентилюють газоходи за допомогою природної тяги, а також продувають котел. Через 8-10 год після зупину повторюють продувку і, якщо треба прискорити охолодження, то пускають димосос; через 18-24 год після зупину при температурі води 70...80 °С допустимо повільно спустити її з котла. У період зупину спостерігають за рівнем води в барабані і, якщо треба, підживлюють котел живильною водою.

Якщо нормальну роботу котла порушено внаслідок несправностей, що можуть спричинити аварію, а також у разі аварії, котел треба негайно зупинити. Послідовність операцій аварійного зупину котла така само, як і планового, тільки зі зменшеними часовими інтервалами. Зокрема, треба аварійно зупинити котел, негайно відключивши його від парової магістралі у таких випадках:

- підвищення тиску понад припустиме значення (особливо якщо він продовжує збільшуватися, незважаючи на вжиті заходи);
- зниження рівня води в барабані і переповнення його водою;
- припинення дії всіх водомірних приладів, манометрів або живильних насосів;
- виявлення істотних похибок у роботі котла: шуму, ударів, стукоту, вібрації, руйнування кладки і розігріву каркасу, горіння палива в газоходах тощо.

Якщо треба зупинити котел на тривалій термін (більше 10 діб), то його треба захистити від корозії, яка виникає внаслідок впливу кисню і вологи повітря.

*Ремонт котла.* У процесі роботи елементи і частини котла нерівномірно зношуються, тому треба систематично робити його ремонт: капітальний - через кожні 3-5 роки і поточний - через 1-2 роки. За умови вдосконалювання устаткування і поліпшення умов експлуатації міжремонтний період збільшується.

Основними завданнями ремонту котла і його допоміжного устаткування є усунення причин, що зумовлюють аварії або неполадки; заміна

зношених або відновлення пошкоджених деталей; проведення заходів щодо підвищення надійності та економічності роботи агрегату і збільшення терміну служби деталей і механізмів. Усі ремонтні роботи треба виконувати згідно зі спеціальними інструкціями і вказівками.

До ремонту слід провести всі підготовчі роботи, зокрема, скласти докладні відомості дефектів, виявлених у результаті зовнішнього і внутрішнього оглядів устаткування, а також розробити сітьовий графік виконання робіт.

*Нагляд за котлами* з метою запобігання аваріям виконує Держмісттехнадзор, оглядаючи їх у встановлені терміни. Є три види огляду: зовнішній, внутрішній і гідравлічне випробування.

*Зовнішній огляд* виконують інспектори, не припиняючи роботи котла, не рідше одного разу на рік. Обстежують загальний стан агрегату і приміщення, у якому його встановлено. При цьому звертають увагу на стан обмурівки, топки, паропроводів, арматури та ін. Контролюють знання персоналом правил технічної експлуатації й інструкцій.

*Внутрішній огляд* проводять не рідше одного разу на чотири роки. Крім загального стану устаткування, під час його експлуатації перевіряють стан стінок барабанів і поверхонь нагріву, щільність газоходів та ін.

*Гідравлічне випробування котла* проводять один раз на вісім років. Після внутрішнього огляду котла звільняють від ізоляції усі шви барабанів, колекторів штуцерів, фланців тощо.

Результати огляду котла фіксують у його паспорті, у якому мають бути опис установки, креслення, заводські акти, результати випробувань і дані заводу на її основні елементи. При незадовільному стані установки інспектор Держмісттехнадзору має право заборонити її подальшу експлуатацію.

### **Висновки**

1. Комунальне підприємство «Горохівська багатoproфільна лікарня Горохівської міської ради» є джерелом забруднення атмосферного повітря.

2. Утворення забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу, відбувається:

- під час спалювання палива у технологічних котлах;
- під час проведення зварювальних робіт;
- під час зберігання відходів.

3. Джерелами викидів КП «Горохівська багатопрофільна лікарня Горохівської міської ради» є:

Димова труба (Гелиос-100, P=100кВт – 2шт)

Димова труба (Гелиос-100, P=100кВт – 2шт)

Димова труба (твердопаливний котел марки «Kalvis 500 M», P=500 кВт - 2шт)

4. Встановлено, що на КП «Горохівська багатопрофільна лікарня Горохівської міської ради» здійснюється викид таких забруднюючих речовин: а саме: азоту (IV) оксид, вуглецю (II) оксид, вуглецю (IV) оксид, азоту (I) оксид, метан, а також неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС). Джерела забруднення атмосфери відображені на генеральному плані розміщення промислового майданчика підприємства.

5. Проведено розрахунок викидів забруднюючих речовин на КП «Горохівська багатопрофільна лікарня Горохівської міської ради», які викидаються в атмосферне повітря стаціонарними джерелами:

- Вуглецю (II) окис 0,0521 т/рік;
- Азоту (IV) оксид 0,0823 т/рік;
- Азоту (I) оксид  $3,1 \cdot 10^{-5}$  т/рік;
- Метан  $3,1 \cdot 10^{-4}$  т/рік
- суспендовані частинки  $1,6 \cdot 10^{-3}$  т/рік;

6. Виявлено, що при роботі котельні, що обладнана котлами марки Гелиос -100 в атмосферне повітря потрапляють викиди азоту (IV) оксид, вуглецю (II) оксиду та сажі, фактичні концентрації яких не перевищують встановлених гранично-допустимих норм. Котельні, що обладнані твердопаливними котлами дають більші викиди, деякі з них перевищують значення ГДВ.



7. Проведено уточнення санітарно-захисної зони КП «Горохівська багатoproфільна лікарня Горохівської міської ради» та прийнято нормативний  $L_0 = 100\text{м}$  для КП «Горохівська багатoproфільна лікарня Горохівської міської ради» в м. Горохові, Волинської області. Згідно ДСП 173-96 «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів». Розмір нормативної санітарно-захисної зони складає 50 м. Санітарно-захисна зона витримана.

8. Проведено розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на існуючий період з метою визначення зони впливу даного підприємства проводився на персональному комп'ютері за програмою ЕОЛ-плюс версія 5,23, з урахуванням фонових концентрацій для азоту (IV) оксиду.

9. Приведена характеристика газоочисного обладнання на Комунальне підприємство «Горохівська багатoproфільна лікарня Горохівської міської ради» вказує на високу степінь очищення газоповітряної суміші від забруднюючих речовин. Ефективність очищення становить 89-92%.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Білявський Г. О. Основи екології: Теорія та практикум. – К.: Лібра, 2002. – 352с.

2. ГДК. 34.02.305-2002. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Затверджено Міністром екології та природних ресурсів 28 травня 2002р.
3. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. – К.: Т-во "Знання", 2002. – 203с.
4. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С, Сторожук В.Н. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник /За ред. к.т.н., доцента В.Ц. Жидецького/. – Львів, Афіша, 2000, – 352с.
5. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології : Навч. посібн. – К. : Каравела, 2006. – 368 с.
6. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології : Підручник / За ред. К.М. Ситника. – 3-тє вид., стер. – К. : Вища шк., 2005. – 382 с.: іл.
7. Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 10 лютого 2016 р., №7, Київ, 2016.
8. Малимон С.С. Основи екології. Підручник . – Вінниця: Нова книга , 2009.- 240 с.
9. Михайлюк Ю.Д. «Дослідження закономірностей розповсюдження викидів продуктів згорання в атмосферу під час роботи компресорних станцій». *Scientific Bulletin of UNFU* 28, № 2 (29 березня 2018): 133–36. <http://dx.doi.org/10.15421/40280225>.
10. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: Словник - довідник. – К.: Знання, 2002. – 550с.
11. Мягченко О. П. Основи екології. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 312 с.
12. Основи екології: конспект лекцій для студентів І–ІІ курсу всіх спеціальностей, денної форми навчання / уклад. В.Я. Буцук. – Любешів: Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2018. – 71 с.

13. Полюжин І., Фізико-хімічні методи аналізу стану об'єктів навколишнього середовища. Матеріали до лекційного курсу та практичних занять. (ч.2). Державний університет "Львівська Політехніка". – Львів 2007. – 321с.
14. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від процесів електро-газозварювання, наплавлення, електро-газорізання та напилювання металів. Затверджено: Міністром екології та природних ресурсів України 11 січня 2013 року. Київ.
15. Сіпаков, Р. В. "Забруднення атмосфери: смоги та тумани у великих містах України". *Екологічна безпека та природокористування*, № 1/2 (23), січень - березень 2017 р. (2017): 86–96.
16. Татарченко, Г. О., І. В. Кравченко, М. В. Писаренко та С. Л. Поркуян. «Дослідження забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автотранспорту в міському середовищі». *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*, № 8(256) (10 грудня 2019): 99–104. <http://dx.doi.org/10.33216/1998-7927-2019-256-8-99-104>.
17. Федішин Б.М. Хімія та екологія атмосфери: Навч. Посіб./За ред. Федішина Б.М./ – К.: Алеута, 2013. – 272с.
18. Чугай А., Боровська Г., Тимошенко Д. «Оцінка техногенного впливу на повітряний басейн північних регіонів України». *Проблеми хімії та сталого розвитку*, № 4 (19 січня 2022): 68–73. <http://dx.doi.org/10.32782/pcsd-2021-4-10>.
19. Види забруднення атмосфери. Зображення. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.google.com.ua/>
20. Гранично допустимі концентрації. Зображення. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.google.com.ua/>
21. Екологічна піраміда. Зображення. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.google.com.ua/>
22. Зв'язок екології з іншими науками. Зображення. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.google.com.ua/ифікація>

23. Класифікація природних ресурсів. Зображення. [Електронний ресурс].  
Режим доступу: <https://www.google.com.ua/ифікація>
24. Наслідки споживання людиною забрудненої води. Зображення.  
[Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.google.com.ua/>