

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет Лісового господарства та екології

Кафедра екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Дем'янчук Олександр Анатолійович

УДК 504.3: 621.36

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ВПЛИВ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ СТАЦІОНАРНОГО
ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧОГО ДЖЕРЕЛА В/Ч 1495 М.ЖИТОМИР**

Спеціальність 101 – Екологія

Подається на здобуття освітнього ступеня Бакалавр

Науково-професійна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело

Дем'янчук О.А

Науковий керівник

Корж З.В.

канд. с.-г. наук

Житомир - 2024

АНОТАЦІЯ

Дем'янчук О.А Вплив на атмосферне повітря стаціонарного теплогенеруючого джерела в/ч 1495 м. Житомира. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 101 – Екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

Кваліфікаційна робота присвячена вивченню впливу на атмосферне повітря малих теплогенеруючих об'єктів на прикладі котельні на газу В/Ч 1495. Котельні у своїй роботі є джерелами викидів у атмосферного повітря нешкідливого вуглекислого газу CO_2 і водяної пари H_2O . Вуглекислий газ є одним з основних чинників кліматичних змін – спричиняє потепління клімату. Крім того у процесі окислення з продуктами згоряння викидаються шкідливі речовини, зокрема - оксиди сірки SO_x (SO_2 , SO_3), оксиди азоту NO_x (NO , NO_2), продукти неповного згоряння CO , тверді частинки (сажа, зола, пил), канцерогени (наприклад, бензо(а)пірен), вуглеводні CH_4 , C_2H_4 тощо, ртуть, свинець, кадмій, миш'як, фтор та інші сполуки.

В роботі було проаналізовано і розраховано викиди основних забруднюючих речовин, які надходять від котельні - CO і NO_2 , які можуть становити загрозу здоров'ю людей, мешкаючих у оточуючих з частиною будівлях та навколишньому середовищу. За результатами підрахунків встановлено, що викиди забруднюючих речовин не перевищують встановлені норми ГДК для населених пунктів.

Ключові слова: атмосферне повітря, забруднення, теплогенеруючі об'єкти, котельні, ГДК, екологічна безпека.

ANNOTATION

Demianchuk O.A. Influence on the atmospheric air of a stationary heat-generating source in military unit 1495 m. Zhytomyr - Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for the bachelor's degree in speciality 101 - Ecology. - Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

The qualification work is devoted to the study of the impact of small heat-generating facilities on the atmospheric air on the example of a gas-fired boiler house military unit 1495. Boiler houses are sources of harmless carbon dioxide CO_2 and water vapour H_2O emissions into the atmosphere. Carbon dioxide is one of the main drivers of climate change, causing climate warming. In addition, during the oxidation process, harmful substances are emitted with the combustion products, including sulphur oxides SO_x (SO_2 , SO_3), nitrogen oxides NO_x (NO , NO_2), products of incomplete combustion CO , particulate matter (soot, ash, dust), carcinogens (e.g. benzo(a)pyrene), hydrocarbons CH_4 , C_2H_4 , etc., mercury, lead, cadmium, arsenic, fluorine and other compounds.

The study analysed and calculated the emissions of the main pollutants coming from the boiler house - CO and NO_2 - which can pose a threat to the health of people living in the buildings surrounding the boiler house and the environment. According to the results of the calculations, it was found that the emissions of pollutants do not exceed the established MPC standards for settlements.

Keywords: atmospheric air, pollution, heat-generating facilities, boiler houses, MPC, environmental safety.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
Розділ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ВПЛИВУ ОБ'ЄКТІВ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ (ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД).....	7
1.1. Теплоенергетика і довкілля.....	7
1.2. Характеристика основних забруднюючих речовин, що утворюються при роботі котлоагрегатів та методи зменшення їх викидів.....	10
Розділ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	14
2.1. Програма досліджень.....	14
2.2. Методика проведення досліджень.....	14
2.3. Методологічні та організаційні основи оцінки стану атмосферного повітря від впливу котельні в районі її розташування.....	15
2.4. Об'єкт та предмет дослідження.....	24
Розділ 3. ОЦІНКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВІД ВПЛИВУ КОТЕЛЬНІ В РАЙОНІ ЇЇ РОЗТАШУВАННЯ.....	28
3.1. Результати дослідження.....	28
3.2. Розрахунок валових викидів забруднюючих речовин від котельні.....	29
3.3. Розробка проекту нормативу гранично допустимого викиду.....	31
3.4. Розрахунок максимальної концентрації забруднюючої речовини на відстані X_m від труби котельні	32
3.5. Визначення меж СЗЗ.....	33
3.6. Оцінка стану атмосферного повітря на відстані X_m від котельні	34
3.7. Визначення категорії небезпечності котельні.....	35
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	37

ВСТУП

Актуальність теми дипломної роботи. Головним фактором впливу на атмосферне повітря є викиди забруднювачів стаціонарними джерелами, і в першу чергу – теплоенергетичними станціями та котельнями. Саме на їх долю приходить основна частина шкідливих викидів.

Проблема запобігання забрудненню повітряного басейну від ТЕС і котелень є першочерговою в охороні навколишнього середовища, оскільки основними відходами енергетичного виробництва є газоподібні продукти.

До об'єктів малої енергетики України належать промислові ТЕЦ і котельні, всі комунальні та заводські котельні, теплові електростанції різної потужності та електростанції, що перебувають у підпорядкуванні окремих організацій. Ці електростанції характеризуються низьким ККД, характеризуються низькою надійністю і безпекою (зокрема екологічною). Їх енергоспоживання становить близько 60 % від загального споживання палива в Україні. У цьому секторі налічується близько 2 млн одиниць котелен, ККД яких у 1,5-2 рази нижчий за технічно допустимий рівень.

Об'єкт дослідження – викиди забруднюючих речовин від котельні В/Ч 1495 розташованої на вул. Промислова, 5.

Предмет дослідження – вплив котельні на атмосферне повітря.

Мета і задачі досліджень. Метою досліджень є аналіз впливу котельні на атмосферне повітря прилеглої території в межах СЗЗ.

У відповідності з метою досліджень у задачі досліджень увійшли наступні питання:

- вивчення еколого-кліматичних характеристик району розташування котельні;
- аналіз роботи котельні з точки зору впливу на регіон розташування;
- визначення валових викидів забруднюючих речовин від роботи котельні у атмосферне повітря;
- розробка нормативу гранично допустимого викиду;

- розробка заходів з метою зниження техногенного впливу котельні підприємства на довкілля.

На захист виноситься:

- стисла довідка про об'єкт господарювання;
- еколого-технічна характеристики котельні;
- Розрахункові дані щодо сумарних викидів забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу від котельні ;
- розрахункові дані гранично допустимого викиду;
- аналіз техногенного впливу котельні на атмосферне повітря;
- заходи щодо зменшення техногенного впливу котельні на атмосферне повітря.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати дають можливість:

- використовувати дані для моніторингу довкілля;
- використовувати дані для підготовки матеріалів ОВНС;

Апробація результатів дослідження. Результати кваліфікаційної роботи були оприлюднені на XX Всеукраїнській науково-практичній конференції “ЕКОЛОГІЯ. НАУКА. ПРАКТИКА-2024” (22 квітня 2024 року, м. Житомир).

Публікації. 1. Дем'янчук О. А. Вплив на атмосферне повітря стаціонарного теплогенеруючого джерела в м. Житомирі: мат. XX Всеукр. наук.-практ. конф. “ЕКОЛОГІЯ. НАУКА. ПРАКТИКА-2024” (22 квітня 2024 року, м. Житомир)/ зб. наук праць. Житомир : вид-во ПНУ, 2024. С. 32-33.

2. Болахівська В. В., Дем'янчук О. А. Вплив відходів на навколишнє середовище: мат. XX Всеукр. наук.-практ. конф. “ЕКОЛОГІЯ. НАУКА. ПРАКТИКА-2024” (22 квітня 2024 року, м. Житомир)/ зб. наук праць. Житомир : вид-во ПНУ, 2024. С. 13-14.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ВПЛИВУ ОБ'ЄКТІВ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

1.1. Теплоенергетика і довкілля

Сучасна теплоенергетика є надзвичайно важливим найважливішим фактором розвитку суспільства. Вона являється одним з основних забруднювачів навколишнього середовища, маючи глобальний негативний вплив на довкілля і зміну клімату. Так, на частку ТЕС припадає близько 30% антропогенних викидів парникових газів

Виробництво теплової енергії супроводжується забрудненням навколишнього середовища продуктами згоряння палива. Ця проблема ускладнюється тим, що, як правило, такі об'єкти розташовані в густонаселених районах, а потоки димових газів (продукти неповного згоряння: азот, вуглець, оксиди сірки, канцерогени тощо) становлять небезпеку для довкілля та здоров'я людини. Крім того, ці викиди додаються до загального обсягу викидів від автотранспорту та промисловості.

У цьому секторі налічується понад 100 000 котелень різного призначення. Більшість із них - це невеликі промислові котельні або автономні котельні. Більшість установок перебувають у незадовільному стані та потребують реконструкції або заміни. Основним видом палива для котелень є природний газ (52-58 %) (мазут 12-15 % і вугілля 27-36 %).[7]

На сьогодні актуальність проблеми комплексного підходу при виробництві теплової енергії для спільного вирішення питань економії енергоресурсів і підвищення екологічної безпеки роботи котелень серйозно загострилася.

Нестабільна і постійно зростаюча ціна на паливо підвищує собівартість виробництва теплової енергії і викликає необхідність його економії. Україна повинна в короткий період переглянути питання паливного балансу з орієнтацією на максимально можливе використання українського вугілля і,

цим самим, зменшити енергетичну залежність .

На жаль, прогнози відносно накопичення шкідливих речовин в навколишньому середовищі за рахунок відсутності належного обладнання при виробництві теплової енергії не лише справджуються, але, як правило, і запізнюються. Накопичення шкідливих речовин у свою чергу може призвести до не передбачуваних загрозливих еколого-біологічних змін в навколишньому середовищі.

Проблема ускладнюється відсутністю будь-яких природоохоронних заходів не лише при використанні морально і технічно застарілого обладнання, але й при впровадженні в експлуатацію нового обладнання. Зниження питомої ваги природного газу в структурі палива України, висока вартість існуючих технологій і обладнання для вловлювання сірки і азоту, відсутність власного виробництва такого обладнання і капіталовкладень суттєво ускладнюють задачу екологізації підприємств теплоенергетики.[12]

Основним об'єктом впливу теплоенергетичних об'єктів на навколишнє середовище є атмосфера. Не дивлячись на високу частку газоподібного палива викиди забруднюючих речовин від котелень залишаються суттєвими.

Котельні установки житлово-комунального сектору є основними джерелами надходження в атмосферу двооксиду карбону, що є тепловим забрудненням атмосфери, оксиду карбону, оксидів нітрогену і канцерогенних вуглеводнів. Невисокі (в порівнянні з ТЕЦ) димові труби, недосконалість обладнання та процесів спалювання палива, відсутність галузі промисловості по виробництву газоочисного обладнання і капіталовкладень суттєво ускладнюють задачу екологізації об'єктів теплоенергетики.

Ефективність роботи котельні безпосередньо залежить від наявності достовірної інформації про перебіг технічних процесів. Відсутність контрольно-вимірювальних приладів (газоаналізаторів) може призвести до неефективної роботи установки, особливо до неякісного згорання палива.

Вимірювання складу продуктів згоряння дає оцінку ступеню завершеності цього процесу: втрати від хімічної неповноти згоряння, умови згорання палива (вміст надлишку повітря), характер згорання палива в окремих зонах усередині котла (наявність локальних низькотемпературних зон), динаміку процесу згоряння, контроль за гранично допустимою концентрацією токсичних речовин, що викидаються в атмосферу [2,24].

Котельні (котельні установки) - це системи життєзабезпечення будівлі або групи будівель, що є джерелом енергії для опалення, пари, гарячої води, вентиляції, теплих підлог та інших інженерних систем і технічних потреб будівлі.

Котельна установка складається з котла і допоміжного обладнання (наприклад, тягодуйних машин, механізмів і пристроїв управління, димових труб) для виробництва пари або гарячої води за рахунок тепла палива, що згорає. Основним обладнанням котелень є парові котли, котли з теплообмінною трубою і водогрійні котли, які нагрівають робочу рідину (зазвичай воду або пару).

Котельні використовуються для централізованого постачання теплом і паром або, якщо котельня має місцеве значення (у приватному будинку або мікрорайоні), для регіонального постачання.

Котельні з'єднуються зі споживачами спеціальними теплотрасами і паропроводами. Всі теплові мережі можна розділити на магістральні, квартальні та регіональні.

Котельні працюють на твердому (вугілля), рідкому (дизельне паливо, мазут) і газоподібному (природний газ) паливі. Димові гази, що утворюються в котлах, відводяться через димоходи.[20]

Переважна більшість котельних установок у нашій країні працюють на газі, тому його частка складає понад 55 % всього споживання палива. На сьогодні газ є найбільш екологічно безпечним паливом.

Звичайна вода - широко вживаний теплоносій, недорогий і добре вивчений як робоча рідина. Вона має високі значення щільності, теплоємності, теплопровідності та в'язкості, що обумовлює її високий коефіцієнт теплопровідності.

Її недоліком як теплоносія є слабка залежність ентальпії пари від тиску. Для підвищення ефективності термодинамічного циклу потрібен високий надкритичний тиск води. Це значно підвищує вартість усього обладнання, в яке використовується водяний теплоносій.[29].

1.2. Характеристика основних забруднюючих речовин, що утворюються при роботі котлоагрегатів та методи зменшення їх викидів.

Під час роботи котельні присутні такі фактори шкідливого впливу:

- Використання атмосферного кисню; викиди продуктів повного згоряння CO₂ та H₂O;
- - Теплові викиди;
- - Шум;
- - Шкідливі викиди в атмосферу.

Для зменшення використання кисню з атмосфери та викидів продуктів повного згоряння необхідно

- 1) Підвищити ККД обладнання, тобто виробляти тепло, використовуючи меншу кількість палива;
- 2) зменшити металоємність і габарити обладнання та економити паливо в процесі виробництва матеріалів і монтажу обладнання;

- 3) використовувати менш енергоємні матеріали при виготовленні та монтажі обладнання.

Теплові викиди в довкілля пов'язані з високою температурою продуктів згоряння, шлаку та ступенем ізоляції корпусу обладнання.

Більш впливовим фактором для великих і середніх котлоагрегатів є шум. При роботі водогрійних котлів малої потужності та опалювальних агрегатів шум не повинен перевищувати допустимих рівнів.

Небезпечні викиди в атмосферу при спалюванні палива в котельних установках включають:

- частинки незгорілого палива;
- NO та NO₂ (паливний, швидкий, тепловий);
- Оксиди сірки SO₂ та SO₃;
- Сажу С;
- парникові гази;
- деякі важкі метали.

Під час спалювання палива, особливо природного газу та біогазу, утворюється оксид азоту NO_x (NO + NO₂).[3,4]

В атмосфері NO₂ (червоний газ) знижує прозорість повітря та кількість ультрафіолетового випромінювання, що потрапляє на Землю. Це призводить до утворення смогу. У присутності озону він також окислюється до NO₃, спричиняючи кислотні дощі.

Основні методи боротьби з утворенням NO_x включають:

- двоступеневе спалювання палива
- зниження температури і концентрації реактантів у зоні горіння;
- рециркуляцію охолоджувальних газів
- Зменшення співвідношення надлишкового повітря в топці
- Збільшення тепловіддачі на отворах пальників
- Перерозподіл теплової потужності між пальниками і вирівнювання

температури в топці;

- Подавання води або пари в зону горіння
- Встановлення подвійних світлових екранів у топці
- Використання проміжних випромінювачів у топці.

Основні методи очищення газів від NO_x включають:

- Каталітичне очищення аміаком;
- Введення аміаку в димові гази за температури 850-1200°C;
- Окислення до N_2O_5 і розчинення у воді.

Під час контакту з водяною парою в атмосфері SO_2 і SO_3 утворюють сірчану і сірчисту кислоти, і завдають шкоди здоров'ю людини та спричиняють зниження прозорості атмосфери та руйнування сталевих конструкцій, зниження врожайності сільсько господарських культур.

Найбільші викиди діоксиду сірки відбуваються при спалюванні вугілля і важкої нафти (мазуту) з високим вмістом сірки. Під час роботи на природному газі вміст діоксиду сірки (SO_2) в димових газах незначний або взагалі відсутній.

Основний методи (прийоми) очищення палива від сірчистих сполук:

- Поглинання H_2S оксидом заліза;
- Додавання паливних присадок;
- Відмова від використання палива із вмістом сірки понад 1 %.

Методи, що застосовуються для очищення продуктів згоряння від SO_2 і SO_3 [12]:

- Зрошення димових газів у скруберах вапняковим молоком;
- Циркуляцію аміаку;
- Вдування CaCO_3 - MgCO_3 в топку.
- Содові або арсеново (миш'яково)-содові методи;
- Окислення озоном;
- Окислення з ванадієвим каталізатором.

Сажа - це тверді частинки розміром 10-350 нм, що містять до 90 % вуглецю (C). Вона є продуктом неповного згоряння вуглеводневого палива та піролізу вуглеводнів. З одного боку, сажа використовується в хімічній промисловості та поліграфії. З іншого боку, вона є небезпечним викидом в атмосферу. Сажа містить канцерогенні елементи, на поверхні якої SO_2 перетворюється на SO_4^- , NO_x на NO_3^- .

Вона є проміжним продуктом горіння, і якщо горіння відбувається правильно, то за достатньої температури утворюються частинки сажі, а у присутності окисників і водню сажа окислюється з утворенням CO і CO_2 .

Зола - це тверді частинки, що утворюються в димових газах через наявність у паливі мінеральних домішок. Під час спалювання рідкого і газоподібного палива, концентрація золи в газі невелика - у 10-100 разів менша, ніж у твердому паливі.

Оксид вуглецю CO - дуже токсична речовина, добре реагує з гемоглобіном, викликаючи отруєння. Викиди CO при спалюванні природного газу у великих котельнях менші порівняно з котлами малої потужності. Це призводить до великих нерівномірностей викидів і підвищеної концентрації CO в густонаселених районах.

Зниження викидів CO досягається за рахунок поліпшення формування суміші в топці та рівномірним розподілом температури. Варто зазначити, що більшість методів боротьби з NO_x призводять до збільшення концентрації CO в димових газах, тому що додаткове введення H_2O призводить до утворення надлишку радикалів OH і покращує окислення [18, 29].

Розділ 2

ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма досліджень

Програма досліджень передбачає:

ознайомлення з кліматичними та географічними характеристиками району розташування котельні, яка розташована на вул. Промислова 5.

- ознайомлення з об'єктом та предметом дослідження;
- вивчення технології отримання теплоносіїв;
- організацію спостережень для отримання даних стосовно утворення та розповсюдження забруднюючих речовин в атмосферному повітрі у районі розташування котельні;
- ознайомлення з характеристиками забруднюючих речовин (токсичність, здатність встати в хімічні реакції з іншими речовинами та самоочищення);
- ознайомлення з гідрометеорологічними даними району розташування котелень;
- ознайомлення з результатами попередніх спостережень за забрудненням атмосфери (експедиційні дослідження).
- збір інформації про вплив котельні на атмосферне повітря;
- обробка результатів дослідження.

2.2. Методика досліджень

Методика проведення досліджень зосереджена на:

- використанні відповідних, до досліджуваного питання, нормативних актів і документів в галузі охорони довкілля;
- вивчення галузевих методик розрахунку; валових викидів забруднюючих речовин, розробки проекту нормативу ГДВ; розрахунку максимальної

концентрації забруднюючих речовин на відстані X_m від труби котельні; та побудова СЗЗ;

Основними нормативними документами, які використовувались в даній дипломній роботі були:

- Правила визначення допустимих викидів забруднюючих речовин для підприємств.
- ОНД-86. Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств.
- ДСП 201-97 Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами)/
- ГКД 34.02.305–2002. Викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря від енергетичних установок. Методика визначення.

2.3. Методологічні та організаційні основи оцінки стану атмосферного повітря від впливу котельні в районі її розташування

Які передбачають:

- 1) провести розрахунок валових викидів забруднюючих речовин від котелені;
- 2) розробку проекту нормативу ГДВ;
- 3) визначення максимальної концентрації забруднюючих речовин на межі санітарної та селітебної зон;
- 4) визначення межі санітарно-захисної зони;
- 5) оцінити стан атмосферного повітря на відстані X_m від котелень;
- 6) визначення категорії небезпечності котельні.

Для здійснення повного аналізу впливу котелень школи та дільничної лікарні на атмосферне повітря потрібно вивчити та застосувати ці методики.

Методика розрахунку валових викидів забруднюючих речовин від теплогенеруючих установок

Розрахунки викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря від стаціонарних джерел повинні виконуватися на підставі використання атестованих методик розрахунків, які затверджені Мінприроди України.

Визначення сумарних викидів забруднюючих речовин під час спалювання газу в комунальних котельнях засноване на розрахунку викидів забруднюючих речовин.

Коефіцієнти викидів являють собою кількість забруднювальних речовин, що викидаються в атмосферу з димовими газами теплоелектростанцій, на одиницю енергії, що виділяється під час спалювання палива. Коефіцієнти викидів залежать від низки факторів. Існує два типи показників емісії: питомі (узагальнені) коефіцієнти викидів і специфічні коефіцієнти.

Узагальнені показники емісії - це середні коефіцієнти викидів для певних типів теплових електростанцій, певних технологій спалювання палива та певних видів палива з урахуванням заходів зі зниження викидів забруднювальних речовин. При цьому хімічний склад палива не враховується.

Специфічний показник емісії (викидів) - це конкретні значення викидів, визначені для конкретної теплоелектростанції з урахуванням індивідуальних характеристик палива, особливостей процесу спалювання та заходів, вжитих для зниження викидів забруднювальних речовин.

За наявності обох коефіцієнтів викидів (показників емісії) забруднювальних речовин слід використовувати специфічний показник викидів.

Питомий показник емісії (узагальнені) NO_x , г/ГДж (без урахування заходів зі зниження викидів) для установок, що працюють на природному газі, наведено в таблиці 2.1.[20]

Таблиця 2.1

Питомі показники емісії

Введена теплова потужність	Показник емісії NO_x, г/ГДж
Котли, теплова потужність яких при введенні в експлуатацію перевищує 50 МВт.	100
Котли, теплова потужність яких при введенні в експлуатацію не перевищує 50 МВт.	95
Котли, теплова потужність яких при введенні в експлуатацію не перевищує 10 МВт.	80

Питові викиди CO (узагальнені, г/ГДж) установок зі спалювання природного газу різної потужності наведено в таблиці 2.2. [20]

Таблиця 2.2

Питомі показники емісії

Введена теплова потужність	Показник емісії CO, г/ГДж
Котли, теплова потужність яких при введенні в експлуатацію перевищує 50 МВт.	250
Котли, теплова потужність яких при введенні в експлуатацію не перевищує 50 МВт.	200
Котли, теплова потужність яких при введенні в експлуатацію не перевищує 10 МВт.	17,9

Діоксид вуглецю (CO₂) - парниковий газ і основний газоподібний продукт окислення вуглецю в органічному паливі. Кількість викиду CO₂ безпосередньо залежить від вмісту вуглецю в паливі та ступеня окислення вуглецю в системі згорання.

За відсутності даних про вміст вуглецю і теплотворну здатність палива використовується загальний коефіцієнт викидів вуглецю 15300 г/ГДж.

Оксиди азоту (або оксид азоту (I) N₂O - парниковий газ. Коефіцієнт викидів N₂O для котлів на природному газі становить 0,1 г/ГДж.

Метан CH₄ також є парниковим газом. Під час спалювання органічного палива в котлах утворюється дуже мало метану. Це пов'язано з неповним згоранням органічного палива, яке зменшується зі збільшенням температури згорання та розміру котла. Узагальнене значення коефіцієнта викидів метану

при спалюванні природного газу становить 1,0 г/ГДж.

Валовий викид j -ї забруднюючої речовини E_j (т), який надходить у атмосферне повітря з димовими газами котельної установки за термін часу P , розраховується як сума валових викидів цієї речовини під час згорання різних видів палива, у тому числі коли їх одночасно сумісно спалюють

$$E_j = \sum_i E_{ji} = 10^{-6} \sum_i k_{ji} B_i (Q_i^r)_i, \quad (2.1))$$

де E_{ji} – валовий викид j -ї забруднюючої речовини під час спалювання i -го палива за проміжок часу P , т;

k_{ji} – показник емісії j -ї забруднюючої речовини для i -го палива, г/ГДж;

B_i – витрата i -го палива за проміжок часу P , т;

$(Q_i^r)_i$ – нижча робоча теплота згорання i -го палива, МДж/кг.

Об'ємна нижча теплота згорання газу – 33,08 МДж/м³. Густина газу при нормальних умовах – 0,723 кг/ м³ [19,20] .

Методика розробки проекту нормативу гранично допустимому викиду

Відповідно до Закону України «Про охорону атмосферного повітря», регулювання та кількісне обмеження викидів в атмосферу передбачається як охоронний захід, поряд із ГДК, для обмеження антропогенного впливу на атмосферне повітря.[26] Це положення Закону реалізується шляхом регулювання гранично допустимих викидів (ГДВ) забруднюючих речовин від стаціонарних і пересувних джерел забруднення.

ГДВ встановлюються для кожного джерела забруднення атмосферного повітря (і кожного з компонентів, що надходять в атмосферу від цього джерела) таким чином, щоб викиди шкідливих речовин від цього джерела і від усіх джерел забруднення на всій території населеного пункту враховуючи перспективу розвитку інфраструктури, а також розсіювання небезпечних речовин у повітрі створювала б таку приземну концентрацію, яка б не була вищою за їх ГДК_{мр} (гранично допустима максимально разова концентрація).

Основним значенням ГДК є максимальне разове значення, встановлене за повного завантаження технічного та газоочисного устаткування і воно не повинно перевищуватись у будь-який довільний 20-хвилинний період часу.

Для кожного стаціонарного джерела ГДВ встановлюють за умови, що викиди шкідливих речовин від таких джерел у поєднанні з фоновим забрудненням не призводять до концентрацій, що перевищують ГДК у приземному шарі атмосфери.

$$C_M + C_\phi \leq ГДК, \quad (2.2)$$

де C_M , – концентрація в приземному шарі атмосфери забруднювачів від цього джерела (за умов найбільш несприятливих для розсіювання); C_ϕ – фонові концентрації, $мг \cdot м^{-3}$.

Значення гранично допустимих викидів суміші нагрітого газу та повітря від одиночного (точкового) джерела з круглим отвором (наприклад, труби котла), коли фонові концентрації суміші C_ϕ не залежить від швидкості та напрямку вітру і встановлюється постійною в даній зоні, ГДВ у цьому випадку визначається за такою формулою:

$$ГДВ = \frac{(ГДК - C_\phi) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_{гс} \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot n \cdot m \cdot \eta}, \quad \text{г/с}, \quad (2.3)$$

де A - коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери і визначає умови горизонтальної дифузії домішок в атмосфері,

F - безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осадження токсичних речовин в атмосфері. Для дрібнодисперсних аерозолів із коефіцієнтом очищення викидів не менше 90%: $F=2$; для 75-90% - $F=2,5$, нижче 75% і без очищення $F=3$; m, n - безрозмірний коефіцієнт, що враховує умови виходу повітряної суміші з отвору труби.

H - висота над поверхнею джерела викиду, м; ΔT це різниця між температурою $T_{гс}$ суміші, що викидається, і температурою навколишнього середовища (повітря) T_n . $V_{гс}$ – об'єм газоповітряної суміші $м^3/с$, і визначається за таким рівнянням:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \varpi, \quad (2.4)$$

де D – діаметр отвору джерела викиду, м; ϖ – середня швидкість виходу газоповітряної суміші з отвору джерела викиду, м·с⁻¹;

Значення m - безрозмірного параметра визначають залежно від значення f , м·с⁻²·с⁻¹, за формулою:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}, \quad (2.5)$$

де f – знаходять за формулою:

$$f = 10^3 \frac{\varpi^2 \cdot D}{H^2 \Delta T}. \quad (2.6)$$

Величину безрозмірного коефіцієнта n – визначають в залежності від параметра V_m за формулами

$$n = 0,532V_m^2 - 2,13V_m + 3,13 \quad \text{при } 0,5 \leq V_m < 2; \quad (2.7a)$$

$$n = 4,4V_m - \quad \text{при } V_m < 0,5; \quad (2.7b)$$

$$n = 1 \quad - \quad \text{при } V_m > 2. \quad (2.7b)$$

при цьому V_m знаходять за формулою

$$V_m = 0,653 \sqrt[3]{\frac{V_{zc} \cdot \Delta T}{H}}. \quad (2.8)$$

Безрозмірний коефіцієнт η приймають рівним 1, якщо в радіусі 50 висот труб H від джерела перепад висот рельєфу не більше 50 м на один кілометр. ГДВ визначається за рівнянням 2.3 [11,13].

Методика визначення максимальної концентрації забруднюючої речовини на відстані X_m від димової труби котла.

У випадку викидів шкідливих газів з одиночного точкового джерела з круглим гирлом за несприятливих погодних умов на відстані X_m від джерела максимальну концентрацію забруднювальних речовин (C_m) визначають за таким рівнянням:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \sqrt[3]{\Delta T \cdot V_1}}, \text{ мг/м}^3, \quad (2.9)$$

де M – маса шкідливої речовини, що викидається в атмосферу, г·с⁻¹.

Розрахунок маси небезпечних речовин, що знаходяться в атмосфері від котелень, залежить від виду палива. Для газових котелень розрахунок викидів забруднювальних речовин в атмосферу проводиться тільки за оксидом вуглецю та азоту.

Розрахунок викидів оксиду вуглецю

$$M_{CO_2} = B \cdot q_3 \cdot R \cdot Q \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot 10^{-3}, \quad \text{т/рік}, \quad (2.10)$$

де B – річні витрати палива, м³ (перевести в тонни); q_3 – втрати теплоти через хімічну неповноту згорання палива; R – коефіцієнт, який враховує частку втрати теплоти, $R = (0,5)$; Q – нижча теплота згорання палива, $Q = 34,02$ МДж/м³; q_4 – втрати теплоти через механічну неповноту згорання палива, %.

Розрахунок викидів оксиду азоту:

$$M_{NO_2} = B \cdot K_{NO_2} \cdot Q \cdot (1 - k_4) \cdot 10^{-3}, \quad \text{т/рік}, \quad (2.11)$$

де B – річні витрати палива, м³ (перевести в тонни); K_{NO_2} – коефіцієнт, який характеризує кількість оксиду азоту, які утворюються на 1 ГДж тепла в залежності від теплової потужності котлоагрегату і приймає значення від 0,072 до 0,09 кг/ГДж; k_4 – коефіцієнт, який враховує ступінь зниження викидів NO₂ в результаті застосування технічних рішень.

Відстань X_m (м) від джерела викидів, на якій приземна концентрація C за несприятливих метеорологічних умов досягає максимального значення C_m , визначають за формулою:

$$X_m = \alpha \cdot H(5 - F) / 4, \quad (2.12)$$

де α – безрозмірний коефіцієнт, при $f < 100$ обчислюється за формулами

$$\alpha = 2,48(1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \text{ – при } V_m \leq 0,5; \quad (2.13a)$$

$$\alpha = 4,95V_m(1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \text{ – при } 0,5 < V_m < 2 \quad (2.13b)$$

$$\alpha = 7\sqrt{V_m(1+0,283\sqrt{f})} \text{ – при } V_m > 2 \text{ [10,12]}. \quad (2.13\text{в})$$

Методика визначення меж СЗЗ

Відстань від джерела викидів до зовнішніх меж СЗЗ за напрямком румбів з урахуванням рози вітрів визначається за формулою:

$$L = L_0 \frac{P}{P_0}, \quad (2.14)$$

де L – розрахункова відстань від джерела викидів до межі СЗЗ, м; L_0 – розрахункова відстань місцевості у даному напрямку, в якій концентрація небезпечних речовин (з урахуванням фонові концентрації від інших джерел) перевищує ГДК, м; P – середньорічна повторюваність напрямку вітру румба, що розглядається, %; P_0 – повторюваність вітру одного румба при круговій розі вітрів, %.

Нормативний розмір СЗЗ, який дорівнює відстані від джерела викидів, на якій приземна концентрація за несприятливих метеорологічних умов досягне найбільшого значення $L_0 = X_m$.

Для розрахунку СЗЗ котельної установки, необхідно відкласти розраховані значення L на протилежних напрямках румба [1,12].

Методика оцінки стану атмосферного повітря на відстані X_m від котельні

Дані токсикологічних досліджень, показують, що в більшості випадків викиди та скиди небезпечних речовин діють сумарно, тобто їх вплив є адитивним.

. Це необхідно враховувати при загальній оцінці якості повітряного середовища..

При наявності в атмосфері кількох забруднюючих речовин із кумулятивною дією відношення концентрації забруднюючої речовини до її ГДК має відповідати рівнянню:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1, \quad (2.15)$$

де $C_1, C_2 \dots C_n$ – фактичні концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі при одночасному відборі проб в одній місцевості, $мг/м^3$; $ГДК_1, ГДК_2 \dots ГДК_n$ – гранично допустимі концентрації цих речовин в атмосферному повітрі, $мг/м^3$ [15,10].

Методика визначення категорії небезпечності підприємства

Небезпечні речовини, які потрапляють у довкілля з промислових і транспортних підприємств, розчиняються в повітрі і переносяться на великі відстані потоками повітря. Дифузія забруднень призводить до зменшення концентрації небезпечних речовин у зоні викиду та збільшення території з забрудненим повітрям. Для визначення категорії безпеки підприємства необхідно надавати статистичні дані про викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря у вигляді форми 2тп-повітря. Категорія небезпечності підприємства (КНП) визначається по формулі:

$$КНП = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{ГДК_{сд}} \right)^{a_i}, \quad (2.16)$$

де M_i – маса викиду i -ої речовини, т/рік; $ГДК_{сд}$ – середньодобова гранично допустима концентрація i -ої речовини, $мг/м^3$; n – кількість забруднювальних речовин, яке викидає підприємство і забруднює атмосферне повітря; a_i – безрозмірна константа, яка дозволяє порівняти ступінь небезпечності i -ої речовини зі шкідливістю сірчистого газу (табл. 2.3) [7,9].

Таблиця 2.3

Безрозмірна константа у відповідності з класом небезпечності речовин

Константа	Клас небезпечності речовин			
	1	2	3	4
a_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Граничні умови для виділення підприємств за категоріями небезпечності наведені в таблиці 2.4. [16]

Таблиця 2.4

Категорії небезпечності підприємств і граничні значення КНП

Категорія небезпечності	Значення КНП
I	$\geq 10^8$
II	$10^8 > \text{КНП} \geq 10^4$
III	$10^4 > \text{КНП} \geq 10^3$
IV	$< 10^3$

Викиди небезпечних речовин, що викидаються підприємством і їх клас небезпечності наведені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Інгредієнт і клас небезпечності речовин

Назва речовин, які викидаються	ГДК _{сд} , мг/м ³	Клас небезпечності
Оксид вуглецю	3,0	4
Оксид азоту	0,04	3

2.4. Об'єкт та предмет дослідження

2.4.1. Стисла кліматична характеристика району розташування котельні

Місто Житомир розташовано в північній частині України на р. Тетерів. У цілому клімат міста помірно континентальний з прохолодною зимою і теплим літом.

В останні 100 років температура повітря в Житомирі, так само як і в цілому на Землі, мала тенденцію до підвищення. За цей період середньорічна температура повітря збільшилась приблизно на 1,5 °С. Найтеплішим за всю історію спостережень виявився 2007 р. Температура підвищується найчастіше в першу половину року.

Найнижча середньомісячна температура повітря в січні ($-15,0\text{ }^{\circ}\text{C}$) відмічена в 1942 р., найвища ($+2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$) – у 2007 році. Найнижча середньомісячна температура була у липні ($+15,4\text{ }^{\circ}\text{C}$) відмічена у 1979 р., а найвища ($+23,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) – в 2021 р.

У середньому за 2023 рік у Житомирі випало 592,9 мм атмосферних опадів, найменше – у квітні, найбільше – в листопаді. [10,15]

Найбільшу повторюваність у місті мають вітри із заходу і південного заходу, найменшу – зі сходу.

Найбільша швидкість вітру – у холодну пору року, найменша – у серпні. У грудні вона в середньому становила 2,4 м/с, у липні – 0,4 м/с. Щороку в Житомирі утворюється сніговий покрив, проте його висота незначна. Максимальна глибина снігу спостерігалась у лютому - 9 см і березні – 11 см. Найменше опадів було у травні (0.1 мм), найбільше – у листопаді (119.8 мм).

Середня роза вітрів, коефіцієнт, залежний від стратифікації атмосфери та коефіцієнт рельєфу місцевості наведені в табл.2.6 [15].

Таблиця 2.6

Середня роза вітрів [24]

Коефіцієнт, залежний від стратифікації атмосфери, А	180
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1
Середня роза вітрів, %	
Пн	9,1
ПнС	8
С	10,3
ЦдС	12,4
Цд	16,8
ПдЗ	12,8
З	17,5
ПнЗ	13,1

Котельня призначена для виробітку теплоносіїв для споруд військової частини 1495. Котельня облаштована котлами Елга- 0,25 Гн (3 шт). Час роботи двох котлів 4320 год.(180 діб).

Котел «ЕЛГА 0.25 Гн» (рис. 2.1) це – стаціонарний пристрій з

автоматичним режимом роботи, працюючий на природному газі малого тиску. Котел призначений для теплозабезпечення шкіл, дитячих садків, лікарень, громадських та промислових будівель і споруд.



Рис. 2.1. Загальний вигляд котла Елга 0,25 Гн

Котел постачається в зборі і не потребує обмуровування. В комплект поставки входить усе допоміжне обладнання: газопальний блок ГБФ-0,25 з пультом управління автоматики безпеки, запобіжні клапани, запірні арматура та прилади [20].

Котел відрізняє висока якість виготовлення, зручність в обслуговуванні, висока заводська готовність до монтажу, екологічна чистота, автоматизація процесів горіння та ремонтпридатність з мінімальними витратами. Технічна характеристика котла Елга-0,25 Гн наведена в табл.2.7.

Таблиця 2.7. Технічна характеристика котла Елга-0,25 Гн

Параметри	Значення
Теплопродуктивність, МВт, не менше	0,25
ККД, %, не менше	90
Температура теплоносія, °С,	115
Витрати газу при теплоті згорання 36 МДж/м ³ , м ³ /год	28
Площа опалювання, м ²	6000

Допоміжне обладнання:

- Газоходи – канали, утворені обмурівкою котла, вогнетривкими глиняними або чавунними перегородками для відведення продуктів згоряння палива та розміщення поверхонь нагріву.

- Котловий пучок – група труб з конвективними поверхнями нагріву, вварених або в вальцьованих в загальні колектори або барабани.

- Пароперегрівач – пристрій (поверхня нагріву) для підвищення температури пари вище температури насичення, одержаної в паровому просторі при заданому тиску.

Економайзер – пристрій для нагріву робочої води перед її подачею в барабан парового котла.

Повітря підігрівач – пристрій для підігріву повітря перед подачею його на пальники котла.

Каркас – металічна конструкція з колон, балок і зв'язків, які розташовані на фундаменті і призначені для з'єднання і підтримки елементів котла.

Обмурівка – зовнішнє захисне огороження котла [12,20].

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВІД ВПЛИВУ КОТЕЛЬНІ В РАЙОНІ ЇЇ РОЗТАШУВАННЯ

3.1.Результати дослідження

Згідно з вимогами директивних документів та ОНД-86, потужність викиду котельнями встановлена сумацією потужності викиду від кожного котла г/с. У нашому випадку це від двох котлів Елга- 0,25 Гн.

Основне джерело викидів забруднюючих речовин котельні – димова труба. Параметри джерела викиду наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Параметри джерела викидів

Висота труби, м	Діаметр виходного отвору, м	Витрати , м ³ /с	Швидкість, м/с	Температура газової суміші , °С
21	0,5	0,143	14.5	160

Допустима потужність викиду та максимальна масова концентрація забруднюючих речовин наведено в табл. 3.2

Таблиця 3.2

Допустима потужність викиду

Забруднююча речовина		Потужність викиду, г/с	Максимальна масова концентрація, мг/м ³	Фонова концентрація, мг/м ³
КОД	Найменування			
06000337	Вуглецю оксид	0,003	24	1,5
12000410	Метан	0,00048		
01007183	Ртуть металева	0,000000048		
04001301	Азоту діоксид	0,0087	69	0,035

Для того, щоб здійснити оцінку стану атмосферного повітря в районі розташування котельні (рис. 3.1), потрібно в межах санітарно-захисної зони визначити максимальну концентрацію забруднюючих речовин, які містяться у димових газах – продукту викидів з труби котельні у результаті спалювання

газу у котлоагрегатах Елга- Г-0,25 і порівняти їх з ГДК_{сд}. Також необхідно порівняти секундні викиди забруднюючих речовин з їх відповідними ГДВ.

3.2. Розрахунок валових викидів забруднюючих речовин від котельні

Розрахунок валових викидів здійснюємо за формулою (2.1).

Витрати газу на опалення військової частини за 2023-2024 роки становило 348 тис. м³.

Масова витрата природного газу становитиме:

$$B = 348 \cdot 0,71 = 247,08 \text{ т/рік.}$$

Валовий викид забруднюючих речовин за рік буде:

вуглецю оксид:

Узагальнений показник емісії CO для енергетичних установок спалювання природного газу з тепловою потужністю не більше 50 МВт становить 17 г/ГДж.

Валовий викид оксиду вуглецю за рік становите:

$$E_{CO} = 10^{-6} \cdot 247,08 \cdot 17 \cdot 33,08 = 0,14 \text{ т/рік.}$$

Азоту діоксид:

Узагальнений показник емісії NO_x для енергетичних установок спалювання природного газу з тепловою потужністю не більше 50 МВт становить 80 г/ГДж.

Валовий викид оксидів азоту за рік становите:

$$E_{NO_2} = 10^{-6} \cdot 247,08 \cdot 80 \cdot 33,08 = 0,654 \text{ т/рік.}$$

Вуглекислий газ:

Узагальнений показник емісії CO_2 для енергетичних установок спалювання природного газу з тепловою потужністю не більше 50 МВт становить 153000 г/ГДж.

Валовий викид вуглекислого газу за рік становите:

$$E_{CO_2} = 10^{-6} \cdot 247,08 \cdot 15300 \cdot 33,08 = 125,05 \text{ т/рік.}$$

Метан:

Узагальнений показник емісії метану для енергетичних установок спалювання природного газу з тепловою потужністю не більше 50 МВт становить 1,0 г/ГДж.

Валовий викид метану за рік становите:

$$E_{CH_4} = 10^{-6} \cdot 247,08 \cdot 1 \cdot 33,08 = 0,0082 \text{ т/рік.}$$

Ртуть:

Узагальнений показник емісії ртуті для енергетичних установок спалювання природного газу з тепловою потужністю не більше 50 МВт становить 0,035 г/ГДж.

$$E_{Hg} = 10^{-6} \cdot 247,08 \cdot 0,0001 \cdot 33,08 = 0,00000082 \text{ т/рік}$$

Таблиця 3.1 Маса викидів забруднюючих речовин в повітря при роботі котельні, т/рік

Забруднюючі речовини				
оксид азоту	оксид вуглецю	двооксид вуглецю	метан	ртуть
0,654	0,14	125,05	0,0082	0,00000082

3.3. Розробка проекту нормативу гранично допустимого викиду

Значення $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ слід визначити, приймаючи температуру T_n рівною його середній температурі в 13 год. найбільш спекотного місяця, ($T_n=23^{\circ}\text{C}$). Коефіцієнт стратифікації для м. Житомира становить 200.

1. Визначаємо ΔT

$$\Delta T = T_{zc} - T_n = 160 - 23 = 137^{\circ}\text{C}.$$

2. Визначаємо об'єм газоповітряної суміші за формулою (2.4)

$$V_{zc} = \frac{\pi \cdot 0,5^2}{4} \cdot 14,5 = 2,84 \text{ м}^3/\text{с}.$$

3. Визначаємо параметр f за формулою (2.6)

$$f = 10^3 \frac{14,5^2 \cdot 0,5}{21^2 (160 - 23)} = 0,12 \text{ м}(\text{с}^2 \cdot \text{град}).$$

3. Розраховуємо параметр m за формулою (2.5)

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,12} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,12}} = 0,84$$

4. Визначаємо параметр V_m за формулою (2.8)

$$V_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{2,84 \cdot 137}{21}} = 1,72 \text{ м/с}.$$

5. Коефіцієнт n визначається за умов (2.9а)

$$n = 0,532 \cdot 1,72^2 - 2,13 \cdot 1,72 + 3,13 = 1,04$$

6. Визначаємо ГДВ для CO та NO_2

$$ГДВ_{\text{CO}} = \frac{(5 - 0,7) \cdot 21^2 \cdot \sqrt[3]{2,84 \cdot 137}}{200 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,04 \cdot 0,84} = 63,58 \text{ г/с}.$$

$$ГДВ_{\text{NO}_2} = \frac{(0,085 - 0,04) \cdot 21^2 \cdot \sqrt[3]{2,84 \cdot 137}}{200 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,04 \cdot 0,84} = 0,69 \text{ г/с}.$$

7. Робимо розрахунок викидів оксиду вуглецю:

$$M_{\text{CO}} = 348 \cdot 0,71 \cdot 0,46 \cdot 0,5 \cdot 34,02 \cdot \left(1 - \frac{0,5}{100}\right) \cdot 10^{-3} = 1,923 \text{ т/рік},$$

8. Визначаємо секундні викиди забруднюючих речовин від котельні з урахування часу її роботи за формулою:

$$M^c = \frac{E_i \cdot 1000000}{P_\delta \cdot T_\delta \cdot 3600}, \text{г/с},$$

де E_i – валові викиди i -ої речовини за рік; P_δ – робочі дні котельні за рік; T_δ – час роботи за добу

$$M_{CO}^c = \frac{1,92 \cdot 1000000}{180 \cdot 8 \cdot 3600} = 0,37 \text{г/с}.$$

9. Робимо розрахунок викидів оксиду азоту:

$$M_{NO_2} = 348 \cdot 0,71 \cdot 0,08 \cdot 34,02 \cdot (1 - 0) \cdot 10^{-3} = 0,672 \text{т/рік},$$

9.1. Визначаємо секундні викиди NO_2 за формулою :

$$M_{NO_2}^c = \frac{0,672 \cdot 1000000}{180 \cdot 8 \cdot 3600} = 0,13 \text{г/с}.$$

3.4. Розрахунок максимальної концентрації забруднюючої речовини на відстані X_m від труби котельні

3.1. Визначаємо максимальну концентрацію оксиду вуглецю за формулою (2.9)

$$C_{\text{макс}CO} = \frac{200 \cdot 0,37 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,91}{21^2 \sqrt[3]{2,84 \cdot 137}} = 0,0025 \text{ мг/м}^3$$

3.2. Визначаємо максимальну концентрацію оксиду азоту за формулою (2.9):

$$C_{\text{макс}NO_2} = \frac{200 \cdot 0,013 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,91}{21^2 \sqrt[3]{2,84 \cdot 137}} = 0,0088 \text{ мг/м}^3.$$

3.3. Розраховуємо відстань від джерела викидів, на якій приземна концентрація за несприятливих метеорологічних умов досягає максимального значення по формулі (2.12)

Безрозмірний коефіцієнт a , при $f < 100$ буде становити:

$$\alpha = 4,95 \cdot 1,72 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{0,12}) = 9,6$$

в цьому випадку відстань від джерела викидів, на якій приземна концентрація за несприятливих метеорологічних умов досягає найбільшого значення дорівнює:

$$X_m = 9,6 \cdot 21 \cdot (5 - 1) / 4 = 201,6 \text{ м.}$$

3.5. Визначення меж СЗЗ

Відстань від джерела викидів до зовнішніх меж СЗЗ за напрямком румбів з урахуванням рози вітрів визначається по формулою:

$$L = L_0 \frac{P}{P_0}, \quad (3.1)$$

де L – розрахункова відстань від джерела викидів до межі СЗЗ, м; L_0 – розрахунковий розмір ділянки місцевості в даному напрямі, де концентрація шкідливих речовин (з урахуванням фонові концентрації від інших джерел) перевищує ГДК, м; P – середньорічна повторюваність напрямку вітру румба, що розглядається, %; P_0 – повторюваність вітру одного румба при круговій розі вітрів, %.

В таблиці 2.6. наведені дані про напрям вітру за даними метеостанції м. Житомира. Нормативний розмір СЗЗ обчислюється відстанню від джерела викидів, на якій приземна концентрація за несприятливих метеорологічних умов досягає найбільшого значення $L_0 = X_m$.

Обчислюємо розміри СЗЗ за формулою (3.1). Результати розрахунків розмірів СЗЗ за румбами заносимо в табл. 3.1. Для того щоб побудувати СЗЗ котельні, для заданих параметрів і умов викиду, потрібно відкласти обчислені значення L на протилежних напрямках румба [28].

Таблиця 3.2. Межі СЗЗ

Напря́м ві́тру	Напря́м ві́тру, %	Розмі́р СЗЗ, м
Північний	12	193,5
Північно-східний	13	209,6
Східний	7	115,42
Південно-східний	11	177,4
Південний	15	241,9
Південно-західний	14	225,9
Західний	14	225,9
Північно-західний	14	225,9

Пн

Зх

Сх

Пд

Рис. 3.3. Санітарно-захисна зона

3.6. Оцінка стану атмосферного повітря на відстані X_m від котельні

У нашому випадку оксид вуглецю і оксид азоту мають здатність до сумарної дії тому в цьому разі

$$\frac{0,37}{5} + \frac{0,0088}{0,085} = 0,18$$

Цей показник не перевищує вимогу (2.13) тому стан атмосферного повітря в межах СЗЗ задовільний.

3.7. Визначення категорії небезпечності котельні

Для визначення категорії небезпечності підприємств потрібно використовувати дані про викиди забруднених речовин в атмосферне повітря за формою статистичної звітності 2тп-повітря.

Категорію небезпечності підприємства (КНП) розраховують за формулою (2.15)

$$КНП = \left(\frac{1,92}{3}\right)^{0,9} + \left(\frac{0,67}{0,04}\right)^1 + \left(\frac{0,00000082}{0,0003}\right)^{1,7} = 17,41$$

Котельня відноситься до 4-ої категорії небезпечності.

Основним об'єктом впливу теплоенергетичних об'єктів на навколишнє середовище є атмосфера. Не дивлячись на високу частку газоподібного палива викиди забруднюючих речовин від котелень залишаються суттєвими.

Паливоспалювальні установки житлово-комунального сектору є основними джерелами надходження в атмосферу двооксиду карбону, що є тепловим забрудненням атмосфери, оксиду карбону, оксидів нітрогену і канцерогенних вуглеводнів.

Невисокі (в порівнянні з ТЕЦ) димові труби, недосконалість обладнання та процесів спалювання палива, відсутність галузі промисловості по виробництву газоочисного обладнання і капіталовкладень суттєво ускладнюють задачу екологізації об'єктів теплоенергетики.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Досліджувана котельня здійснює викиди наступних забруднюючих речовин: оксидів вуглецю CO та CO₂, метану, оксидів азоту, ртуті.

2. Викиди CO₂ від котельні становили 125,05 т/рік, метану 8,2 кг/рік, та ртуті 0,00082 кг/рік.

3. За результатами наших розрахунків ГДВ CO дорівнює 63,58 г/с, ГДВ NO₂ 0,69 г/с. Секундні викиди становили для CO 0,37 г/с, а для NO₂ 0,13 г/с, вони є значно меншими за значення ГДВ.

4. Максимальна концентрація основних забруднюючих речовин CO становила 0,0025 мг/м³, що становить значно менше ГДК. Максимальна концентрація NO₂ становила 0,0088 мг/м³, що становить значно менше ГДК. Для таких умов розрахунок СЗЗ здійснюється за окремою вимогою контролюючих органів.

5. Результати розрахунків стверджують, про задовільну роботу котельні, а відповідно – стан атмосферного повітря у межах СЗЗ також – задовільний. Котельня відноситься до 4 категорії небезпечності.

Пропозиції:

1. Підтримувати в робочому стані контрольно-вимірювальні прилади та системи автоматики безпеки роботи котлоагрегату.

2. Для захисту атмосфери від шкідливих викидів оксид азоту та вуглецю по можливості застосувати фільтри з абсорбційним та каталітичним методами очистки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Батлук В. А. Основи екології і охорона навколишнього природного середовища: навч. посібник. Львів : Афіша, 2001. 333 с.
- 2.-Білявський Г. О. Основи екології: підручник. К. : Лебідь, 2006. 311 с.
3. Варламов Г.Б., Любчик Г.М., Маляренко В.А. Теплоенергетика та екологія. Підручник. Харків: «Видавництво САГА», 2008. 264с
4. Варламов Г.Б., Любчик Г.М, Маляренко В.А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії. Підручник. К.: „Політехніка”, 2003. 232с.
5. Викиди забруднювальних речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Київ : ОЕП „ГРІФРЕ”, 2002. 44 с.
6. ГКД 34.02.305-2002 Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від Енергетичних Установок. Методика визначення.URL: <https://www.scribd.com/document/517427203>
7. Горобець В. Г. Теплоенергетичні установки і системи : навч. посібник. К. : Компринт, 2018. 380 с.
8. Джигирей В. С., Сторожук В. М., Яцюк Р. А. Основи екології та охорона навколишнього середовища: навч. посіб. Львів : Афіша, 2004. 272 с.
9. ДСТУ 8812:2018 Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Настанови з відбирання проб. Національний стандарт. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_8812_2018.pdf
10. Житомир. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>
11. Запольський А. К., Салюк А. І. Основи екології : підруч. К. : Вища школа, 2001. 357 с.
12. Захист навколишнього середовища при роботі теплотехнологічного устаткування: навч. посібник / Н.А. Шаройко, А.О. Каграманян, І.П. Полтавський та ін. Харків: УкрДАЗТ, 2011. 395 с.
13. Збірник показників емісії забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами Т1. Донецьк: Український науковий центр технічної

екології. 2004. 143 с.

14. Інженерна екологія: навч. посібник / за ред. Б. А. Шелудченка. Житомир : Волинь, 1999. Ч. 1: Основи техноекології. 216 с.

15. Клімат Житомира. URL: <https://meteopost.com/weather/climate-normals/zhytomir/>

16. Клименко Л. П. Техноекологія : посібник. Одеса: Екопрінт, 2000. 542 с.

17. Корсак К. В., Плахотник О. В. Основи екології: навч. посіб. К. : МАУП, 1998. 228 с.

18. Мацнев А. І., Проценко С. Б., Саблій Л. А. Практикум з моніторингу та інженерних методів охорони довкілля: навч. посіб. Рівне : Рівненська друкарня, 2002. 464 с.

19. Маляренко В.А. Енергетика і навколишнє середовище. Монографія. Харків. «Видавництво САГА», 2008. 364с.

20. Маляренко В.А. Енергетичні установки. Загальний курс. Навчальний посібник. Харків. «Видавництво САГА», 2008. 287с.

21. Маляренко В.А., Лисак Л.В.. Енергетика, довкілля, енергозбереження: Монографія / Під ред. проф. В.А. Маляренка. Харків: „Рубікон”, 2004. 368 с.

22. ОНД – 86. Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств. URL: <http://www.sfund.kiev.ua/down/ond86.pdf>

23. Охорона навколишнього природного середовища в Україні. 1994–1995. К. : Вид-во Раєвського, 1997. 95 с.

24. Пилипович О. Екологічний контроль та екологічне інспектування : навчально-методичний посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 122 с.

25. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць: Наказ Мінохорони здоров'я від 14.01.2020 р. № 52. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text>

26. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16.10.92 р. № 2708-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>

27. Сафранов Т. А. Екологічні основи природокористування : навч. посіб. Львів : Новий світ, 2003. 247 с.
28. Славов В. П., Войцицицький А. П., Корж З. В. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: теоретичні основи та лабораторно-розрахунковий практикум: навч. посібник/ за ред. Славова В. П. Житомир : Вид-во ЖДТУ ім. І. Франка, 2013. 200 с.
29. Тарасюк В. М. Експлуатація котлів. К. : Основа, 2001. 288 с.
30. Трофімович В. В. Основи екології : навч. посіб. К.: ЗМН, 1996. 231 с.
31. Фурдичко О. І., Славов В. П., Войцицицький А. П. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище: навч. посіб. / під. заг. ред. О.І. Фурдичко. К. : Основа, 2008. 360 с.
32. Чайка В. Є. Урбоекологія: підручник. Вінниця, 1999. 368 с.