

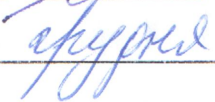
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 101 «Екологія»

“Допускається до захисту”

Зав. кафедри безпеки життєдіяльності

професор  О.І. Розпутній

“”  2023 року

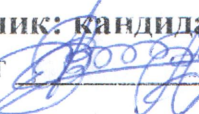
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ДІЯЛЬНОСТІ ЧЕРКАСЬКОЇ ТЕЦ
ТА ЇЇ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**

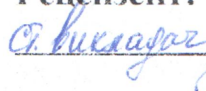
Виконав:

Пуш Олександр Анатолійович 

Керівник: кандидат с.-г. наук

доцент  В.В. Скиба

Рецензент:

  А.В. Скиба

*Я, Пуш Олександр Анатолійович, засвідчую, що кваліфікаційну роботу
виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.*

Біла Церква - 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Екологічний факультет
Спеціальність: 101 «Екологія»

Затверджую
Гарант ОП «Екологія»
доцент Скиба В.В.
« 04 » вересня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувачу

Гуш Александр Анатолійович
прізвище, ім'я та по батькові

Тема: «ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ДІЯЛЬНОСТІ ЧЕРКАСЬКОЇ ТЕЦ ТА
ЇЇ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

»

Затверджено наказом ректора № 265/3 від « 07 » 11 2023 р.

Термін здачі здобувачам готової кваліфікаційної роботи в деканат:
до « 04 » середня 2023 р.

Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані:

1. Опрацювати не менше 40 літературних джерел (підручники, вісники, журнали, наукові статті, звіти екологічної інспекції тощо) стосовно теми роботи та написати розділ “Огляд літератури”. Опрацювати матеріал щодо наукових основ та проблеми впливу теплоенергетичних підприємств на стан атмосферного повітря.

2. Опрацювати розділ “Матеріали та методика роботи”. Проаналізувати методологічну базу дослідження стану повітря. Проаналізувати методологічну базу дослідження стану повітря. Опрацювати методику розрахунку категорії небезпечності Черкаської ТЕЦ.

3. Визначити кількісний та якісний склад забруднюючих речовин, що потрапляють в навколишнє середовище внаслідок діяльності теплоенергетичних комплексів. Надати оцінку рівнів забруднення

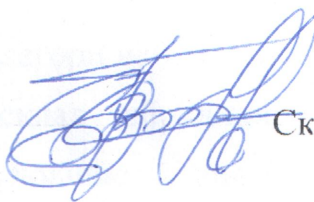
атмосферного повітря в житлових масивів міста з ГДК.

4. Зробити висновки щодо проведених досліджень та розробити пропозиції, оформити роботу таблицями, графіками, фотографіями.

Календарний план виконання роботи

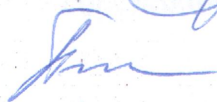
Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	01. 10. 2023 р.	виконано
Методична частина	15. 10. 2023 р.	виконано
Дослідницька частина	01. 11. 2023 р.	виконано
Оформлення роботи	15. 11. 2023 р.	виконано
Перевірка на плагіат	01. 12. 2023 р.	виконано
Подання на рецензування	10. 12. 2023 р.	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	05. 12. 2023 р.	розглянуто

Керівник кваліфікаційної роботи, доцент



Скиба В.В.

Здобувач



Пуш О.А.

Дата отримання завдання «01» 09 2023р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1. Оцінка впливу теплоенергетичних об'єктів на стан навколишнього природного середовища.....	9
1.2. Класифікація теплоенергетичних об'єктів та їх вплив на довкілля.....	10
1.3. Вплив на довкілля шкідливих викидів ТЕЦ при використанні твердого палива.....	14
1.4. Вплив на атмосферу ТЕЦ при використанні рідкого палива.....	15
1.5. Надходження в атмосферне повітря продуктів згорання природного газу.....	16
1.6. Заходи спрямовані на боротьбу зі шкідливим впливом ТЕЦ на довкілля..	18
1.7. Технологічні методи зменшення шкоди довкіллю.....	19
1.8. Прийоми скорочення шкідливих викидів ТЕЦ в атмосферу.....	22
1.9. Зниження рівня забруднення водоймищ.....	26
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	29
2.1. Метеорологічні особливості міста Черкас.....	29
2.2. Загальні відомості про підприємство Черкаська ТЕЦ.....	31
2.3. Методика розрахунків категорії небезпечності підприємства.....	34
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	37
3.1. Паливно-енергетична сировина теплоелектроцентралі	37
3.2. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря в місці розташування теплоелектроцентралі	40
3.3. Рівень викиду мікроелементів у повітря по території ТЕЦ.....	43
3.4. Розрахунок категорії небезпечності теплоелектроцентралі.....	45
3.5. Рівень забруднення повітря в житлових кварталах міста Черкаси.....	47
3.6. Характеристика газоочисного та пиловловлюючого обладнання.....	50
3.7. Характеристика забруднюючих речовин	52
3.8. Характеристика систем водопостачання та водовідведення.....	54
3.9. Використання золошлакових відходів.....	56
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	57
ВИСНОВКИ.....	62
ПРОПОЗИЦІЇ.....	63
Список використаної літератури.....	64

АНОТАЦІЯ

Пуш Олександр Анатолійович

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ДІЯЛЬНОСТІ ЧЕРКАСЬКОЇ ТЕЦ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

В даний момент була проведена аналіз кваліфікаційної роботи, яка спрямована на дослідження виробничого процесу Черкаської Теплоелектроцентралі (ТЕЦ) та оцінку негативного впливу цього підприємства на стан атмосферного повітря у місті Черкаси. Метою цього дослідження є встановлення впливу діяльності ТЕЦ на навколишнє середовище міста Черкаси.

Для досягнення цієї мети передбачено наступні завдання дослідження:

1. Опрацювати матеріали щодо наукових основ і проблем впливу теплоенергетичних підприємств на стан атмосферного повітря.
2. Проаналізувати методологічну базу дослідження стану повітря.
3. Опрацювати методику розрахунку категорії небезпечності підприємств.
4. Визначити кількісний та якісний склад забруднюючих речовин, які потрапляють в навколишнє середовище внаслідок діяльності теплоенергетичних комплексів.
5. Надати порівняльну оцінку рівнів забруднення атмосферного повітря в житлових масивах міста зі стандартами гігієнічних норм [5].

Кваліфікаційна робота поділена на чотири основних розділи. У першому розділі проведено аналіз літературних джерел, що висвітлюють актуальність обраної теми. Другий розділ детально описує умови та методи проведення досліджень. Третій розділ розглядає результати досліджень, в якому проведено аналіз впливу Черкаської ТЕЦ на стан атмосферного повітря та визначено категорію небезпечності цього підприємства. Четвертий розділ стосується умов охорони праці на ТЕЦ.

Кваліфікаційна робота складається із 68 сторінок і містить 15 таблиць, 5 рисунків, а також список літератури, що включає 35 бібліографічних джерел.

Ключові слова: ТЕЦ, теплоенергетика, шкідливі речовини, атмосферне повітря, забруднення атмосфери.

ANNOTATION

Push Oleksandr

ENVIRONMENTAL SAFETY OF CHERKASY THERMAL POWER PLANT ACTIVITIES AND ITS IMPACT ON THE ENVIRONMENT

At present, an analysis of the qualification work aimed at studying the production process of the Cherkasy Thermal Power Plant (TPP) and assessing its negative impact on the atmospheric air quality in the city of Cherkasy has been conducted. The purpose of this research is to determine the influence of the TPP's activities on the environment of Cherkasy city.

To achieve this goal, the following research tasks have been outlined:

1. Review the materials on the scientific foundations and issues of the impact of thermal power plants on atmospheric air quality.
2. Analyze the methodological basis for researching air quality.
3. Study the methodology for calculating the hazard category of enterprises.
4. Determine the quantitative and qualitative composition of pollutants released into the environment as a result of the activities of thermal energy complexes.
5. Provide a comparative assessment of the levels of atmospheric air pollution in residential areas of the city with hygiene standards [5].

The qualification work is divided into four main sections. The first section conducts an analysis of literary sources highlighting the relevance of the chosen topic. The second section provides a detailed description of the research conditions and methods. The third section examines the research results, including an analysis of the impact of the Cherkasy TPP on atmospheric air quality and the determination of the hazard category of this enterprise. The fourth section deals with labor protection conditions at the TPP.

The qualification work consists of 68 pages and includes 15 tables, 5 figures, as well as a list of references comprising 35 bibliographic sources.

Keywords: TPP, thermal power generation, harmful substances, atmospheric air, air pollution.

ВСТУП

В галузі теплоенергетики, яка зародилася у XX столітті, на ранній стадії розвитку, головними чинниками, що впливали на розміщення підприємств, були економічні обставини. Тоді основним аспектом уваги до навколишнього середовища був пошук ресурсів у природі, які були необхідні для забезпечення теплоенергетичних потреб та сталого теплоенергопостачання підприємств та житлових будівель [12].

Поступово, зі зростанням потужностей теплоенергетичних станцій та збільшенням рівнів теплоенергоспоживання, виникла необхідність обмеження викидів забруднюючих речовин у атмосферу. На сучасному етапі взаємодія між теплоенергетикою та навколишнім середовищем набула нових рис. Зі зростанням масштабів розвитку теплоенергоспоживання у майбутньому може призвести до подальшого погіршення стану атмосфери [34, 38].

Теплові електростанції, які використовують кам'яне вугілля, виробляють величезні обсяги шлаку, який, накриваючи поверхню ґрунту щільним шаром, сприяє утворенню техногенних пустель. Крім того, шлак є джерелом накопичення важких металів та підвищеної радіоактивності [24].

Слід зауважити, що вплив теплоенергетичних комплексів на довкілля є актуальною проблемою сучасності, оскільки теплоенергетичні станції стали одними з найбільших джерел забруднення атмосфери. Окрім головних продуктів згоряння, таких як вуглець і водень, які не є токсичними, у атмосферу викидаються токсичні речовини, які, навіть у незначних концентраціях, можуть шкодити здоров'ю людини, тваринному та рослинному світу [41].

Об'єктом дослідження є рівень забруднення повітряного середовища шкідливими речовинами, що утворюються в процесі діяльності Черкаської Теплоелектроцентралі (ТЕЦ). Предметом дослідження є сама теплоенергетична централь міста Черкаси як фактор забруднення атмосферного повітря.

Метою даної кваліфікаційної роботи є встановлення впливу діяльності ТЕЦ на стан навколишнього середовища міста Черкаси.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Оцінка впливу теплоенергетичних об'єктів на стан навколишнього природного середовища

Теплові електростанції (ТЕС) є ключовими складовими в системі виробництва електроенергії. Основною функцією ТЕС є перетворення хімічної енергії палива (наприклад, вугілля, нафти, газу і т.д.) послідовно на теплову, механічну і, нарешті, електричну енергію [1, 12].

Залежно від характеристик їхнього енергетичного обладнання, ТЕС поділяються на кілька типів, включаючи паротурбінні, турбінні та дизельні електростанції.

Паротурбінні електростанції (ТПЕС) складаються з різних компонентів, таких як котлоагрегати або парогенератори, парові турбіни, турбогенератори, а також пароперегрівачі, постачальні, конденсаторні та циркуляційні, конденсатори, повітропідігрівачі, генератори та інше. Паротурбінні електростанції можуть бути поділені на конденсаційні (КЕС), де пара повністю використовується у турбінах, і теплоелектроцентралі (ТЕЦ), де перегріта пара частково відводиться для теплофікації, що значно підвищує ефективність виробництва теплової енергії та знижує вартість виробленої електроенергії [24].

Конденсаційні електростанції (КЕС) поділяються за типом енергії, яка відпускається, і в основному працюють за такою схемою: тепло, одержане від пального, передається до парогенераторів водяної пари, яка подається у конденсаційну турбіну. Внутрішня енергія пари перетворюється в турбіні в механічну енергію, а потім через генератор в електричний струм. Відпрацьована пара конденсується у конденсаторі та повторно використовується у парогенераторі [24].

Зокрема, газотурбінні електростанції (ГТЕС) застосовуються як додаткові джерела енергії, зазвичай у разі пікових навантажень або аварійних

ситуацій у енергосистемах. Іноді вони також використовуються в комбінації з паровим устаткуванням, де гази згоряння та нагріте повітря подаються у газову турбіну, а тепло від відпрацьованих газів використовується для нагріву води або виробництва пари для парової турбіни низького тиску [38].

Дизельні електростанції (ДЕС) оснащені одним або кількома електричними генераторами, які приводяться в дію дизельними двигунами. Вони мають різну потужність, від невеликих до декількох тисяч кіловатт, і використовуються у різних сферах, включаючи сільське господарство, лісову промисловість, аварійне енергозабезпечення тощо [38].

Теплові електростанції стали невід'ємною частиною сучасної електроенергетики, використовуючи різні види палива, такі як вугілля, природний газ, мазут і інше, для виробництва електроенергії. Збільшення потужності окремих ТЕС призвело до зростання витрат палива [24, 41].

1.2. Класифікація теплоенергетичних об'єктів та їх вплив на довкілля

Під час аналізу взаємодії теплоенергетики та навколишнього середовища важливо спрямувати увагу на фундаментальні процеси, що розглядаються при процесі спалювання різних видів палива, особливо органічного походження. При спалюванні палива утворюється значна кількість шкідливих сполук, таких як оксиди азоту, сірки, сажа, сполуки свинцю та водяна пара [4].

Продукти згоряння палива, які викидаються в атмосферу, гідросферу, літосферу та під час їхнього перебування в цих середовищах, мають різні властивості і проявляються у вигляді твердих, рідких і газоподібних фаз. Такі продукти можуть піддаватися осадженню, розпадатися на компоненти за масою та розмірами, взаємодіяти з повітряними течіями, хмарами та атмосферними опадами, а також долати фотохімічні перетворення. Це може спричинити суттєві зміни у складі викидів та створити умови для появи нових компонентів, які можуть відрізнятися за токсичністю, активністю та

здатністю до нових хімічних реакцій [5].

Газоподібні викиди призводять до утворення сполук вуглецю, сірки та азоту. Оксиди азоту, в основному, не взаємодіють з іншими компонентами атмосфери і мають практично необмежений час існування. Сірчистий ангідрид (SO_2), один із токсичних газоподібних викидів теплоенергетичних установок, має обмежений термін існування в атмосфері та, в присутності кисню повітря (O_2), може доокислюватися до SO_3 . Подальша взаємодія SO_3 з водою (H_2O) призводить до утворення слабкої сірчаної кислоти (H_2SO_4) [15].

Під час горіння в атмосфері азот у свою чергу утворює ряд сполук, таких як N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_4 і N_2O_5 . У присутності вологи NO_2 вступає в реакцію з киснем, утворюючи азотну кислоту (HNO_3).

Нагромадження токсичних речовин у навколишньому середовищі суттєво впливає на здоров'я населення, якість сільськогосподарської продукції, врожайність, кліматичні умови окремих регіонів світу, стан озонового шару Землі та може призвести до вимирання рослин і тварин [16].

Важливим аспектом є виявлення різних груп взаємодій теплоенергетики з конденсованими компонентами навколишнього середовища. Ці взаємодії можуть включати водоспоживання і водовикористання, осадження твердих продуктів згоряння на поверхні, викиди на поверхню у вигляді твердих частинок і рідких розчинів, створення водосховищ і зміну ландшафту при будівництві енергетичних об'єктів. Ці процеси можуть мати значний вплив на природний круговорот речовин між атмосферою, гідросферою і літосферою [7].

З аналізу загальних схем взаємодії теплоенергетичних установок (ТЕЦ) із навколишнім середовищем можна виокремити, що основним фактором цієї взаємодії в контексті ТЕЦ є споживання води системами технічного водопостачання, включаючи безповоротне споживання води. Значна частина витрат води у таких системах припадає на охолодження конденсаторів парових турбін. Інші споживачі технічної води, такі як системи золо- і

шлаковидалення, хімводоочищення, охолодження і промивання обладнання, споживають лише 7% загального обсягу води, проте вони є основним джерелом домішкового забруднення [19].

Атомні електростанції (АЕС), впливаючи на водні басейни, одночасно впливають на певні види рослин і речовин, які розчинені у воді і містяться у відкладеннях. Деякі з цих рослин і речовин можуть накопичувати радіоактивні ізотопи у концентраціях, що перевищують рівноважні рівні в навколишній воді на кілька порядків. За наявних умов впливу ядерної теплоенергетики на гідросферу та методів контролю викидів, види ядерних електростанцій, які вже впроваджені, не становлять загрози порушенням локальних і глобальних рівноважних процесів в гідросфері та взаємодією з іншими компонентами Землі, за винятком аварійних ситуацій, що можуть викликати радіоактивне забруднення навколишнього середовища. Усі інші види впливу АЕС на гідросферу і літосферу, які не пов'язані з радіоактивністю (такі як вплив систем водопостачання і фільтрації), не суттєво відрізняються від аналогічних впливів теплоенергетичних станцій (ТЕС і ТЕЦ) [10].

Дослідження вченими показали, що основними видами домішкових викидів енергетичних об'єктів, які потрапляють на поверхню гідросфери та літосфери, є тверді частинки, які транспортуються в атмосферу разом із димовими газами і осідають на земельній поверхні. Це включає в себе пил, золу, шлаки та інші продукти згоряння, а також горючі компоненти, які випускаються під час обробки, переробки та транспортування палив. Особливо небезпечними для природних екосистем є рідке паливо, його складові та продукти їхнього споживання та розкладання [19].

Викиди теплоти є одним із ключових факторів взаємодії теплоенергетичних об'єктів із навколишнім середовищем, зокрема з атмосферою та гідросферою. Процес виділення теплоти спостерігається на всіх етапах перетворення хімічної енергії органічних речовин або ядерного палива у теплову енергію. Значна частина цієї теплоти передається

водоймам, річкам і потокам через охолодження водою в конденсаторах парових турбін, після чого вона виходить в атмосферу, при цьому температура води у місці випуску нагрітої води підвищується, що може призвести до підвищення середньої температури [21].

Сучасні наукові уявлення про допустимі рівні забруднення атмосфери, води та земних ландшафтів базуються на переконанні в шкідливому впливі різних речовин на здоров'я людей, тварин, рослин і матеріальні цінності. Вже у 1963 році Всесвітньою організацією з охорони здоров'я при ООН було запропоновано визначення критерію чистоти повітря, що визначається через гранично допустиму концентрацію шкідливих речовин (ГДК). Установлено чотири рівні забруднення повітря, які визначають можливий вплив на людей, тварин та рослинність:

1. Рівень № 1: На цьому рівні неможливо виявити прямий або опосередкований вплив на людину, тварин або рослинність.
2. Рівень № 2: На цьому рівні можливе подразнення органів відчуттів, шкідливий вплив на рослинність та зменшення прозорості повітря.
3. Рівень № 3: На цьому рівні може відбутися порушення життєво важливих функцій та виникнення хронічних захворювань у людини та тварин.
4. Рівень № 4: На цьому рівні може виникнути гострі захворювання, які можуть призвести до загибелі людей та тварин [6].

Промислова діяльність у сфері виробництва теплової енергії значно впливає на навколишнє середовище, призводячи до ряду суттєвих змін. Серед основних змін можна виділити наступні:

1. Збільшення кількості частинок, які можуть служити ядрами конденсації, в 10 разів.
2. Збільшення кількості газових домішок у повітрі від 5 до 25 разів.
3. Зростання кількості хмар на 5-10%.
4. Збільшення кількості туманів узимку на 100%, а влітку на 30%.
5. Збільшення кількості опадів на 5-10% у різні періоди року.

6. Зменшення відносної вологості на 2% влітку і на 8% взимку.
7. Зменшення сонячного випромінювання від 3% до 20%.
8. Підвищення температури на 1-2 градуси Цельсія.
9. Збільшення швидкості вітру від 5% до 30% [11].

1.3. Вплив на довкілля шкідливих викидів ТЕЦ при використанні твердого палива

Теплові електростанції (ТЕЦ), які функціонують на базі твердого палива, активно викидають в атмосферу різноманітні продукти, включаючи вугілля та сланці, що можуть містити до 50% негорючої маси та шкідливих домішок. ТЕЦ займають значне місце в електробалансі країни, складаючи 79% від усього обсягу виробництва електроенергії. Вони споживають до 25% видобутого твердого палива та випускають в навколишнє середовище більше ніж 15 мільйонів тонн золи, шлаків і газоподібних речовин. Процес спалювання твердого палива у котлоагрегатах ТЕЦ призводить до значного виділення золи, діоксиду сірки (SO_2) та оксидів азоту.

Сучасні ТЕЦ, які мають потужність понад 2 мільйони кіловатт, витрачають до 20 тисяч тонн вугілля на добу і викидають в атмосферу великі обсяги шкідливих речовин, таких як 680 тонн SO_2 і SO_3 , 200 тонн оксидів азоту, 120-240 тонн золи, пилу і сажі. Важливо відзначити, що ці значення наведено для вихідного палива із вмістом сірки на рівні 1,7% та ефективністю системи пиловловлення 94-98% [13].

Дослідження показали, що в навколишній атмосфері біля потужних електростанцій і централей може викидатися від 280 до 360 тонн SO_2 на добу. Максимальна концентрація діоксиду сірки в атмосфері на різних відстанях від джерела виділення становить від 0,3 до 4,9 мг/м³ на відстані від 200 до 500 метрів, від 0,7 до 5,5 мг/м³ на відстані від 500 до 1000 метрів і від 0,22 до 2,8 мг/м³ на відстані від 1000 до 2000 метрів. З цього випливає, що діоксид сірки має значну мобільність та може призводити до поширення забруднень на великі відстані [25].

Наукові дослідження вказують, що ТЕЦ спричиняють 46% від загального виділення сірчистого ангідриду і 25% вугільного пилу в атмосферу, які викидаються промисловими підприємствами. Ця значуща забрудненість пояснюється застосуванням технологічних процесів, які несумісні з екологічними стандартами і сприяють одночасному виробництву теплової та електричної енергії, але при цьому призводять до неприпустимого забруднення довкілля. Потребуються дієві заходи для запобігання забрудненню атмосфери [42].

Особливо небезпечні є сірчистий ангідрид, діоксид сірки і оксиди азоту, які викидаються в атмосферу ТЕЦ. Вони мають здатність переноситися на великі відстані і осідають в результаті на поверхні землі, призводячи до забруднення гідросфери і літосфери. Кислотні дощі є однією з наслідків цього процесу, де слабкі розчини сірчаної та азотної кислоти, утворені внаслідок викидів, випадають у вигляді опадів, призводячи до забруднення великих територій. Крім того, забруднення атмосфери ТЕЦ призводить до негативного впливу на деякі види м'яких порід дерев та зниження швидкості росту рослин, включаючи хвойні види [43]..

1.4. Вплив на атмосферу ТЕЦ при використанні рідкого палива

У минулому вугілля було витіснене нафтою і зайняло провідне місце у світовому енергетичному балансі. Проте ця ситуація спричинила певні екологічні проблеми.

У 2002 році підприємства нафтової галузі викинули в атмосферу 621 тисячу тонн забруднюючих речовин, таких як тверді частки, діоксид сірки, оксид вуглецю, оксиди азоту та інші [13]. Водночас великі обсяги стічних вод, до 1302,6 мільйонів кубометрів, виливаються в поверхневі водні водойми та на рельєф.

При спалюванні рідких палив, таких як мазут, у атмосферу потрапляють сірчистий і сірчаний ангідриди, оксиди азоту, газоподібні та тверді продукти неповного згоряння палива, сполуки ванадію, солі натрію і

речовини, які видаляються з поверхні котлів під час їх очищення [25]. З екологічного погляду рідке паливо має кращі характеристики, оскільки не виникає проблема з відходами від шлаковідвалів, які забирають значні площі і призводять до постійного забруднення атмосфери та району навколо електростанцій через розповсюдження золи вітром. Продукти згорання рідких палив не містять летючої золи. Використання двопаливних гібридних камер згорання замість традиційних однозонних дифузійних камер, з використанням часткового заміщення частини вуглеводневого палива воднем (6% від маси вуглеводневого палива), знижує споживання нафтового палива на 17-20%, а рівні викиду частинок сажі на порядок, оксидів азоту - в 5 разів [25].

У більшості країн обмежено використання нафтового палива з вмістом сірки понад 0,5%. Україна має ситуацію, коли половина нафтового палива перевищує цей норматив, і вміст сірки у котельному паливі досягає 3%. Використання нафти для спалювання є неефективним і забруднюючим процесом, що аналогічний "топленню пічок асигнаціями" [44].

Сучасні тенденції в енергетиці свідчать про поступове зниження використання рідких палив, особливо нафти. Це пов'язано з її значними негативними впливами на навколишнє середовище. Зростання використання нафти в інших галузях національної економіки, таких як транспорт і хімічна промисловість, підсилить цю тенденцію. Нажаль, нафта використовується недостатньо раціонально. У 1984 році, при світовому виробництві нафтопродуктів у масивній кількості, значні обсяги були спрямовані на виробництво газу, реактивного палива, дизельного палива і мазуту, що видається надто неефективним [44].

1.5. Надходження в атмосферне повітря продуктів згорання природного газу

За екологічним критерієм, природний газ є найбільш оптимальним видом палива. У продуктах згорання відсутні зола, кіптява і канцерогени,

наприклад, бензопірен [40].

У процесі спалювання природного газу на теплоелектростанціях єдиним суттєвим забруднювачем атмосфери залишаються оксиди азоту. Однак викид оксидів азоту при спалюванні природного газу на ТЕЦ в середньому на 20% менше, ніж при спалюванні вугілля. Це обумовлено не самими властивостями палива, а особливостями процесів їх згоряння. Коефіцієнт надлишку повітря під час спалювання вугілля нижчий, ніж під час спалювання природного газу. Таким чином, природний газ залишається найбільш екологічно чистим видом енергетичного палива з точки зору викидів оксидів азоту під час горіння [28].

Однак транспортування газу також може супроводжуватися змінами в навколишньому середовищі. Сучасні магістральні газопроводи представляють собою складну інженерну структуру, яка включає в себе не лише лінійну частину, а саме трубопровід, але також установки для підготовки газу перед транспортуванням, насосні і компресорні станції, резервуари для зберігання, лінії зв'язку, систему електрохімічного захисту, дороги, які пролягають вздовж магістральних газопроводів, і під'їзди до них, а також тимчасові місця проживання робітників експлуатаційних підрозділів.

Значний вплив на навколишнє середовище відзначається під час втрат газу з великих і малих газових резервуарів, витоків газу та інших факторів. Атмосферне повітря забруднюється також через негерметичні з'єднання трубопроводу, витоків газу під час зберігання і проведення операцій з наливання та вивантаження газу. Це може призводити до зниження росту рослинності і підвищення концентрації шкідливих речовин в повітрі. Забруднення атмосфери внаслідок аварійних викидів газу або спалювання нафти та нафтопродуктів характеризується значно менш тривалим часовим впливом, і його можна віднести до короткочасних подій [37].

1.6. Заходи спрямовані на боротьбу зі шкідливим впливом ТЕЦ на довкілля

Проблема запобігання забрудненню навколишнього середовища, спричиненому продуктами згоряння органічних палив, виникає в умовах наростаючого процесу урбанізації, який, в свою чергу, сприяє економічному розвитку. Варіабельність санітарного законодавства, що обмежує викиди шкідливих домішок у навколишнє середовище в процесі виробництва електроенергії, приймає різні форми у різних країнах. У розвинених індустріально країнах існують встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК) речовин, що можуть забруднювати повітря та водойми. Теплові викиди з теплоелектростанцій (ТЕЦ) менш помітні для населення, ніж викиди шкідливих речовин. Під час будівництва ТЕЦ нормативами не обмежується тепловий скид, але вимагається, щоб підігрів води в водоймах не перевищував її природної температури влітку на 3°C і взимку на 5°C. Щодо кількості та температури газових викидів в атмосферу не існує обмежень. Отже, завданням запобігання шкідливому тепловому забрудненню водного басейну для ТЕЦ є зменшення теплових скидів, шляхом підвищеної ефективності електростанцій та раціонального розподілу тепла з переведенням частини його випаровуванням нагрітої води [39].

На самоочищенні атмосферного середовища ґрунтується впровадження таких заходів, як розсіювання шкідливих домішок з викидів ТЕЦ у атмосферне повітря за допомогою високих труб, а також розбавлення відпрацьованих вод перед їх скидом у природні водойми. Проте зі збільшенням обсягів забруднення, викидаєми ТЕЦ, можливості самоочищення обмежуються. Одним із перспективних і радикальних шляхів у запобіганні викидам забруднюючих речовин у атмосферу та природні водойми є зміна технології виробництва електроенергії з метою значного зменшення шкідливих викидів.

Наприклад, виробництво електроенергії на базі магнітно-динамічних

генераторів може підвищити коефіцієнт корисної дії енергетичних установок і знизити витрати пального та вплив на навколишнє середовище. Проте, успішність та масштаби впровадження цієї технології залежатимуть від можливості використання твердого палива в цих установках та відзначення викидів оксидів азоту, які утворюються при високих температурах, характерних для магнітно-динамічних генераторів.

Зокрема, спосіб газифікації сірчистого мазуту та його подальше очищення перед спалюванням може допомогти значно знизити викиди оксидів азоту та покращити показники теплових генераторів. Крім цього, запропоновані зміни у технології переробки горючих сланців можуть дозволити зменшити кількість викидів твердих часток та інших забруднюючих речовин.

Крім радикальних змін у виробництві електроенергії, існують і менш фундаментальні підходи до розв'язання проблеми. Проходить промислове випробування метод газифікації сірчистого мазуту з подальшим очищенням та спалюванням продуктів газифікації у парогенераторах або газових турбінах, що може сприяти зниженню викидів оксидів азоту завдяки низьким температурам газифікації.

Таким чином, проблема запобігання забрудненню навколишнього середовища вимагає різноманітних підходів і вдосконалення технологій виробництва електроенергії, а також впровадження нових методів очищення та обробки паливних матеріалів для зменшення негативного впливу на природу і забезпечення сталого розвитку.

1.7. Технологічні методи зменшення шкоди довкіллю

Розташування теплових електростанцій (ТЕЦ) обумовлене низкою обмежень та технічних вимог, які визначаються екологічними показниками. По-перше, розглядається фактор "фон забруднень", який формується через діяльність промислових підприємств і навіть існуючих електростанцій в

даній області. Якщо рівень забруднення в місці, де планується будівництво ТЕЦ, вже наближається до граничних значень або досягло їх, то розгляд питання щодо розташування теплової станції не виправданий [25].

По-друге, при наявності певного, але недостатньо високого рівня забруднення, проводиться детальна оцінка, що дозволяє порівняти можливі викиди від запланованої ТЕЦ з існуючими у цьому районі. Під час цієї оцінки враховуються різні фактори, такі як напрямок і сила вітру в даній області, імовірність опадів, абсолютні викиди станції при роботі на передбачуваному виді палива, характеристики систем очищення та уловлювання викидів та інше. Порівнявши отримані дані з допустимими нормами, можна зробити остаточний висновок щодо цілеспрямованості будівництва ТЕЦ.

При будівництві ТЕЦ у містах або їх передмістях рекомендується створювати лісові зони між станцією і житловими районами. Це заходить сприяє зменшенню впливу шуму на прилеглі території та сприяє затриманню пилу в разі вітрів, що дмуть у напрямку житлових районів.

Під час проектування і будівництва ТЕЦ слід планувати використання високоефективних засобів очищення та утилізації відходів, а також розробляти технології спалювання палива, які мінімізують негативний вплив на навколишнє середовище. Традиційні методи спалювання вуглеводневих палив призводять до значного забруднення атмосфери оксидами азоту та канцерогенними речовинами. Тому розробка та впровадження екологічно чистих технологій спалювання є критичним завданням. Ефективним рішенням є газифікація палива з високою якістю розпилення і змішування з повітрям перед зоною горіння, що забезпечує ефективне та екологічно безпечне спалювання.

Також було розроблено технології спалювання вугілля в котлах з циркулюючим киплячим шаром, які дозволяють зв'язувати екологічно небезпечні сірковмісні домішки. Ці технології можуть бути використані під час реконструкції існуючих ТЕЦ. Такі підходи сприяють значному зниженню

забруднення повітря оксидами сірки та оксидами азоту.

Отже, забезпечення екологічно чистого функціонування ТЕЦ вимагає комплексу заходів, включаючи вибір місця розташування, лісові заходи, використання екологічно безпечних технологій та ефективних систем очищення та утилізації відходів.

Процес очищення димових газів від оксидів сірки зазвичай базується на вапняно-каталітичному двоступінчастому методі, що включає абсорбцію діоксиду сірки вапняковою суспензією в два послідовні контактні етапи. Зазначена технологія, як підтверджує світовий практичний досвід, є найбільш поширеною на теплових електростанціях, які використовують рідке або тверде паливо з різним вмістом сірки. Цей метод забезпечує ефективність очищення газів від оксидів сірки не менше ніж на рівні 90-95% [27].

Для наголошення, важливого значення очищення димових газів, слід відзначити, що понад 70% викидів оксидів азоту в атмосферу від промислових об'єктів, зокрема теплових електростанцій. Сполучені Штати та Японія успішно використовують методи очищення димових газів від оксидів азоту, зокрема, селективного каталітичного відновлення оксидів азоту за участю аміаку на платино-ванадієвому каталізаторі. Варто відзначити, що вартість встановлення таких систем дуже висока, а тривалість служби каталізаторів обмежена [27].

Нещодавно в Сполучених Штатах була розроблена технологія самоочищення вугілля компанією "Genesis Research of Arizona". Це вид вугілля демонструє високий рівень згоряння, що призводить до зменшення викидів діоксиду сірки в димових газах на 80%. Крім того, витрати на встановлення спеціальних засобів для очищення значно менше в порівнянні з традиційними системами. Процес отримання самоочищення вугілля включає дві основні стадії: відокремлення домішок вугілля шляхом флотації та об'єднання вугілля з хімічними речовинами, результати чого становлять комерційну таємницю. Такий модифікований вид вугілля забезпечує високоефективне згоряння та надійну ізоляцію органічної сірки, уникнення її

потрапляння в атмосферу. Гранули такого виду вугілля можна зручно транспортувати, зберігати і використовувати як звичайне вугілля [29].

Однією з ефективних систем для уловлення шкідливих домішок у димових газах теплових електростанцій є парогазова система. Ця комплексна система не лише забезпечує очищення димових газів, але і значно знижує питомі витрати палива для виробництва електроенергії, зменшуючи їх приблизно на 20%. Метод полягає у газифікації вугілля перед його спалюванням у парових котлах теплових електростанцій. Вугілля газифікується, після чого очищується від твердих домішок, і направляється до газових турбін, де згоряють продукти газифікації при високій температурі. Надлишкова теплота виділяється у звичайні парові котли. Системи парогазової обробки широко застосовуються у різних країнах для зменшення викидів у атмосферу [19].

Прогресивний розвиток енергетики свідчить про потребу в глибокій та комплексній переробці вугілля. Важливо підкреслити, що найбільш результативними є інтегровані методи, які передбачають не лише виробництво електроенергії, але і тепла. Для досягнення цієї мети використання гнучких технологій у переробці вугілля стає ключовим завданням. Вирішення цієї складної проблеми передбачає розробку нових технологічних установок для енергохімічних комплексів, що сприятиме підвищенню ефективності теплових електростанцій, зниженню капітальних витрат та рішучому вирішенню екологічних питань [19].

1.8. Прийоми скорочення шкідливих викидів ТЕЦ в атмосферу

Процес очищення димових газів у електрофільтрах впроваджується на теплових електростанціях (ТЕЦ) з метою досягнення максимально ефективного очищення димових газів, переважно на потужних енергоблоках з потужністю 300 МВт та вище. В той час як встановлення мокрих золоуловлювачів із трубами Вентурі, що працюють при низьких витратах

води та невеликих перепадах тиску, виправдане для котлоагрегатів середньої паропродуктивності, залежно від умов, які включають в себе характер золи, яка утворюється в процесі спалювання палива, а також властивості апаратів для утворення відкладень на їх поверхнях. В інших ситуаціях, наприклад, коли паливо містить велику кількість золи або коли необхідно забезпечити надійний процес золоуловлювання, встановлюються апарати, які складаються з двох або більше послідовно розташованих елементів, і в такому випадку електрофільтр використовується як останній елемент процесу очищення газів [27].

Електрофільтри представляють собою універсальні засоби для уловлення забруднень у димових газах, дозволяючи досягнути ступеня очищення на рівні до 95%. Принцип їх роботи базується на сучасних установках для електричного очищення димових газів, які складаються з загального корпусу, осаджувальних систем, коронуючих електродів, механізмів їх струшування, приладів для забезпечення рівномірного розподілу швидкостей газових потоків по перерізу активної зони, електрофільтра, агрегатів живлення випрямленим струмом високої напруги, та автоматичних приладів для підтримки оптимального рівня напруги на коронуючих електродах та приладів для видалення уловленої золи. У корпусі електрофільтра, розташовані між собою на певній відстані, знаходяться коронуючі та осаджувальні електроди. Перші підвішені на ізоляторах та підведені до них струм високої напруги від'ємного знаку від агрегатів живлення, а другі – заземлені. При подачі високої напруги створюється нерівномірне електричне поле між коронуючими та осаджувальними електродами. На поверхні коронуючих електродів утворюється зони з найвищою напругою, де відбувається місцевий пробій газів та виникає коронний розряд, що генерує інтенсивну емісію електронів. Ці електрони та газові іони, сформовані під час емісії, рухаються в електричному полі до заземленого осаджувального електрода, захоплюючи з собою частинки золи та завдавши їм від'ємний заряд. Заряджені частинки золи, під дією

електричного поля, переміщуються в напрямку, протилежному газовому потоку, та осідають на осаджувальних електродах, віддаючи свій заряд. Потім осела зола періодично витрушується з електродів та потрапляє до спеціального контейнера, а з нього – в систему пневмо- або гідрозоловидалення. Важливо відзначити, що цей метод очищення газів вимагає значних енергетичних витрат [4, 36].

Щодо очищення газів у вологих пиловловлювачах, відомих також як мокрі золоуловлювачі, ця технологія базується на осадженні частинок попелу на плівці води, що стікає по стінках апарата завдяки відцентровій силі. Ефективність такого пристрою зазвичай досягає 90%. Принцип роботи мокрого золоуловлювача з коагулятором Вентурі полягає в тому, що вода підводиться до конфузора коагулятора через форсунки зрошувача, де вона розпилюється швидкісним газовим потоком на дрібні краплинки. Летка зола, переходячи через коагулятор Вентурі разом із димовими газами, частково осідає на цих краплинках та на стінках апарата, а потім ці краплинки та невидалені частки золи потрапляють в корпус відцентрового скрубера. Тут димові гази звільняються від крапель та додатково очищаються від золи, після чого вони викидаються в атмосферу за допомогою димососа. Зібраний в апараті гідрозолований попіл подається до спеціального резервуара через систему гідрозоловидалення [26].

Необхідно також відзначити перспективи використання систем мокрого золоуловлювання на ТЕЦ, які можуть включати в себе можливість застосування схожих методів для уловлення інших шкідливих компонентів продуктів згоряння, таких як оксиди сірки, фторовмісні сполуки та інші [5].

Очищення димових газів у батарейних циклонах представляє собою процес видалення твердих часток з газових струменів за допомогою циклічних елементів, які генерують інерційні сили під час обертання газового потоку. Ефективність очищення газів у батарейних циклонах визначається геометричними параметрами цих апаратів. Однак, важливо відзначити, що в таких апаратах ступінь очищення не перевищує 75% [13].

Принцип роботи батарейних циклонів полягає в їх розташуванні перед димососами або електрофільтрами для забезпечення захисту димососів від впливу леткої золи та підвищення ефективності очищення газів. Димові гази спрямовуються через газоходи до камери неочищеного газу, де розподіляються по вхідних патрубках циклонних елементів. Вхідні патрубки спеціально спроектовані так, щоб гази, проходячи через них, отримували тангенціальний обертальний рух. Під впливом цієї обертальної сили частки золи відділяються від газового потоку, наближаючись до стінок циліндричної або конічної частини циклонних елементів та потрапляючи в пиловий бункер. Головний потік очищених газів, різко змінюючи напрямок руху в кожному елементі циклона, входить у випускную трубу елемента і, подовжуючи обертальний рух, надходить до камери очищеного газу, а далі, через газоход, до димососа [13].

Використання залишків золи визначається їх хімічним складом і фізичними властивостями. Золи, які містять велику кількість кальцію, можуть бути використані для луження кислих ґрунтів і як добрива, оскільки вони містять сполуки калію і мікроелементи. Крім сільськогосподарського використання, сланцева зола також знаходить застосування в будівельних матеріалах, таких як керамзит, панелі, дрібні блоки, теплоізоляційні плити, фундаментні блоки і інші. Крім того, золу можна використовувати при виробництві залізобетонних конструкцій та інших промислових застосуваннях [13].

Зниження викидів оксидів сірки під час спалювання палива може бути досягнуте за допомогою різноманітних технологічних методів. Один із способів - це сухий вапняковий спосіб очищення, який включає додавання вапняку або доломіту до твердого палива перед його розмелюванням. Під час спалювання вапняк розщеплюється на вуглекислоту та оксид кальцію, який взаємодіє з сірчистими оксидами у димових газах, утворюючи сульфат кальцію. Цей сульфат разом із золою та непрореагованим оксидом кальцію уловлюється в звичайних золоуловлювачах, таких як електрофільтри.

Ступінь очищення у цьому способі становить близько 30%, за відповідних умов [7].

Інший метод - це застосування мокрих способів очищення димових газів від оксидів сірки, який досягає ступеня очищення близько 97,0%. Очищення полягає в нейтралізації сірчаної кислоти, утвореної внаслідок розчинення двоокису сірки у димових газах, за допомогою дешевих лужних агентів, таких як гідрат оксиду або карбонат кальцію [7].

Крім того, можна застосовувати інші методи, такі як магнезитовий спосіб (за допомогою суспензії окису магнію у скруберах), аміачно-циклічний спосіб (на основі зворотної реакції між розчиненим сульфідом та бісульфідом амонію) і спосіб з використанням сульфід-бісульфідного розчину солей натрію. Усі ці методи спрямовані на зменшення викидів оксидів сірки в атмосферу [7].

Зниження викидів оксидів азоту під час спалювання палива на теплових електростанціях може бути досягнуте шляхом впровадження різноманітних технологій, таких як рециркуляція газів, двоступінчате спалювання, зменшення надлишку повітря, розосередження зони горіння, підвищення швидкості охолодження факела, зменшення підігріву повітря, зниження навантаження котельних агрегатів, вприскування води або пари та інші [7].

1.9. Зниження рівня забруднення водоймищ

Після охолодження конденсаторів турбін та повітроохолоджувачів на теплових електростанціях спостерігається тенденція до нагріву охолоджувальної води. Температура цієї води зазвичай перевищує температуру водоймища на значну величину, а саме на 8-10°C [21, 22]. Однак цей процес призводить до теплового забруднення водоймища. Такий ефект виникає через те, що теплова енергія передається воді під час охолодження.

Зокрема, охолоджувальні води можуть вносити у природні водойми

багато речовин, так як до системи охолодження входять не лише конденсатори та повітроохолоджувачі, а також маслоохолоджувачі. Відмінності у їхній роботі можуть призводити до проникнення нафтопродуктів (масел) до охолоджувальних вод. Одним із найбільш надійних способів вирішення цієї проблеми є відокремлення охолодження апаратів, таких як маслоохолоджувачі та подібні до них, в окрему автономну систему, що функціонує окремо від системи охолодження для "чистих" апаратів.

На теплових електростанціях, де використовується тверде паливо, процес видалення золи та шлаку зазвичай здійснюється гідравлічним методом, який споживає значну кількість води. У цьому контексті ключовим напрямком є розробка оборотної системи гідрозоловидалення.

Стоки, що утворюються після промивки або консервації теплосилового обладнання, можуть мати різний хімічний склад. Окрім мінеральних кислот, таких як соляна, сірчана, плавикова, сульфамінова, у процесах очищення застосовуються інші кислоти, такі як лимонна, ортофталева, адипінова, щавелева, мурашина, оцтова та інші. Крім того, використовуються інгібітори корозії, такі як каптакс, поверхневоактивні речовини, сульфовані нафтенові кислоти та інші. Зазвичай ці речовини піддаються біологічній переробці і можуть бути відведені разом з господарчо-побутовими стоками.

На електростанціях, де застосовується гідрозоловидалення, стоки після хімічних очищень обладнання можуть бути без осадження металів відведені у пульпопровід [9].

У сфері очищення нафтовмісних стічних вод використовуються різні методи. Флотаційне очищення, фільтрувальні установки з активованим вугіллям та інші системи спрямовані на видалення нафтопродуктів та інших забруднюючих речовин зі стічних вод. Результатом цих методів може бути зниження концентрації нафтопродуктів у стічних водах до значень в межах 0,5-2,0 мг/л [20].

Очищення стічних вод може включати ряд етапів, включаючи скид

відпрацьованих розчинів і відмивних вод у спеціальний резервуар, виділення токсичних речовин другої групи та подальше обезводнення осаду, а також очищення від речовин третьої групи. В процесі очищення може використовуватися осадження, біологічне очищення, аерація, ґрунтовий метод і інші. При цьому важливо враховувати рН середовища при застосуванні осадження.

Для запобігання тепловому забрудненню навколишнього середовища рекомендується вживати заходи, такі як обмеження температур змішаної води та води, яка скидається, використання водозбірних приладів інжекторного або струменевого дифузорового типу для зменшення розмірів зони підвищених температур, а також застосування градирень для охолодження теплої води та інші технічні заходи [10]. Комплексне планування та фінансування засобів запобігання забрудненню навколишнього середовища важливі для забезпечення чистоти атмосферного повітря та вод природних водойм.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Метеорологічні особливості міста Черкаси

Формування термічного режиму в місті – це складний процес, що визначається кількома ключовими факторами, серед яких географічна широта, атмосферна циркуляція та підстилаюча поверхня. Ці фактори мають нерівний вплив на температурний режим впродовж року.

Одним із важливих факторів є географічна широта міста. Вона визначає положення міста на глобусі і впливає на кількість сонячної радіації, яку місто отримує. Міста, розташовані ближче до екватора, мають тенденцію до вищих температур впродовж року через більшу кількість сонячного тепла, тоді як міста, розташовані ближче до полюсів, мають меншу кількість сонячної радіації і тенденцію до нижчих температур.

Атмосферна циркуляція також впливає на термічний режим міста. Узимку, наприклад, особливо важлива роль приділяється атмосферній циркуляції повітря, яка може приносити холодні маси повітря з півночі та змінювати температурний режим міста. У теплий період року, натомість, підстилаюча поверхня (наприклад, міська забудова, асфальт, бетон) може поглиблювати тепло, що призводить до підвищення температури в місті.

Однією з ключових характеристик, яка відображає фізико-географічні особливості міста, є середня місячна температура повітря. Ця характеристика дозволяє визначити тенденції в зміні температурного режиму міста протягом року. Вона може бути використана для аналізу впливу різних факторів на клімат міста та для прогнозування погодних умов.

Узагальнюючи, формування термічного режиму в місті є складним інтерактивним процесом, який враховує географічну широту, атмосферну циркуляцію та властивості підстилаючої поверхні. Дослідження середньомісячних температур дозволяє краще розуміти цей процес і розробляти відповідні стратегії адаптації до змін клімату в містах.

Таблиця 2.1.

Середня місячна температура повітря (°C)

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середні значення	5,8	5,6	0,4	7,6	14,9	17,8	20,0	19,8	14,0	7,2	1,4	3,5	7,2
Абсолютний мінімум температури	36	37	29	13	3	2	4	2	5	23	24	31	37
Абсолютний максимум температури	12	11	22	30	32	37	38	38	37	29	24	13	38

Середньорічний кліматичний показник температури повітря в місті Черкаси становить 7,2 °C. Однак, протягом року спостерігається значний варіаційний діапазон температурних показників. Січень характеризується найнижчою температурою, коли середня температура становить мінус 5,8 °C. У липні, найтеплішому місяці, температура піднімається до 20 °C. Інтенсивне підвищення температури спостерігається в період від березня до квітня та від квітня до травня.

Абсолютний мінімум температури, який становить мінус 37°C, реєструється в лютому. Найвищі значення місячного абсолютного мінімуму, які можуть сягати 4°C, спостерігаються у липні.

Щодо опадів, то сума річних опадів у місті коливається в межах 450-480 мм, хоча іноді можуть бути роки з меншим обсягом опадів, не перевищуючи 490-500 мм за рік. Початок весни в Черкасах настає зазвичай від 15 до 20 березня, але бувають роки з пізніми або ранніми весняними періодами.

Літо в місті характеризується середньою температурою плюс 19°C. Вологі західні вітри приносять значну кількість опадів, і влітку є характерними грозові зливи. У деякі роки можуть виникати посушливі періоди. Осінь в Черкасах розпочинається з падінням середньодобової температури нижче плюс 10°C та відзначається загальним зниженням температури протягом сезону.

Напрямок вітру є важливим фактором, що впливає на забрудненість повітря у місті. Протягом року переважають вітри північного, північно-західного і східного напрямків. Швидкість вітру найнижча у літній період, близько 3,2 м/с, і зростає до 4,6 м/с взимку.

Усі ці кліматичні параметри і особливості метеорологічних умов в місті Черкаси важливі для визначення та аналізу якості повітря та кліматичних аспектів міста, сприяючи вивченню та впровадженню необхідних екологічних стратегій та рішень.

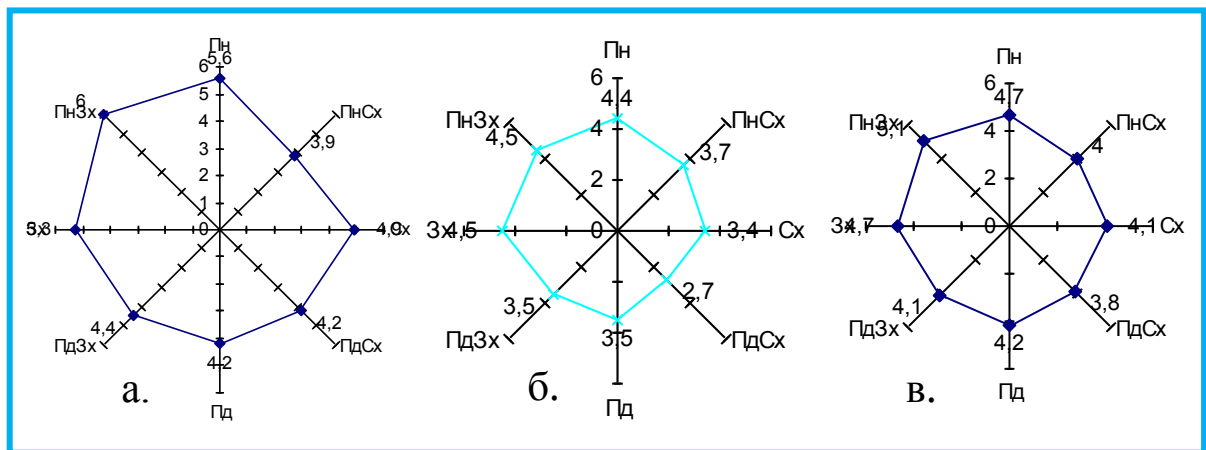


Рис.2.1. – Середня швидкість вітру у місті Черкаси:
а. – за липень, б. – за січень, в. – за рік

2.2. Загальні відомості про Черкаську ТЕЦ

Черкаська теплоелектроцентраль розміщена в південно-східній частині міста, займаючи площу у 68 гектарів на промисловій території. Головною метою функціонування Черкаської ТЕЦ є забезпечення теплових і електричних потреб заводу "Черкаське Хімволокно". Ця електроцентраль була спроектована та побудована відповідно до традиційної схеми, і використовує традиційне обладнання. У її складі знаходяться чотири енергетичні газові котли та турбіни, включаючи конденсаційні та протигідравлічні турбіни.

На початку 2000-х років, котли Черкаської ТЕЦ були модернізовані таким чином, що вони можуть функціонувати як на природному газі, так і на вугіллі, а також на мазуті за потреби. Ця модернізація дозволила

ефективніше використовувати різні види палива в залежності від ситуації та потреби, забезпечуючи надійне та стабільне постачання енергії для заводу та інших споживачів..



Рис.2.2. – Адміністративна будівля Черкаської ТЕЦ

Черкаська Теплоелектроцентраль (ТЕЦ) була споруджена з метою вирішення не лише завдань забезпечення міста теплом і електроенергією, але також з метою видобутку легкої золи, що містить германій для подальшої промислової екстракції цього цінного матеріалу, який використовується в напівпровідниковій техніці.

Для досягнення цієї мети була використана схема спалювання твердого палива в циклонних передтопках котлів БКЗ-220-100ГЦ. Для очищення димових газів на станції було встановлено 15 газоочисних установок, у тому числі труби Вентурі та мультициклони.

У 2016 році Черкаська ТЕЦ майже повністю відмовилась від використання природного газу, провівши перехід на вугілля як основне паливо.

У 2018 році на ТЕЦ була встановлена сучасна система охолодження для технічної води, яка виготовлена в Чехії та має висоту 54 метри. Це сучасне обладнання ефективно охолоджує технічну воду, яка використовується для вироблення тепла та електроенергії.

На станції розміщено 14 котлів, включаючи 9 силових та 5 водонагрівних, які об'єднані у технологічні блоки. Усі ці котли системно підключені до однієї труби висотою 180 метрів.



Рис.2.3. – Розміщення димової труби Черкаської ТЕЦ

До структурних підрозділів Черкаської Теплоелектроцентралі входить ряд функціональних підрозділів, що відображають широкий спектр операцій і діяльності цієї енергетичної установки. Зазначені структурні підрозділи включають:

1. Керівництво.
2. Паливно-транспортний цех.
3. Котло-турбінний цех.
4. Електроцех.

5. Хімічний цех.
6. Цех теплової автоматики та вимірювань.
7. Об'єднаний ремонтний цех.
8. Ремонтно-будівельний цех.
9. Ремонтно-механічний цех.
10. Транспортну ділянку.
11. Котельню припортового району.
12. Їдальню.
13. Допоміжні служби, включаючи Житлово-комунальне обслуговування туристичної бази, пральню та зелене господарство.

Ця структура демонструє складність та розмаїття функцій і завдань, що виконується на Черкаській ТЕЦ в рамках її діяльності.

2.3. Методика розрахунку категорії небезпечності підприємства

Для визначення рівня безпеки підприємства застосовується методика, що базується на аналізі даних про викиди шкідливих речовин у повітряному середовищі, які надаються у звітній формі 2ТП-повітря. Важливим критерієм при цьому є наявність інформації щодо викидів "вуглеводнів" у звіті, тоді як інші загальні викиди шкідливих речовин в атмосферу від групи підприємств не враховуються.

Розрахунок категорії небезпечності підприємства (КНП) проводиться за допомогою наступної формули:

$$КНП = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{ГДК_i} \right)^{a_i} \quad (1)$$

де M - маса викиду i -тої речовини, т/рік;

ГДК - допустима концентрація i -тої речовини, мг/м³;

n - кількість викинутих підприємством шкідливих речовин, які забруднюють атмосферу;

a_i - безрозмірна константа, яка дає змогу порівняти ступінь шкідливості i -тої речовини зі шкідливістю сірчастого газу (визначають за табл. 2.2).

Таблиця 2.2.

Значення a_i для речовин різних класів небезпеки

Константа	Клас небезпеки			
	I	II	III	IV
a_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Для обчислення категорії небезпечності підприємства, коли немає середньодобових значень ГДК (гранично допустимих концентрацій) речовин, використовують значення максимально разових ГДК, ОБРВ (одноразово допустимі рівні викидів) або значення ГДК робочої зони забруднюючих речовин, зменшені в десять разів.

Для тих речовин, для яких немає доступної інформації про ГДК або ОБРВ, КНП прирівнюють до маси викидів цих речовин. Підприємства поділяють на чотири категорії небезпечності відповідно до величини їх КНП. Граничні умови для визначення категорії небезпечності підприємства подані у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3.

Граничні умови для визначення категорії небезпеки підприємства.

Категорія небезпеки підприємства	Значення КНП	СЗЗ
I	$\text{КНП} \geq 10^6$	1000 м
II	$10^5 > \text{КНП} \geq 10^4$	500 м
III	$10^4 > \text{КНП} \geq 10^3$	300 м
IV	$\text{КНП} \leq 10^3$	100 м

Залежно від величини КНП (категорії небезпечності підприємства) здійснюється контроль за викидами забруднюючих речовин в атмосферу, встановлюється періодичність контролю над викидами підприємств та визначаються параметри санітарно-захисних зон (СЗЗ) між джерелами

забруднення та житловими районами. В цих зонах розміщуються адміністративно-службові будівлі, склади, гаражі, депо та інші об'єкти.

Розміри стандартної санітарно-захисної зони уточнюються з урахуванням "рози вітрів" за визначеною формулою.:

$$L_{сан}^* = L_{сан} \frac{P}{P_0}, \quad (2)$$

$L_{сан}^*$ – відстань від джерела забруднення до межі санітарної зони, м.

P – середньорічна повторюваність напрямку вітру;

P_0 – повторюваність напрямку вітрів одного румба при круговій "розі вітрів" (при восьмирумбовій "розі" $P_0 = 100/8 = 12,5\%$).

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Паливно-енергетична сировина теплоелектроцентралі

Черкаська ТЕЦ використовує як сировину природний газ і вугілля. Природний газ транспортується на підприємство через газотранспортну систему та подається в котли для подальшого спалювання. Вугілля доставляється вагонами, після чого складається на складі і, наступно, подається в дробарки, де розмелюється на більш дрібні частки, після чого надходить в спалювальні котли.

Газове паливо, яке використовується на Черкаській ТЕЦ, є екологічно безпечним, однак в результаті процесу згоряння утворюються продукти, які потрапляють в навколишнє середовище. При спалюванні природного газу на Черкаській ТЕЦ виникають різні оксиди, включаючи азоту, вуглецю та сірки. Детальну інформацію щодо кількісного та якісного складу продуктів згоряння природного газу наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Продукти згоряння природного газу, г/м³

Точки заміру	Аерозолі	Сірки діоксид	Вуглеводні	Азоту діоксид
Контрольна точка № 1	0,16	0,013	0,016	3,7
Контрольна точка № 2	0,18	0,012	0,015	2,4
Контрольна точка № 3	0,11	0,011	0,013	2,5
Контрольна точка № 4	0,23	0,015	0,023	3,1
Контрольна точка № 4	0,15	0,013	0,014	1,3
Контрольна точка № 5	0,12	0,017	0,011	1,9
Контрольна точка № 6	0,21	0,012	0,012	3,7

У котлах Черкаської ТЕЦ метан піддається згоранню і перетворюється в вуглекислий газ, який у взаємодії з іншими складовими утворює оксид карбону (II).

Основним видом енергетичного палива, що використовується на Черкаській ТЕЦ, є вугілля, і це обумовлено його високою економічною вигідністю. На цьому підприємстві застосовують два види вугілля: буре вугілля та кам'яне вугілля.



Рис.3.1. – Вугільна лінія Черкаської ТЕЦ

Буре вугілля складається в основному з гумінових речовин кислотного характеру та містить незначну кількість бітумних речовин та карбоїдів. У порівнянні з торфом, буре вугілля має більш високу ступінь вуглефікації та щільну структуру, що призводить до вологості, що не перевищує 60%. Вміст золи в бурому вугіллі значно варіюється, від 5-10% до 30-40%, і ця варіація залежить від умов його утворення, а також від методів видобутку, оскільки під час видобутку часто разом із вугіллям видобувається гірська порода - покрівля або підшва вугільного пласта.

Буре вугілля відзначається високою теплотою згоряння вологої беззольної маси, яка складає 22570 кДж/кг (або 5700 ккал/кг). За зовнішнім виглядом і мікроструктурою виділяють такі основні види бурого вугілля:

землисте, яке є пухким та високовологим; блискуче, яке має вітрену структуру; матове, яке є дюреновим; сажисте, відоме як фюзенове; лігніт, яке має бурого кольору та волокнисту структуру, нагадуючи малозмінні шматки деревини.

Порівняльний аналіз кам'яного та бурого вугілля, що використовується на Черкаській ТЕЦ як паливна сировина, наведений в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Порівняльні характеристики кам'яного і бурого вугілля Черкаської ТЕЦ

Показники	Кам'яне і вугілля				Буре вугілля
	Склад			Довідникові дані	
	Покращеної якості	Середньої якості	Погіршеної якості		
Вологість вугілля,%	20,2	23,3	26,5	—	33
Зольність, %	10,8	13,5	16,2	20	6,2
Сірка, %	0,36	0,3	0,24	0,31	0,2
Вуглець, %	54,04	49,6	44,76	49,8	43,7
Водень, %	3,32	3,0	2,9	2,9	30
Азот, %	0,97	0,9	0,8	1,0	0,6
Кисень, %	10,3	9,4	8,6	8,0	13,5
Вихід летучих часток, %	32,6	38	43,07	32	48
Теплота згорання, кДж/кг	4723	4297	3864	4430	3740
Хімічний склад золи SiO ₂ , %	—	48,3	—	58,4	7,0
Al ₂ O ₃ , % оксид алюмінію(III)	—	22,52	—	26,2	13,0
TiO ₂ , % оксид титану	—	—	—	0,8	—
Fe ₂ O ₃ , % оксид заліза (III)	—	8,46	—	5,8	8,0
CaO, % оксид кальцію	—	9,72	—	4,8	26,0
MgO, % оксид магнію	—	1,33	—	2,1	5,0
K ₂ O, % оксид калію	—	0,64	—	1,7	0,5
Na ₂ O, % оксид натрію	—	0,39	—	0,5	0,5

В залежності від вологості, буре вугілля поділяється на три основні групи: Б1, Б2 і Б3, з вологостями відповідно більше 40%, в діапазоні (30-40%) і менше 30%.

Кам'яне вугілля, в основному, складається з нейтральних важкомолекулярних гумінових речовин і має більш щільну структуру порівняно з бурим вугіллем. Тому вологість кам'яного вугілля зазвичай нижча, ніж у бурого вугілля.

До кам'яного вугілля відносяться вугільні види з вищою теплотою згоряння вологої беззолної маси, яка перевищує 22570 кДж/кг (або 5700 ккал/кг), а також з вмістом летких речовин (в масі), які утворюються при нагріванні вугілля без доступу повітря, меншим за 9%.

Різницю між кам'яним і бурим вугіллем можна встановити за такими трьома показниками: відбивної здатності мікрокомпонента вітриніту, вищої теплоти згоряння палива в умовах вологого беззолного стану і загальним вмістом мікрокомпонентів фюзініта і лейптініта [2].

3.2. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря в місці розташування теплоелектроцентралі

Згідно з проектними даними, норми викидів шкідливих речовин в атмосферу від котельного обладнання через димову трубу складають 93% від загального валового викиду станції. Водночас викиди шкідливих речовин з допоміжних цехів (7%) Черкаської ТЕЦ не впливають на забруднення атмосфери. Останнім часом, з урахуванням заміни палива, що використовується на ТЕЦ на суміш кам'яного і бурого вугілля (за даними на 2012 рік), було зафіксовано фактичні викиди шкідливих речовин, як це вказано в таблиці 3.3.

З поданої таблиці можна зазначити, що під час спалювання твердого палива в атмосферу виділяється цілих 36 основних забруднюючих речовин, з них найбільший внесок роблять оксиди сірки, оксиди азоту та різноманітні летючі органічні сполуки. В цілому валовий викид шкідливих речовин від

Черкаської ТЕЦ, під час спалювання кам'яного та бурого вугілля, становить 38286,42 тонн на рік [3]..

Таблиця 3.3.

**Валовий викид шкідливих речовин в повітря, від діяльності
Черкаської ТЕЦ, т/рік**

№ ПП	Забруднююча речовина	Валовий викид (т/рік)	№ ПП	Забруднююча речовина	Валовий викид (т/рік)
1	As	0,315462	19	Акролеїн	0,001073
2	Fe	0,083694	20	Бутилацетат	0,024679
3	Cu	0,030044	21	Гідризин-гідрат	0,092278
4	Ni	0,296148	22	Етилцелозольв	0,004292
5	Hg	0,050431	23	Етилацетат	0,048285
6	Pb	0,227476	24	Ксилол	0,269323
7	Cr	0,458171	25	Толуол	0,346579
8	Zn	0,714618	26	Фенол	0
9	Mn	0,009657	27	Формальдегід	0,001073
10	Азбест	0,026825	28	Циклогексанон	0,002146
11	NO ₂	5819,094	29	CH ₄	14,00158
12	N ₂ O	109,2475	30	Cl	0,106227
13	NH ₃	0,169534	31	HCL	0,106227
14	HNO ₃	0,04292	32	F	0,024679
15	SO ₂	17538,19	33	HF	0,005365
16	H ₂ SO ₄	17537,11	34	Фреони	0,003219
17	CO	0,97643	35	Тетрахлоретан	0,003219
18	НМЛОС	154,2974	36	Ангідрид фталевий	2,594514
Всього: 41178,97 т/р					

Під час експлуатації Черкаської ТЕЦ в атмосферу викидається бенз(а)пірен, який є однією з поліароматичних вуглеводнів і вважається однією з найбільш токсичних речовин, що містяться в димових викидах. Вказані речовини характеризуються канцерогенними властивостями, при цьому ГДКСО (гранично допустима концентрація населення населення) для них становить 0,0001 мкг/м³. Серед поліароматичних вуглеводнів найбільш характерним є бенз(а)пірен. Вміст бенз(а)пірену в димових газах з різних котлів різної потужності, після проходження пилоуловлювачів, у середньому становить 1-20 мкг на 100 м².

Ця проблема не тільки зумовлена специфічними умовами організації

процесу горіння, але також недостатнім рівнем механізації, автоматизації та відсутністю необхідних приладів для контролю процесу горіння, включаючи датчики розрідження, температури, витрати палива та повітря.

Зокрема, особливо великі кількості бенз(а)пірену викидаються під час циклічного режиму роботи котлів під час розігріву. Також, порівняльний аналіз різних типів газопальникових пристроїв свідчить про те, що використання подових пальників істотно підвищує викид бенз(а)пірену, навіть до 130 мкг на кожні 100 м³ димових газів.

Варто відзначити, що, незважаючи на ці аспекти, Черкаська ТЕЦ, яка є великим стаціонарним споживачем палива, не може вважатися головним джерелом викидів бенз(а)пірену. Тим не менше, останнім часом впровадження технологічних методів для зменшення викидів оксидів азоту може призводити до зростання вмісту бенз(а)пірену в димових газах котлів. Бенз(а)пірен є індикатором канцерогенних забруднювачів природного середовища, таких як поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ).

Детальну інформацію щодо вмісту бенз(а)пірену в димових газах котлів Черкаської ТЕЦ наведено в таблиці 3.4..

Таблиця 3.4.
Кількість бенз(а)пірену в димових газах Черкаської ТЕЦ, мкг/100 м³

Походження димових газів	Вміст бенз(а)пірену, (середнє значення), мкг/100 м ³			
	по Україні	2021 р.	2022 р.	2023 р.
Природний газ	1,0-2,0	1,18	1,34	1,26
Вугілля: на виході з топки	40,0 – 100,0	69,73	83,10	68,61
при шлакоутворенні	5,0 – 15,0	9,30	11,53	10,72

Оскільки бенз(а)пірен формується головним чином через піролітичні реакції під час спалювання палива, його викиди в атмосферу визначаються параметрами процесу горіння палива. Слід враховувати, що основним резервуаром для накопичення бенз(а)пірену в природі є ґрунт, і можливість його очищення від цього забруднювача залежить від численних факторів.

Отже, технологічні характеристики Черкаської ТЕЦ формуються не лише на основі обсягу та характеристик речовин, які викидаються в природне середовище під час функціонування станції, але також враховують характер та ступінь перетворення цих речовин в атмосфері, водоймах та ґрунті, що сприяє утворенню похідних забруднювачів.

3.3. Рівень викиду мікроелементів у повітря по території ТЕЦ

У процесі поділу енергетичних котлів Черкаської ТЕЦ твердого палива в топці піддається значним структурним і мінералогічним змінам. В цьому процесі гідратна вода випаровується, піритова сірка згорає, піритне залізо окислюється до двоокису заліза FeO_3 , і луки конденсуються при високих температурах, наближених до 1000°C . Ці трансформації спричиняють якісні та кількісні зміни у складі золи, яка утворюється під час процесу згоряння. Фракційний склад цієї золи залежить від різноманітних факторів, таких як хімічний склад палива, його підготовка до спалювання, методи спалювання, температура горіння і вимірюється у кожному конкретному випадку шляхом експериментальних досліджень.

Зазначимо, що в мінеральній масі вугілля вміст важких токсичних металів, таких як марганець, миш'як, цинк, фтор, мідь, нікель, кобальт, кадмій, молібден, літій, берилій і інші, зазвичай дуже невеликий і не перевищує 0,05%. Проте ці мікроелементи в значній мірі визначають токсичні властивості вугільної золи. Під час поділу твердого палива важкі метали переходять в газоподібну фазу і утворюють субмікронні аерозолі, які потрапляють в атмосферу. Також є частина мікроелементів, яка конденсується на поверхнях нагріву, і це призводить до значного збільшення вмісту важких металів у порівнянні з початковим паливом. Інші частини цих забруднювачів виводяться в атмосферу разом із димовими газами під час роботи електростанції.

Порівняння фактичних та гранично допустимих концентрацій мікроелементів, що входять в атмосферне повітря поблизу Черкаської ТЕЦ,

наведено в таблиці 3.5. Порівняльний аналіз фактичних та нормативних значень різних мікроелементів, що формуються під час згоряння вугілля, показує, що навіть при значному вмісті забруднювачів у вугільній золі, їх концентрація в приземному шарі повітря не перевищує встановлені норми [6].

Таблиця 3.5.

Зіставлення гранично допустимих і фактичних концентрацій мікроелементів (ГДК золи 0,15 мг/м³)

Елементи	ГДК мг/м ³	Вміст в золі, мг/кг	Фактичний вміст в повітрі, мг/м ³	Менше ГДК, разів
Ванадій V	0,002	270	$4,1 \times 10^{-5}$	50
Марганець Mn	0,010	130	$1,9 \times 10^{-5}$	50
Олово Sn	0,02	6,2	$9,3 \times 10^{-7}$	22000
Ртуть Hg	0,0003	<0,1	$<2 \times 10^{-8}$	>15000
Свинець Pb	0,0003	160	24×10^{-5}	13
Сурма Sb	0,01	66	$9,9 \times 10^{-63}$	1000
Хром Cr	0,0015	84	$1,3 \times 10^{-5}$	120
Фтор F	0,03	37	505×10^{-5}	5400
Никель Ni	0,0002	59	$8,9 \times 10^{-5}$	22
Медь Cu	0,002	35	$5,2 \times 10^{-5}$	380
Цинк Zn	0,005	340	$5,1 \times 10^{-5}$	100
Кобальт Co	0,001	43	$6,4 \times 10^{-5}$	160
Кадмій Cd	0,0003	11	$1,7 \times 10^{-5}$	180
Стронцій Sr	0,05	55	$8,3 \times 10^{-5}$	6000

Отже, важкоакцентовані мікроелементи не представляють собою обмежувальний фактор щодо негативного впливу на повітряний басейн, пов'язаний з діяльністю Черкаської ТЕЦ. Екологічна небезпека від їхніх водорозчинних сполук визначається наступним чином: подальшою міграцією забруднюючих речовин до ґрунтового шару, ґрунтових вод, рослинного покриву та їхнім накопиченням у цих середовищах.

3.4. Розрахунок категорії небезпечності теплоелектроцентралі

Місцерозташування та категорія небезпечності Теплової Електроцентралі (ТЕЦ) мають визначальне значення для забезпечення екологічно безпечних умов проживання мешканців міста Черкаси. Періодичність контролю над викидами забруднюючих речовин в атмосферу та встановлення санітарно-захисних зон (СЗЗ) від джерел забруднення до житлових районів є обов'язковими заходами, які залежать від категорії небезпечності підприємства.

Згідно з формулою (1), був проведений розрахунок ступеня небезпечності підприємства, і отримані результати наведені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6.

Категорії небезпечності шкідливих речовин Черкаської ТЕЦ

№ пп	Речовини	ГДК	КНР	Мі т/р	КНП
1	As	2,0	1	0,085	0,098
2	Fe	0,9	4	0,030	0,304
3	Cu	0,1	2	0,299	2,993
4	Ni	0,1	2	0,051	0,000
5	Hg	25	1	0,230	22,991
6	Pb	0,01	1	0,463	308,725
7	Cr	0,0015	1	0,722	0,076
8	Zn	10	2	0,010	0,022
9	Mn	0,5	2	0,027	0,271
10	Азбест	0,1	2	5881,460	147036,510
11	NO ₂	0,04	2	11,729	13032,079
12	N ₂ O	0,9	1	0,171	42,838
13	NH ₃	0,004	3	0,043	0,108
14	HNO ₃	0,4	3	17726,153	177261,525
15	SO ₂	0,1	3	17725,068	59083,560
16	H ₂ SO ₄	0,3	1	0,987	0,987
17	CO	1,0	4	155,951	222,789
18	НМЛОС	0,7	2	2,622	26223,210
19	Ангідрид фталевий	0,1	2	0,001	0,033
20	Акролеїн	0,03	2	0,025	0,249
21	Бутилацетат	0,1	4	0,093	9,327
22	Гідризин гідрат	0,01	1	0,004	0,022
23	Етилцелозольв	0,2	2	0,049	0,000
24	Етилацетат	200	3	0,272	1,366

25	Ксилол	0,2	3	0,272	1,366
26	Толуол	0,6	3	0,350	0,586
27	Формальдегід	0,035	2	0,001	0,033
28	Циклогексанон	0,07	2	0,002	0,033
29	CH ₄	300	1	14,152	47,176
30	Cl	0,03	3	0,107	3,579
31	HCL	0,3	2	0,107	0,358
32	F	0,1	2	0,025	0,249
33	HF	0,5	2	0,005	0,011
34	Фреони	0,7	1	0,003	0,000
35	Тетрахлоретан	0,06	1	0,003	0,054
КНП підприємства = 464823,9 = $0,46 \cdot 10^6$					

Згідно наведених даних, Черкаська Теплова Електроцентраль (ТЕЦ) класифікується як об'єкт І категорії небезпечності. Відповідно до цього, стандартна санітарно-захисна зона (СЗЗ) для неї становить 1000 метрів. Однак, для отримання більш точних розмірів СЗЗ з урахуванням напрямку вітрів та відстані, на якій утворюються концентрації забруднюючих речовин в межах гранично допустимих концентрацій (ГДК), було проведено відповідні розрахунки за допомогою формули (2). Результати цих розрахунків представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7.

Перерахунок меж СЗЗ підприємства відповідно до переважаючих напрямів вітру

Розрахунок	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд.-Сх	Пд	Пд.-Зх	Зх	Пн-Зх
P	14,3	9,1	14,4	8,1	12,2	13,6	13,6	14,7
Po	100/8=12,5							
Lo, м	1000							
P/Po	1,14	0,72	1,15	0,65	0,98	1,08	1,08	1,17
L=Lo · P/Po, м	1140	720	1150	650	980	1080	1080	1170

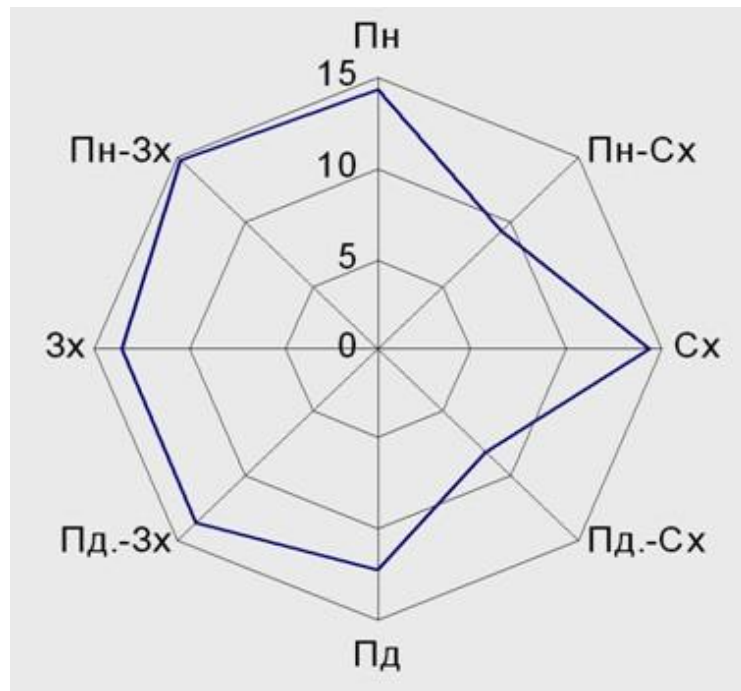


Рис.3.2. – Уточнення розмірів СЗЗ Черкаської ТЕЦ з урахуванням «рози вітрів»

З урахуванням поданих даних щодо напрямку вітрів, можна припустити, що стандартна санітарно-захисна зона (СЗЗ) для Черкаської Теплової Електроцентралі (ТЕЦ) може бути меншою, ніж 1000 метрів у північно-східному та південно-східному напрямках.

3.5. Рівень забруднення повітря в житлових кварталах міста Черкаси

Стан атмосферного повітря в місті Черкаси слідкується та аналізується Черкаським обласним центром з гідрометеорології. Фінансування вимірювань концентрацій специфічних забруднюючих речовин проводиться за рахунок міського цільового фонду охорони навколишнього природного середовища. Більше того, головним чином гідрометеороцентр відслідковує основні компоненти атмосферного забруднення, такі як важкі метали, органічні сполуки і інші.

Спеціалісти відділу екології департаменту житлово-комунального комплексу міста займаються систематизацією та аналізом даних, зібраних під

час спостережень. Найближчими до Теплової Електроцентралі (ТЕЦ) постами спостереження є № 2, № 3 та № 4.

Систематичні вимірювання концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі проводилися на трьох стаціонарних постах (ПСЗ № 2 - центр міста, вул. Кірова, 68; ПСЗ № 3 - мікрорайон Дніпровський, вул. Ватутіна, 146; ПСЗ № 4 - Південно-західний мікрорайон, вул. Конєва, 4) з періодичністю відбору проб 4 рази на добу (1.00, 7.00, 13.00, 19.00) 6 днів на тиждень.

У жовтні 2013 року було проаналізовано 1253 проби атмосферного повітря. Під контролем перебували 17 шкідливих домішок, включаючи пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю, аміак, оксид азоту, сірководень, сульфати, кадмій, залізо, марганець, мідь, нікель, свинець, хром, цинк, бенз(а)пирен і формальдегід.

Для оцінки ступеня забрудненості атмосферного повітря використовуються граничні допустимі концентрації (ГДК), включаючи середньомісячні та максимально-разові значення. Середньодобові ГДК стосуються тривалої дії забруднюючих речовин і порівнюються з середньомісячними концентраціями, а максимально разові ГДК відносяться до випадків відбору проб протягом 20 хвилин і порівнюються з разовими концентраціями домішок. Значення максимальних концентрацій на постах спостережень наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8.

**Значення фонових концентрацій шкідливих речовин у
атмосферному повітрі у м. Черкаси**

Шкідлива речовина	ГДК мг/м ³	Значення фонових концентрацій (середнє по посту), мг/м ³		
		Пост №2	Пост №3	Пост №4
Пил	0,5	0,423	0,463	0,383
Діоксид сірки	0,5	0,070	0,050	0,060
Діоксид азоту	0,085	0,062	0,058	0,064
Оксид азоту	0,4	0,059	0,061	0,057
Оксид вуглецю	0,5	0,282	0,211	0,352
Формальдегід	0,035	0,016	0,015	0,018

Згідно результатів проведених досліджень, визначено, що рівні основних шкідливих речовин у повітрі міста Черкаси наступні:

- Концентрація пилу становить 0,8 ГДК.
- Концентрація оксиду вуглецю складає 0,4 ГДК на всіх постах.
- Концентрація діоксиду сірки дорівнює 0,1 ГДК, причому найвищий рівень спостерігався на ПСЗ №3 о 19:00 годині.
- Концентрація діоксиду азоту становить 0,7 ГДК у центрі міста о 07:00 годині.
- Концентрація оксиду азоту складає 0,15 ГДК на ПСЗ №4 о 13:00 годині.
- Концентрація сірководню становить 0,38 ГДК на ПСЗ № 2 і № 3 о 19 та 13 годинах відповідно.
- Концентрація аміаку дорівнює 2,25 ГДК на ПСЗ №2 о 13:00 годині, при цьому перевищення максимально-разової ГДК відзначено у 2,0% випадків.
- Концентрація формальдегіду складає 0,4 ГДК на ПСЗ № 3 о 19:00 годині.

Порівнюючи ці дані з попереднім місяцем, можна визначити такі зміни:

- Зростання максимальних концентрацій пилю на ПСЗ №4 у 1,3 рази та аміаку на ПСЗ №2 та №4 у 1,7 та 1,1 рази відповідно.

- Зменшення максимальних концентрацій пилю на ПСЗ №2 у 1,3 рази, оксиду вуглецю на ПСЗ №4 у 1,5 рази, діоксиду азоту на всіх постах, сірководню у 1,3 та 1,5 рази, та формальдегіду на ПСЗ №3 у 2 рази.

Порівнюючи дані з відповідним місяцем минулого року, можна зауважити такі зміни:

- Зростання максимальних концентрацій сірководню на ПСЗ №3 у 1,5 рази та аміаку на ПСЗ №2 у 2,25 рази.

- Зменшення максимальних концентрацій пилю та оксиду вуглецю на всіх постах, діоксиду азоту на ПСЗ №3 у 1,2 рази, оксиду азоту та аміаку на ПСЗ №4 у 1,5 та 1,2 рази, сірководню в центрі міста у 1,3 рази.

Під час експлуатації Теплової Електроцентралі (ТЕЦ), основна кількість забруднювачів надходить у атмосферу разом із димовими газами котельних агрегатів, що представляють собою складні повітряні суміші з численними компонентами. Склад забруднювачів у атмосферному повітрі, пов'язаних з експлуатацією Черкаської ТЕЦ, визначає кінцевий вплив на природні об'єкти та на здоров'я людей, що зміцнює практичне і наукове значення проведених досліджень. Варто відзначити, що аналіз показав, що в міських житлових районах міста Черкаси концентрації основних шкідливих речовин, що утворюються під час діяльності Черкаської ТЕЦ, не перевищують встановлених нормативів ГДК для цих речовин. Таким чином, можна зробити висновок, що Черкаська ТЕЦ не має негативного впливу на якість повітря в житлових масивах міста Черкаси.

3.6. Характеристика газоочисного та пиловловлюючого обладнання

Викиди з Черкаської Теплової Електроцентралі (ТЕЦ) включають різноманітні компоненти, які можна класифікувати як неорганізовані викиди. Ці компоненти охоплюють:

1. ****Шлак від шлаковідвалів****: Відходи від обробки шлаку та його

видалення.

2. ****Пил вугільний від вугільного складу****: Пил, що утворюється під час обробки та транспортування вугілля.

3. ****Вуглеводні з ємностей зберігання мазуту****: Речовини, які виділяються з ємностей для зберігання мазуту.

4. ****Вихлопні гази автотранспорту****: Забруднення повітря викидами з транспортних засобів, які використовуються на ТЕЦ.

5. ****Металевий та абразивний пил****: Забруднення у вигляді металевих частинок та абразивних матеріалів.

6. ****Аерозолі емульсора від поста металообробки****: Частки, що утворюються внаслідок обробки металу та використання емульсора.

Технічні характеристики систем пиловловлюючих установок, які використовуються для обмеження розповсюдження цих забруднень, можна знайти в таблиці 3.9..

Таблиця 3.9.
Характеристика пиловловлюючої установки

Найменування основних параметрів	Одиниця вимірювань	Величина
Продуктивність за очищенням газів: - загальна - на кожен пиловловлювач	тыс.м ³	867000 435000
Концентрація золи в димових газах: - на вході - на виході	г/м ³ г/м ³	16,0 1,7
Температура газів	°С	149
Гідравлічний опір пиловловлювача	Па	1250
Коефіцієнт корисної дії пиловловлювача	%	91,4

Батарейний циклон є складовою частиною пиловловлюючої системи, яка включає в себе паралельно з'єднані циклонні елементи, об'єднані в єдиному корпусі, а також спільну систему подачі та відведення газів, а також бункер-збірник для збору пилу.

Очищення газів у циклоні досягається завдяки впливу сил інерції на тверді частинки, які виникають внаслідок обертання газового потоку в циклонних елементах. Запилений газ спрямовується до секції пиловловлювача одним загальним потоком рівномірно по всьому вхідному розрізу. Потім гази подаються в окремі циклонні елементи.

Вхідні вікна цих елементів розташовані тангенціально, що призводить до обертального руху газового і пилового потоків. Частинки золи, під дією центробежної сили, прилягають до внутрішньої поверхні циклонного елемента і осідають у бункері пиловловлювача, а очищений газ видаляється вгору завдяки дії димососів.

На котельних агрегатах пил з бункерів пиловловлювача видаляється за допомогою системи аерозолобів. Ефективність очищення димових газів від пилу у сухих пиловловлювачах становить від 85,2% до 89,7%.

Летюча зола і залишкова сажа, що залишається після процесу очищення, викидаються через димову трубу, висота якої складає 180 метрів, і розповсюджуються в навколишньому атмосферному повітрі. Коефіцієнт забезпеченості основного технологічного обладнання газоочисними спорудами складає 100,0%.

3.7. Розрахунок сплата за забруднення навколишнього середовища

На підставі попередніх розрахунків та результатів спостережень можна зробити висновок, що Черкаська ТЕЦ викидає в навколишнє середовище значну кількість шкідливих та небезпечних речовин. Навіть при наявності ефективних пиловловлюючих установок, їх кількість на даному підприємстві не вистачає для повного зменшення викидів. Як результат, підприємство змушене сплачувати штрафи за перевищення нормативів викидів шкідливих речовин. Розрахунок суми оплати за ці викиди представлений у таблиці 3.10.

Таблица 3.10.

Розрахунок сплати за забруднення навколишнього середовища

[illegible]

Таким чином, видно, що за забруднення навколишнього середовища Черкаська ТЕЦ сплачує 2,97 млн. гривень за рік.

3.8. Характеристика систем водопостачання та водовідведення

Зауважимо, що основна частина води на підприємстві використовується в замкнутому циклі виробництва, де вода постійно обертається між процесами нагріву та подачі до споживачів, а потім повертається для повторного використання. Проте, під час використання води споживачами виникає необхідність у додатковому постачанні води, яке зазвичай здійснюється з річки Дніпро або свердловини в районі Сокирно.

Важливим аспектом є обробка води, яка використовується на побутові потреби та очищується перед викидом у річку Дніпро. Показники якості цієї води після використання в Черкаській ТЕЦ наведено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11.
Показники якості зворотніх вод Черкаською ТЕЦ до очистки

Показники якості	Середньорічні показники за:	
	2022 рік	2023 рік
Температура, °C	34	32
Кислотність, рН	7,72	7,81
Розчинений кисень, мг/дм ³	—	—
Завислі речовини, мг/дм ³	242,8	284,6
Мінералізація, мг/дм ³	681,0	655,5
ХСК, мг/дм ³	511,0	532,42
БСК5, мг/дм ³	291,8	258,0
Сульфати, мг/дм ³	64,2	55,6
Фосфати, PO ₄ , мг/дм ³	4,35	8,7
Хлориди, мг/дм ³	111,8	104,4
Азот амоній, мг/дм ³	37,8	27,3
Нітрити, мг/дм ³	н/в	н/в
Нітрати, мг/дм ³	0,46	0,37
Залізо загальне, мг/дм ³	1,26	1,58
Хром, мг/дм ³ шестивалентний / трьохвалентний	н/в	н/в
Мідь, мг/дм ³	н/в	н/в
Цинк, мг/дм ³	0,07	0,07

Нікель, мг/дм ³	н/в	н/в
СПАР (АПАР), мг/дм ³	1,1	1,1
Нафтопродукти, мг/дм ³	2,52	2,84

Після механічного очищення стічні води направляються на біологічне очищення, що має на меті мінералізацію розчинених органічних речовин, що залишилися у воді після фази відстоювання. Процес біологічного очищення відбувається у спеціальних спорудах, де створюються умови, аналогічні природним умовам, які спостерігаються у водоймах. Цей процес призводить до значного покращення якості очищеної води, надаючи їй високу прозорість. Після завершення біологічного очищення, вода скидається назад у річку Дніпро. Показники якості очищеної води, яка скидається у річку Дніпро, наведено в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12.
Показники якості стічних вод, що скидаються у р. Дніпро після очистки.

Назва забруднюючої речовини	Середньорічні показники за:	
	2022 рік	2023 рік
Температура, °C	13	13
Кислотність, рН	7,8	8,0
Розчинений кисень, мг/дм ³	7,0	7,05
Завислі речовини, мг/дм ³	12,67	11,2
Мінералізація, мг/дм ³	671,0	602,8
ХСК, мг/дм ³	70,4	60,7
БСК5, мг/дм ³	10,4	11,4
Сульфати, мг/дм ³	55,9	52,5
Фосфати, PO ₄ , мг/дм ³	4,1	6,48
Хлориди, мг/дм ³	102,6	202,32
Азот амоній, мг/дм ³	2,46	3,2
Нітриди, мг/дм ³	0,31	0,91
Нітрати, мг/дм ³	13,1	11,2
Залізо загальне, мг/дм ³	0,14	0,115
Хром, мг/дм ³ шестивалентний / трьохвалентний	н/в	н/в
Мідь, мг/дм ³	н/в	н/в
Цинк, мг/дм ³	0,03	0,02
Нікель, мг/дм ³	н/в	н/в

СПАР (АПАР), мг/дм ³	0,16	0,14
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,131	0,171

Отже, на виході з підприємства ми отримуємо вже очищену воду, яка за хімічним складом відповідає нормативам ГДК для водойм, призначених для пиття та побутових потреб. Важливо зауважити, що протягом останніх десяти років не було виявлено значних змін у хімічному складі води, яка скидається Черкаською ТЕЦ.

3.9. Використання золошлакових відходів

Внаслідок діяльності Черкаської ТЕЦ спостерігається накопичення золошлакових відходів, які можуть негативно впливати на навколишнє середовище. Проте, ця проблема має рішення, і вона може призвести до позитивних результатів як з екологічного, так і з економічного погляду.

Зарубіжна та вітчизняна практика свідчать про те, що золошлакові відходи є цінним матеріалом, який може бути використаний в різних галузях економіки. Зокрема, вони можуть служити добавками та наповнювачами при виробництві будівельних матеріалів, включаючи цемент, бетон, розчини, та інші. Золошлакові відходи також можуть бути використані при будівництві та обслуговуванні автомобільних доріг. У сільському господарстві вони можуть служити для виробництва добрив.

Додатковий екологічний ефект полягає в можливості ліквідації золовідвалів, що сприяє поліпшенню екологічної обстановки та зменшенню витрат на будівництво нових сміттєзвалищ. Також, глибока переробка золошлакових відходів може призвести до отримання цінних матеріалів, таких як глинозем, кремнезем, концентрат заліза та інші.

Усе це вказує на те, що використання золошлакових відходів може призвести до рішення проблем, пов'язаних із накопиченням цих відходів, і принести позитивні екологічні та економічні наслідки.

РОЗДІЛ 4.

ОХОРОНА ПРАЦІ

Управління охороною праці на підприємстві, включаючи обов'язки роботодавця (керівника підприємства) та керівників підрозділів і спеціалістів з питань охорони праці, а також створення та завдання служби охорони праці, регулюються законодавством України. Закони України "Про охорону праці" і "Про працю", а також Типове положення про службу охорони праці (затверджене Державним комітетом України по нагляду за охороною праці) визначають основні принципи та вимоги у цій сфері. До цього долучається Положення про службу охорони праці в системі Міністерства сільського господарства і продовольства України, яке було затверджене наказом Міністерства сільського господарства і продовольства України від 15.03.1994 року №74, і закон України "Про загальнообов'язкове страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" від 23 вересня 1999 року [25].

Система управління охороною праці регламентується також "Методичними рекомендаціями про систему управління охороною праці на підприємствах і в організаціях Міністерства сільського господарства і продовольства України", що були схвалені наказом Мінсільгосппродукту України від 27.10.1995 року №291, і "Положенням про систему управління охороною праці в сільському господарстві", яке затверджено наказом МінАПК від 14.12.1998 року №361.

Згідно з законодавством, безпосередню відповідальність за забезпечення безпечних та нешкідливих умов праці та безпеку виробничих процесів на робочих місцях несуть керівники робіт, такі як бригадири, майстри, завідувачі та керуючі. Вони повинні визначити робочі місця для працівників та забезпечити їх технічно справними засобами, включаючи машини, обладнання та інструменти, а також засобами індивідуального захисту. Крім того, вони зобов'язані створити належні санітарно-побутові

умови праці та проінструктувати працівників з питань охорони праці.

Для кращої організації роботи з охорони праці та забезпечення контролю за станом умов праці і безпекою технологічних процесів на підприємстві, створюється служба охорони праці. Ця служба вводиться на підприємствах з чисельністю працівників від 50 і більше осіб. Кількість спеціалістів у складі служби охорони праці визначається відповідно до чисельності працівників і розраховується як одна посадова особа на 500 осіб працівників.

Згідно з законодавством України, а саме законом "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності", передбачено обов'язкове страхування всіх працівників від можливих нещасних випадків та професійних захворювань на підприємстві. Роботодавець повинен зареєструвати своє підприємство в представництві Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, розташованому за місцем розташування підприємства, і регулярно сплачувати визначений розмір страхового внеску. У разі нещасного випадку або професійного захворювання, пов'язаного з виробництвом, Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань компенсує заподіяні матеріальні збитки потерпілому чи членам його сім'ї.

Укладення колективного договору на підприємстві та перелік питань, які регулюються цим договором, регламентовані Законом України "Про колективні договори та угоди". Відповідно до цього закону, у договорі можуть бути врегульовані питання, пов'язані з організацією виробництва, нормуванням та оплатою праці, встановленням пільг, компенсацій, надбавок та грошових допомог, соціальними гарантіями працівників, регулюванням тривалості робочого часу та відпочинку, а також питаннями соціального страхування працівників. Договір також передбачає зобов'язання адміністрації забезпечити на робочих місцях безпечні та нешкідливі умови

праці та дотримання вимог чинного законодавства. Крім того, у договорі можуть бути заплановані заходи для поліпшення умов праці та підвищення рівня безпеки виробничих процесів, на які передбачаються відповідні кошти.

Організація навчання працівників з питань охорони праці є важливим елементом охорони праці на підприємстві.

Згідно з Законом України "Про охорону праці", всі працівники при прийнятті на роботу та під час роботи на підприємстві зобов'язані проходити навчання і перевірку знань з питань охорони праці. Особи, які не пройшли таке навчання, не можуть бути допущені до роботи. Організація та проведення навчання покладається на керівника підприємства.

Кодексом Законів України "Про працю" встановлено, що тривалість робочого часу не повинна перевищувати 40 годин на тиждень для більшості працівників, а на роботах із важкими та шкідливими умовами праці - 36 годин. Для осіб віком від 16 до 18 років максимальний робочий час - 36 годин на тиждень. Робочий тиждень має бути п'ятиденним з двома вихідними днями. Допускається шестиденний робочий тиждень на безперервно діючих виробництвах з одним вихідним днем. Перерва для відпочинку та прийому їжі передбачається після перших чотирьох годин роботи та триває до двох годин. У працівників також передбачена щорічна оплачувана відпустка, яка не може бути менше 24 календарних днів, а для осіб до 18 років - 31 календарний день, а також додаткова відпустка за певних умов.

З метою забезпечення безпеки працівників під час виконання роботи, необхідно надавати їм спеціальний одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту безкоштовно, відповідно до встановлених норм.

Забезпечення безпеки праці працівників та вживані заходи для їхнього захисту є фундаментальними аспектами виробничої діяльності, які знаходять своє законодавче відображення в нормативних актах України. Відповідно до закону "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності", роботодавець має зобов'язання нести

відповідальність за страхування всіх своїх працівників від можливих нещасних випадків та професійних захворювань на робочому місці. Ця норма визначає, що керівник підприємства повинен реєструвати свою організацію в відповідному Фонді соціального страхування та регулярно сплачувати страхові внески. У разі виникнення нещасного випадку на робочому місці, пов'язаного з виробництвом, або професійного захворювання, Фонд соціального страхування компенсує матеріальну шкоду потерпілому чи його сім'ї.

Колективний договір, згідно з Законом України "Про колективні договори та угоди", визначає перелік питань, що регулюються на підприємстві. Цей документ визначає організацію виробництва, систему нормування і оплати праці, надає правовий статус пільгам, компенсаціям, надбавкам та соціальним гарантіям для працівників. Крім того, в ньому встановлюється тривалість робочого часу та відпочинку працівників, тривалість відпусток і соціальне страхування працівників. Договір також передбачає зобов'язання адміністрації забезпечити безпечні та нешкідливі умови праці, а також дотримання вимог чинного законодавства.

Однією з ключових аспектів охорони праці є навчання працівників з питань безпеки на робочому місці. Відповідно до закону "Про охорону праці", всі працівники зобов'язані проходити навчання та перевірку знань з питань охорони праці. Особи, які не пройшли таке навчання, не можуть бути допущені до виконання робіт. Зобов'язання з організації та проведення цього навчання покладається на керівника підприємства.

Кодексом Законів України "Про працю" визначено норми щодо тривалості робочого часу, відпусток і робочих режимів для працівників. Цей закон встановлює максимальну тривалість робочого тижня, передбачає обов'язкові перерви для відпочинку та прийому їжі. Відповідно до цього закону, працівникам надається щорічна оплачувана відпустка, а також можливість отримати додаткову відпустку в разі роботи в особливих умовах.

Організація медичних оглядів працівників є ще однією важливою

складовою охорони праці. Попередній медичний огляд проводиться при прийнятті працівника на роботу з метою визначення його фізичної та психофізіологічної придатності до виконання конкретних робіт, зазначених у допуску до роботи осіб віком до 21 року. Періодичні медичні огляди забезпечують нагляд за станом здоров'я працівників, виявлення впливу виробничих умов і шкідливості на організм, запобігання нещасним випадкам та поширенню інфекційних захворювань.

Атестація робочих місць є важливою складовою охорони праці, і вона проводиться на підприємстві атестаційною комісією. Ця комісія має завдання виявлення шкідливих та небезпечних факторів на робочих місцях, встановлення рівня їх шкідливості та розроблення заходів для поліпшення умов праці. Результати атестації робочих місць визначають право працівників на пільги та компенсації за важкі та шкідливі умови праці.

Нагляд за додержанням вимог охорони праці на підприємстві виконують державні інспекції, прокуратура, санітарно-епідеміологічна служба та служби охорони праці. Важливу роль у забезпеченні безпеки виробничого процесу відіграють також самі працівники та служба охорони праці підприємства.

Забезпечення пожежної безпеки на підприємстві є однією з важливих складових охорони праці. Ця сфера регулюється законами України та вимогами щодо пожежної безпеки. Керівники підприємства та виробничих підрозділів несуть відповідальність за дотримання цих вимог, проведення протипожежних інструктажів та обладнання приміщень засобами гасіння пожежі.

Отже, дотримання норм охорони праці та вживані на підприємстві заходи забезпечать безпеку та здоров'я працівників, а також сприятимуть запобіганню нещасним випадкам та професійним захворюванням.

ВИСНОВКИ

1. У ході своєї функціонування Черкаська Теплоелектроцентрально (ТЕЦ) впроваджує процеси викидів у навколишнє природне середовище, утворюючи складні суміші, що містять шкідливі та небезпечні речовини, що виникають в результаті термічного розкладу паливних матеріалів.

2. В якості основної енергетичної сировини для Черкаської ТЕЦ використовується переважно кам'яне та буре вугілля, під час спалювання якого в атмосферному повітрі викидаються понад 40 видів шкідливих речовин.

3. Процес згоряння вугілля веде до викиду 14 основних важких металів у навколишнє середовище. Аналіз порівняння фактичних концентрацій цих мікроелементів з гранично допустимими значеннями демонструє, що, навіть при високому вмісті забруднюючих речовин у вугільній золі, їхні концентрації у приземному повітрі не перевищують гранично допустимих концентрацій (ГДК).

4. У житлових районах міста Черкаси фонові рівні основних шкідливих речовин, які утворюються внаслідок діяльності Черкаської ТЕЦ, не перевищують ГДК цих речовин. Отже, можна зробити висновок, що діяльність ТЕЦ не має негативного впливу на якість атмосферного повітря у житлових районах міста Черкаси.

5. Згідно проведених розрахунків, Черкаська ТЕЦ відноситься до I категорії небезпечності, що призводить до встановлення стандартної захисної зони (СЗЗ) шириною 1000 метрів.

6. Незважаючи на високу ефективність пиловловлюючих установок, їхньої кількості на Черкаській ТЕЦ недостатньо. Навіть після очищення димових газів, залишаються шкідливі викиди, і відповідно до цього підприємство сплачує значну суму, що перевищує 4,36 мільйона гривень щорічно.

7. Щодо хімічного складу стічних вод, що скидаються після очищення на Черкаській ТЕЦ, слід зазначити, що вони відповідають нормам гігієнічних

допустимих концентрацій (ГДК) для водойм питного та побутового призначення. Аналіз показників якості стічних вод, що відбувається протягом останніх десяти років, не виявив раптових змін у їхньому хімічному складі.

ПРОПОЗИЦІЇ

З метою зменшення негативного впливу Черкаської Теплоелектроцентральної (ТЕЦ) на природне середовище та оточуюче довкілля, пропонується впровадити наступні заходи:

1. Оптимізація процесу спалювання палива. Необхідно налаштувати процес спалювання таким чином, щоб, з одного боку, забезпечити необхідну кількість чистого повітря для повного згоряння палива, а з іншого боку, уникнути надмірного подавання кисню, оскільки це може сприяти утворенню оксидів азоту (NO_x).

2. Впровадження системи рециркуляції димових газів. Використання рециркуляції димових газів, спільно з зниженням температури горіння, може призвести до зменшення концентрації кисню в зоні горіння, зниження швидкості горіння та розтягнення зони горіння, що в свою чергу сприяє зменшенню утворення оксидів азоту.

3. Використання технології багатоетапного спалювання палива. Застосування багатоетапного спалювання палива може призвести до розтягнення зони горіння, що сприяє зниженню температури факела і, відповідно, до зменшення утворення оксидів азоту.

4. Введення води або пари в зону горіння. Додавання води або пари в зону горіння може призвести до певного зниження утворення оксидів азоту, оскільки це сприяє зниженню температурного рівня в топці та підтримує більш сприятливі умови для зменшення формування NO_x.

Ці заходи спрямовані на поліпшення процесу спалювання та зменшення викидів шкідливих речовин, зокрема оксидів азоту, що відповідає сучасним стандартам охорони довкілля та забезпеченню більш екологічної роботи Черкаської ТЕЦ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрейцев В.І. Право екологічної безпеки: Навч. та наук.практ. посіб / В.І. Андрейцев – К.: Знання Прес, 2012. 332 с.
2. Апостолук С.О. Екологічна безпека стану питної води в Україні / С.О. Апостолук // Промислова екологія. 2013. №1. С. 14–15.
3. Базові нормативи плати за забруднення навколишнього середовища України. Методика визначення розмірів плати і стягнення платежів за забруднення навколишнього середовища України. Київ, 1993. 22 с.
4. Бердій Я.І. Основи екології та соціології. Навч. та наук.практ. посібник для підприємств зв'язку / Я.І. Бердій, Я.М. Генік, В.М. Орлов, В.Ф. Тітенко. Львів, 2017. 155 с.
5. Білявський Г.О. Основи екології: Теорія та практикум. Навчальний посібник / Г.О. Білявський, Л.І. Бутченко, В.М. Навроцький – К.: Лібра, 2022. 352 с.
6. Білявський Г.О. Основи загальної екології / Г.О. Білявський, М.М. Падун, Р. Сфурдій. К.: Либідь, 2005. 368 с.
7. Білявський І.О. Основи екологічних знань: Підручник. К.: Либідь, 2017. 288 с.
8. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними і біологічними речовинами). ДСП-201-97, МОЗ, Київ, 1997.
9. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посібник. К.: Т-во “Знання”, 2012. 203 с.
10. Екологічне законодавство України: Зб. нормат. Актів / Відп. Ред. І.О. Заєць. К.: Юрінком Інтер, 2021. 416 с.
11. Желібо Є.П. Безпека життєдіяльності. Навч. посібник для студентів вищих закладів освіти України 1–4 рівнів акредитації / За ред. Є.П. Желібо. К.: ”Каравела”. 2014. 238 С.

12. Загородній В.В. Гігієнічна оцінка забруднення атмосферного повітря м. Черкаси / В.В. Загородній // Довкілля та здоров'я. 2015. № 4 (35). С. 58-61.
13. Закон України „Про охорону атмосферного повітря” від 16.10.1992 №2707-ХІІ.
14. Запольський А.К. Основи екології: Підручник / За ред. К.М. Ситника. К.: Вища шк., 2013. 358 с
15. Злобін Ю.А. Загальна екологія: Навч. посібник. Суми: ВДТ ”Університетська книга”, 2013. 416 с.
16. Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві, затверджена наказом Мінприроди України від 10.02.95 р. № 7.
17. Інструкція про порядок обчислення і сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища, затверджена наказом Мінприроди і ДПА України від 19.07.99 р. № 162/379.
18. Картавцев О.М. Оцінка забруднення атмосферного повітря у контексті законодавства України, що регламентує прийнятий ризик / О.М. Картавцев, О.І. Турос, О.В. Вознюк // Довкілля та здоров'я. 2019. № 4 (51). С. 33–36.
19. Красінько В. О. Шляхи інтенсифікації очищення стічних вод харчових виробництв від азотовмісних сполук та сапонінів / [Красінько В. О., Тетеріна С. М., Скокун Т. М.] // Економіка. Екологія. Управління: зб. наук. пр. 2012. № 1. С. 157-162.
20. Кучерявий В.П. Рациональне природокористування та охорона навколишнього середовища. Курс лекцій для студентів та викладачів вузів. Київ НМК ВО 2011. 147 с.
21. Кучерявий І.В. Урбоекологія. Львів: Просвіта, 2020. С. 124.
22. Лозовий М.П. Гігієнічна оцінка результатів моніторингу стану атмосферного повітря і здоров'я дитячого населення / М.П. Лозовий // Довкілля та здоров'я. 2019. № 1. С. 58–61.

23. Малоног К.П. Забруднення атмосферного повітря промислового міста як фактор ризику для здоров'я його мешканців / К.П. Малоног, В.В. Загородній // Довкілля та здоров'я. 2019. № 1. С. 33–34.
24. Мережкіна Н.В. Гігієнічна оцінка стану забруднення атмосферного повітря м. Києва промисловими підприємствами / Н.В. Мережкіна // Науковий вісник національного медичного університету ім. О.О.Богомольця. 2015. № 27. С. 145-146.
25. Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні 2014 році. Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2014. 161 с.
26. Порядок установавання нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і справляння цього збору, затверджений постановою КМУ від 01.03.99 р. № 303.
27. Постанова КМУ "Про внесення зміни у додаток 1 до Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і справляння цього збору" від 31.12.2004 р. № 1790.
28. Рублевська Н.І. Забруднення атмосферного повітря міст важкими металами / Н.І. Рублевська // Довкілля та здоров'я. 2017. № 3 (42). С. 20–22.
29. Семенов В.Ф. Екологічний менеджмент: Навчальний посібник. Київ, Центр навчальної літератури, 2014. 516 с.
30. Установки спалювання на теплових електростанціях та в котельнях. Організація контролю за викидами в атмосферу. СОУ-Н МПЕ 40.1.02.307: 2005. НД Київ, 2015
31. Царенко О.М. Основи екології та економіка природокористування. Курс лекцій. Практикум: Навчальний посібник. Суми: Видавництво "Університетська книга", 2014. 400 с.
32. Черниченко І.О. Гігієнічна оцінка канцерогенного ризику при комплексному надходженні хімічних речовин до організму / І.О. Черниченко, Я.В. Першегуба, О.М. Литвиченко // Довкілля та здоров'я. 2018. № 2 (53). С. 70–74.

33. Черниченко І.О. До питання оцінки стану забруднення атмосферного повітря і його безпеки для населення / І.О. Черниченко, Я.В. Першегуба, О.М. Литвиченко // Довкілля та здоров'я. 2016. № 3 (50). С. 19–22.

34. Шевченко О.А. Оцінка та прогнозування ризиків для здоров'я населення на територіях техногенного навантаження промисловими відходами / О.А. Шевченко, К.Ю. Огір, Л.Б. Огір // Довкілля та здоров'я. 2019. № 4 (51). С. 25–29.

35. Шкуро В.В. Еколого-гігієнічні проблеми сучасного урбанізованого міського середовища / В.В. Шкуро // Екологічний вісник. 2015. № 4 (32). С. 8–10.