

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
В.о зав. кафедри екології
доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ
«_____» _____ 2023 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи
на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»
на тему: **«Модернізація системи очистки викидів в атмосферу теплової
електростанції на прикладі Криворізької теплової електростанції»**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,
групи Е-1-19
спеціальність 101 «Екологія»
освітньо-професійної програми «Екологія»
Фартушний Д.М.

Керівник - д.т.н. проф.
Олександр ЗБЕРОВСЬКИЙ _____

Рецензент – д.т.н., проф.
Олександр КОВРОВ _____

Консультанти:

з охорони праці та безпеки
в надзвичайних ситуаціях

_____ ст. вик. Тетяна АРТЮШЕНКО

з економіки природокористування

_____ к.е.н., доц. Марина ПОЛЕГЕНЬКА

Дніпро – 2023 рік

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра екології

Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. зав. каф. екології

доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ

« ____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

здобувачу вищої освіти

Фартушному Дмитру Миколайовичу

1. Тема проекту (роботи) «Модернізація системи очистки викидів в атмосферу теплової електростанції на прикладі Криворізької теплової електростанції»
2. Затверджена наказом по університету від «11» травня 2023 р. № 850
3. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи): «16» червня 2023 р.
4. Вихідні дані до проекту (роботи) матеріали переддипломної практики
5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) Реферат, вступ, огляд літератури, дослідницька частина, економічна частина, охорона праці, висновки, перелік посилань
6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) технологічна схема ТЕС, схема котлоагрегату ТПП-210А, золоуловлююча установка типу циклон ЦН-11, принцип роботи мокрих золоуловлювачів Вентурі типу СВД-ВП-ЮТ, конструктивна схема електрофільтру типу ЕГА-2-2-4-37.

7. Консультанти по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Огляд літератури	д.т.н. проф. Олександр Зберовський	11.05	11.05
Дослідницька частина	д.т.н. проф. Олександр Зберовський	11.05	11.05
Економічна частина	к.е.н., доц. Марина Полегенька	11.05	11.05
Охорона праці	ст. вик. Тетяна Артюшенко	11.05	11.05

8. Дата видачі завдання: « 16 » травня 2023 р.

Керівник проекту (роботи) _____ / Зберовський О.В. /
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ / Фартушний Д.М. /
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд літератури	01.05-18.05	Виконано
2	Дослідницька частина	18.05-25.05	Виконано
3	Економічна частина	25.05-01.06	Виконано
4	Охорона праці	01.06-08.06	Виконано
5	Оформлення роботи	08.06-12.06	Виконано
6	Отримання відгуку та рецензії	12.06-16.06	Виконано

Студент-дипломник _____ / Фартушний Д.М. /

Керівник проекту (роботи) _____ / Зберовський О.В. /

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота: 114 с, 20 рис., 17 табл., 38 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – процеси впливу теплової електростанції на урбоекосистему міста Зеленодольськ.

Предмет дослідження – забруднення атмосфери при спалюванні викопного палива на Криворізькій ТЕС.

Мета роботи – розробка модернізації системи очистки викидів на підприємстві Криворізькій ТЕС, що буде сприяти зменшенню шкідливого впливу на атмосферне повітря.

Методи дослідження – у роботі застосовувалися теоретичний та експериментальний методи дослідження, прямі виміри параметрів джерел викидів та концентрації забруднюючих речовин в викидах. Розрахунки та опрацювання отриманих досліджень проводились із застосуванням комп'ютерних програм Microsoft Excel, PowerPoint.

Задачі досліджень - для досягнення поставленої мети в роботі сформульовані та розв'язані наступні завдання:

- виконати огляд літератури за темою, що включає аналіз стану забруднення навколишнього середовища та засобів підвищення екологічної безпеки при виробництві керамічної цегли;

- провести експериментальні дослідження процесу розповсюдження пилу та забруднюючих речовин в атмосфері при спалюванні викопного палива на ТЕС;

- запропонувати технічні рішення та рекомендації для підвищення екологічної безпеки при виробництві електроенергії, вибрати та обґрунтувати оптимальну систему очищення, яка може використовуватись на підприємстві з метою зменшення обсягів викидів;

- обґрунтувати та провести економічну оцінку ефективності інновації;

- розглянути питання з охорони праці.

Актуальність роботи обумовлена, насамперед, необхідністю розгляду питань стосовно екологічної небезпеки впливу на атмосферне середовище об'єкту енергетики ДТЕК «Криворізька ТЕС» у місті Зеленодольськ.

В розділі «Огляд літератури за темою» виконано огляд літератури за темою: розглянуто питання контролю за гранично-допустимими викидами забруднюючих речовин на підприємстві. Дана оцінка стану атмосферного повітря в Дніпропетровській області та м. Зеленодольськ. Наведені характеристика та основні фактори забруднення атмосфери у технологічному процесі виробництва електроенергії методом спалювання викопного палива на ТЕС. Дана оцінка впливу забруднюючих речовин ДТЕК «Криворізька ТЕС» на атмосферу та здоров'я людини.

У дослідницькій частині роботи було досліджено характеристику джерел, що утворюють забруднюючі речовини. Визначено негативний вплив на атмосферу. Проведено аналіз процесу очищення технологічних викидів на теплоелектростанції та запропоновані заходи для зменшення викидів забруднюючих речовин. Це є важливим кроком у забезпеченні екологічної сталості та дотриманні вимог щодо охорони навколишнього середовища. Запропоновані технічні рішення та рекомендації з підвищення екологічної безпеки при виробництві електроенергії на ТЕС.

Для обчислення величини податку та збитку за забруднення атмосферного повітря та визначення чистого еколого-економічного ефекту було використано економіко-математичний метод. Використання економіко-математичного методу дозволяє об'єктивно оцінити екологічні та економічні наслідки запропонованого проекту модернізації та прийняти обґрунтовані рішення щодо його реалізації.

Були досліджені умови охорони праці та техніка безпеки на підприємстві, а також розглянуті методи реагування в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуацій.

Практичне значення роботи полягає у визначенні значень джерел шкідливих викидів та їх концентрацій у повітрі на підприємстві ДТЕК

«Криворізька ТЕС», у створенні технічних рішень та рекомендацій щодо покращення пилогазоочищення викидів від спалювання викопного палива. Отримані дані можна використати при модернізації енергогенеруючих і газоочисних установок, що при невеликих капітальних вкладеннях дозволе продовжити термін служби, підвищити надійність і ефективність устаткування, а також знизити антропогенне навантаження на навколишнє середовище.

ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, ОХОРОНА АТМОСФЕРИ,
ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ,
КОНЦЕНТРАЦІЯ ЗАБРУДНЮВАЧІВ, ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ, ВИКИД,
ЕНЕРГОБЛОК, ОЧИСТКА.

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	9
1	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ.....	12
1.1	Характеристика об'єкту реконструкції.....	12
1.1.1	Загальні відомості про підприємство.....	14
1.1.2	Фізико-географічна та кліматична оцінка території.....	19
1.1.3	Принцип роботи теплової електростанції.....	26
1.1.4	Обладнання енергоблоків та їх технічні характеристики.....	34
1.1.5	Склад вугілля ,що використовується на ТЕС.....	37
1.2	Дослідження об'єкту реконструкції з екологічної точки зору.....	40
1.2.1	Вплив підприємства на водне середовище та ґрунти.....	42
1.2.2	Вплив підприємства на повітряне середовище.....	43
1.2.3	Вплив на місцеве середовище.....	46
1.2.4	Визначення категорії небезпечності підприємства і санітарно – захисної зони.....	47
2	ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА.....	51
2.1	Аналіз методів та заходів щодо зменшення викидів в атмосферне повітря.....	51
2.1.1	Характеристика викидів на підприємстві.....	51
2.1.2	Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря викидами підприємства.....	58
2.1.3	Розрахунок необхідного ступеня очищення викидів.....	64
2.1.4	Характеристика очисного устаткування на підприємстві.....	65
2.1.5	Заходи з охорони атмосферного повітря.....	71
2.1.5.1	Розрахунок ефективності обраного обладнання.....	74
2.1.6	Обґрунтування необхідності реконструкції устаткування.....	76
3	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	79
3.1	Еколого-економічне обґрунтування доцільності реалізації запропонованих рішень.....	79
3.1.1	Розрахунок екологічного податку.....	79

3.1.1.1	Розрахунок податку до модернізації очисного обладнання.....	80
3.1.1.2	Розрахунок податку після модернізації очисного обладнання....	81
3.1.2	Розмір відшкодування збитків за наднормативний викид.....	82
3.1.3	Визначення еколого-економічного ефекту.....	85
3.1.3.1	Витрати на впровадження нового очисного обладнання.....	86
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	88
4.1	Організація охорони праці на Криворізькій ТЕС.....	88
4.2	Шкідливі та небезпечні фактори, пов'язані з роботою ТЕС.....	89
4.3	Аналіз умов праці на Криворізькій ТЕС.....	93
4.3.1	Мікроклімат виробничих приміщень.....	94
4.3.2	Освітлення.....	95
4.3.3	Виробничий шум і вібрація.....	96
4.4	Електробезпека на підприємстві.....	98
4.5	Забезпечення вибухопожежної безпеки.....	200
4.6	Охорона праці на підприємстві в умовах воєнного стану.....	101
4.7	Реагування на надзвичайні ситуації та інші інциденти.....	104
	ВИСНОВКИ.....	107
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	111

ВСТУП

Зростаюча антропогенна діяльність є основним джерелом, пов'язаним зі змінами в землі, атмосфері, біосфері та кріосфері, які мають пряму опосередковану загрозу нашій екосистемі в локальному, регіональному та глобальному масштабах. До промислової революції забруднення пов'язували з природними причинами, однак після промислової революції в 19 столітті зростаюче забруднення атмосфери впливає на екосистему. Мусони, посуха, розширення пустелі, зміни в генетиці лісів і танення снігу/льодовиків – це деякі з наслідків збільшення забруднення. Зростаючий демографічний тиск, швидка індустріалізація та розвиток мегаполісів зробили країни, що розвиваються, більш вразливими порівняно з розвиненими країнами. Це призвело до погіршення якості повітря, води та ґрунту, а також до деградації землі, таким чином впливаючи на навколишнє середовище та викликаючи різні респіраторні, шлунково-кишкові та серцево-судинні захворювання.

Людство має терміново зменшити залежність енергетичних систем від викопного палива, щоб зменшити викиди парникових газів. Тим не менш, більшість світової електроенергії все ще виробляється шляхом спалювання вугілля, природного газу та нафти або виробляється з використанням ядерного палива. У США, наприклад, у 2018 році 83% електроенергії було вироблено за допомогою теплових технологій (передусім природного газу, вугілля та атомної енергії). Крім того, у багатьох країнах, що швидко розвиваються, планується або будується значна кількість нових електростанцій, що працюють на викопному паливі. Ця теплогенеруюча інфраструктура, ймовірно, існуватиме десятиліттями, спричиняючи додаткові

зміни клімату, а також забезпечуючи енергією, необхідною людям для стійкості до кліматичних впливів.

В рамках курсу на євроінтеграцію наша країна послідовно обрала на себе все більш амбітні зобов'язання з переходу на безвуглецеву (відновлювану, «зелену») енергетику. Ключові кроки на цьому шляху: 2016 рік — приєднання до Паризької кліматичної угоди, в якій Україна взяла на себе зобов'язання зменшити до 2030 року викиди парникових газів до 60 % від рівня 1990 року; 2017 рік — затвердження нової Енергетичної стратегії, метою якої є зниження до 2035 року частки вугілля серед первинних джерел до 12,5 %, частки вироблення електроенергії ТЕС та ТЕЦ — до 32 %; 2021 рік — приєднання до стратегії Євросоюзу «Green Deal», в якій зобов'язується повністю припинити видобуток вугілля та закрити вугільну енергетику до 2050 року.

Хоча причини прискореної відмови від вугільної енергетики є переважно суто політичними, їх часто обґрунтовують низькою ефективністю та високою собівартістю вироблення електроенергії на вугільних ТЕС, пов'язаними з високими питомими витратами палива.

На сьогоднішній день великою проблемою в містах є ТЕС. Енергетичні станції вимагають значних територій для своєї установки і становлять потенційні джерела накопичення важких металів та радіоактивності. Ці забруднюючі речовини можуть потрапляти до навколишнього середовища через повітря або ґрунтові води. Більшість ТЕС спричиняють забруднення водойми, випускаючи теплу воду, що призводить до послідовного ланцюгової реакції. Це призводить до заростання водойми водоростями та порушення кисневого балансу, що загрожує життю всіх організмів, які там мешкають. Важкі метали та радіація потрапляють у навколишнє середовище або з повітрям, або з ґрунтовими водами. Крім того, ТЕС забруднюють водойми, скидаючи в них теплу воду, в результаті чого відбувається ланцюгова реакція, водойма заростає водоростями, в ній порушується кисневий баланс, що в свою чергу загрожує життю всіх її мешканців. Це

призводить до очевидних соціальних та екологічних проблем, і насамперед до погіршення здоров'я та підвищення ризику передчасної смерті населення, що проживає поблизу ТЕС, а також деградації біоти. Зменшується різноманітність тваринних і рослинних угруповань, а також зменшується рекреаційний потенціал. Сукупність цих негативних факторів впливає на якість життя населення.

Для захисту повітряного басейну від забруднення шкідливими речовинами, найефективнішим методом є впровадження передових безвідходних ресурсо- й енергозберігаючих технологічних процесів з замкнутими виробничими циклами. Ці технології дозволяють уникнути або значно зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу. Однак, не завжди це можливо з технологічного і економічного погляду. Тому для більшості підприємств поліпшення систем очищення є одним із заходів для захисту атмосферного повітря від забруднення. Вирішення цієї актуальної проблеми полягає у зниженні забруднення атмосфери шляхом підвищення ефективності очищення технологічних газів та аерозолей перед їх викидом в атмосферу за допомогою нового технологічного обладнання, економічна доцільність якого повинна бути обґрунтована.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ

1.1 Характеристика об'єкту реконструкції

Функціонування теплових електростанцій залежить від повітря та води: ці електростанції використовують джерело палива (наприклад, викопне паливо, ядерний матеріал) для виробництва пари для приводу електрогенератора. При цьому станції виробляють велику кількість тепла, яке потрібно розсіювати за допомогою повітряних або водяних систем охолодження. Існує три основні типи систем охолодження:

- (а) прямоточні системи охолодження, де вода втягується через систему охолодження, а потім викидається в річку або потік;
- (б) системи рециркуляційного водяного охолодження;
- (в) системи сухого охолодження, які не використовують воду.

Хоча ці системи відрізняються за принципом роботи, усі вони стають менш ефективними при вищих температурах навколишнього середовища. Коли температура навколишнього повітря або води висока або коли доступність води низька, теплоелектростанції повинні скорочувати виробництво електроенергії або зупинитися через нездатність достатньо швидко розсіювати тепло. Крім того, місцеві правила, що обмежують теплове забруднення (часто означає температуру відпрацьованої охолоджувальної води), можуть призвести до скорочення виробництва електроенергії, хоча заводи можуть вимагати відмови від нормування теплового забруднення, щоб дозволити продовжувати роботу під час посухи або спеки. Проте скорочення, пов'язане зі спекою, все ще відбувається, і це, швидше за все, у найспекотніші дні року, коли попит на електроенергію найвищий і коли очікується, що попит найбільше зростатиме в майбутньому, головним чином через розширення використання кондиціонерів. Нещодавні хвилі спеки

зменшили потужність виробництва електроенергії в Європі, і більш спекотне та посушливе майбутнє може зробити такі випадки скорочення більш поширеними, створюючи необхідність компенсувати внаслідок цього скорочення виробництва електроенергії.

Теплові електростанції є основним джерелом електроенергії у світі. Вони виробляють електроенергію, спалюючи викопне паливо, наприклад вугілля, природний газ або нафту. Тепло від згоряння цього палива використовується для виробництва пари, яка потім приводить в дію турбіну для виробництва електроенергії.

Паливо для теплової електростанції зазвичай транспортується з шахт до паливного сховища станції за допомогою потягів. Потім паливо подрібнюється на менші частини за допомогою дробарок перед подачею в топку котла. Потрапляючи в котел, паливо згорає, утворюючи значну кількість тепла. Потім це тепло передається воді, яка перетворюється на пару. Ця пара, в свою чергу, використовується для приводу турбіни, яка підключена до генератора. Саме генератор перетворює механічну енергію турбіни в електричну.

Теплові електростанції є надійним джерелом електроенергії, але вони також мають низку екологічних впливів. Спалювання викопного палива викидає в атмосферу забруднюючі речовини, такі як діоксид сірки, оксиди азоту та тверді частинки. Ці забруднювачі можуть спричинити низку проблем зі здоров'ям, таких як астма, бронхіт і хвороби серця. Теплові електростанції також сприяють зміні клімату, викидаючи парникові гази, такі як вуглекислий газ.

Незважаючи на негативний вплив на навколишнє середовище, теплові електростанції залишаються важливим джерелом електроенергії. Вони надійні і відносно недорогі в експлуатації. Оскільки населення світу зростає та попит на енергію зростає, теплоелектростанції, ймовірно, залишатимуться важливою частиною глобального енергетичного балансу.

1.1.1 Загальні відомості про підприємство.

Криворізька ТЕС, яка зображена на рисунку 1.1, є найбільшою електростанцією у Дніпропетровській області та однією з найбільших теплових електростанцій в Україні. Вона розташована за 20 км на захід від міста Апостолове і за 2 км від Зеленодольська. Криворізька ТЕС постачає електроенергію в Центр України та Західну частину Республіки Польща [1].

Проектна потужність станції становить 2400 МВт. Енергетичне обладнання станції складається з 10 блоків по 282 МВт, з яких 4 блоки мають котли типу П-50, а 6 блоків - котли типу ТАП-210А. Турбіни на станції використовуються наступних типів: К-300-240-2 (для блоків № 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10) і К-300-240 (для блоків № 6, 7, 8). З введенням в експлуатацію блоку № 8, Криворізька ТЕС досягла запланованої потужності 2400 МВт і стала першою блоковою тепловою електростанцією на твердому паливі, побудованою за типовим проектом з енергоблоками потужністю 300 МВт. Криворізька ТЕС була використана як полігон для тестування і впровадження типових схем освоєння та експлуатації устаткування, а також для ведення режимів експлуатації. [6].



Рисунок 1.1 – Криворізька ТЕС

На Криворізькій ТЕС використовуються різні види палива в залежності від їх доступності та потреб електростанції. Проектне паливо, яке використовується в основному, є рядовим вугіллям. Однак, як резервне

паливо, можуть бути використані мазут або газ.

Отримана електрична енергія на Криворізькій ТЕС передається за допомогою високовольтних ліній з напругою 150 і 330 кіловольт. Для цього використовуються відкриті розподільні пристрої, які забезпечують передачу електроенергії до споживачів.

Запаси твердого палива створюються на складі вугілля. Природний газ подається від газорозподільної станції по газопроводу. На території підприємства встановлено 8 резервуарів різної ємності для зберігання мазуту (3000 м³, декілька по 20000 м³ та 2000 м³). Система водопостачання – замкнута із ставком-охолоджувачем. Електрична енергія, яка виробляється Криворізькою ТЕС, транспортується в загальну електричну мережу України. Теплова енергія від станції йде на потреби м. Зеленодольск.

Криворізька ТЕС введена в експлуатацію 1 липня 1965 року. Криворізька ТЕС була спроектована та призначена для виробництва електроенергії в базовому режимі. Це означає, що станція має стабільну роботу протягом тривалого періоду часу, зазвичай на постійній або майже постійній навантаженості, для задоволення основного попиту на електроенергію.

Криворізька ТЕС була також включена в Єдину енергосистему України та колишнього Радянського Союзу. Це означає, що електрична енергія, вироблена на станції, була інтегрована в загальну енергетичну систему цих територій. Таке інтегрування дозволяє забезпечувати стійкий постачання електроенергії для різних регіонів та споживачів.

Починаючи з 1995 року, Криворізька ТЕС стала частиною Публічного акціонерного товариства "Дніпроенерго". "Дніпроенерго" є одним з найбільших енергогенеруючих об'єднань в Україні, яке включає різноманітні енергетичні підприємства та станції.

Криворізька ТЕС, як частина "Дніпроенерго", також бере участь у регулюванні частоти та потужності об'єднаної енергосистеми України. Це означає, що станція активно співпрацює з іншими енергетичними об'єктами

та підприємствами для забезпечення стійкості та надійності енергопостачання на рівні всієї країни.

Криворізька ТЕС, на жаль, знаходиться серед підприємств, які мають значний негативний вплив на довкілля та здоров'я населення Криворізького регіону. Викиди забруднюючих речовин, що походять від станції, можуть розноситися в повітрі на значні відстані, до 120 кілометрів. Під час інверсійних процесів понад 25% шкідливих речовин можуть розсіюватися за певних погодних умов навіть за межі Криворізького регіону та національних кордонів.

Осадження золи та вугільного пилу відбувається в радіусі майже 30 кілометрів навколо станції. Викид неорганічного пилу під час зберігання золи та шлаку становить значну кількість - 22,950 тонн на рік. Ці цифри свідчать про серйозні проблеми стосовно викидів та негативного впливу Криворізької ТЕС на довкілля та здоров'я населення в широкому радіусі.



Рисунок 1.2 – Золошлаковідвал Криворізької ТЕС (фото отримано за допомогою сайту Google earth).

Криворізька ТЕС має значні обсяги твердих відходів, зокрема золи, яка поділяється на суху і зольну пульпу. Ці відходи відносяться до 4-го класу небезпечності. На електростанції функціонують повітряна і гідравлічна системи для видалення сухої і мокрої золи від процесів виробництва. Зола транспортується і зберігається на спеціальних золошлакових відвалах,

призначених для цього. Це дозволяє контролювати та керувати відходами золи, щоб знизити їх негативний вплив на довкілля та здоров'я людей.

Згідно з проведеними лабораторними дослідженнями у 2020 році, обсяг утворення золи склав 847 853 тонн, а шлаку - 213 814 тонн на території навколо Криворізької ТЕС. Ці відходи зберігаються на золовідвалах, які можна бачити на рисунку 1.2 [2]. Золошлакові відходи містять важкі метали та радіонукліди, які можуть потрапляти в біосферу шляхом розсіювання повітрям або з водою. Це представляє значну загрозу для екологічної безпеки та здоров'я населення України [3]. Для зменшення негативного впливу цих відходів необхідно вживати відповідні заходи та технології для їх контролю та обмеження викидів у навколишнє середовище. Результати визначення хімічного складу проб матеріалів золи наведено в таблицях 1.1 та 1.2.

Так, забруднювачі, які містяться в золі та шлаку, можуть розсіюватися в повітрі через димові труби теплової електростанції та шляхом вітрової ерозії золовідвалів. Ці речовини, разом з розігрітим повітрям, поступово осідають на поверхні ґрунту, рослин та поверхневих вод. У результаті можуть утворюватися радіальні плями, що свідчать про присутність забруднювачів в навколишньому середовищі. Це може створювати проблеми для екологічної безпеки та здоров'я населення, оскільки ці речовини можуть мати негативний вплив на екосистеми та людський організм.

Так, стічні води ТЕС та зливові стоки з її території можуть бути забруднені відходами технологічних циклів енергоустановок. Ці стоки можуть містити різні речовини, такі як ванадій, нікель, фтор, феноли і нафтопродукти. Ці речовини можуть мати шкідливий вплив на довкілля та здоров'я людей, якщо не відбувається ефективна обробка та очищення стічних вод перед їх скиданням.

Димові гази, що утворюються під час процесу спалювання палива на Криворізькій ТЕС, містять газоподібні продукти окислення вуглецю (оксид вуглецю), сірки (оксиди сірки) та азоту (оксиди азоту). Значна частина викидів димових газів становить вуглекислий газ, кількість якого може

сягати близько 1 мільйона тонн. Ці гази можуть мати негативний вплив на атмосферу та сприяти глобальному потеплінню.

Враховуючи шкідливий вплив зазначених речовин на навколишнє середовище та здоров'я, важливо звертати увагу на ефективність очищення стічних вод та мінімізацію викидів забруднюючих речовин у повітря шляхом використання відповідних технологій та контролю над дотриманням екологічних норм.

Таблиця 1.1 – Лабораторні дані хімічного складу золи-виносу Криворізької ТЕС

Речовина	Формула	Вміст, %
Двоокис кремнію	SiO ₂	45,48-58,65
Оксид алюмінію	Al ₂ O ₃	16,75-16,9
Оксид заліза	Fe ₂ O ₃	5,99-7,16
Оксид магнію	MgO	0,76-1,4
Оксид кальцію	CaO	8,22-16,0
Оксид марганцю	MnO	0,087-0,1
Оксид титану	TiO ₂	0,63-0,85
Триоксид сірки	SO ₃	0,27-1,0
Оксид фосфору	P ₂ O ₅	0,015-0,02
Оксид калію	K ₂ O	1,88-2,05
Оксид натрію	Na ₂ O	0,3-0,69

Таблиця 1.2 – Лабораторні дані хімічного складу золи з золовідвалу Криворізької ТЕС

Речовина	Формула	Вміст, %
Двоокис кремнію	SiO ₂	46,67-50,69
Оксид алюмінію	Al ₂ O ₃	21,43–25,18
Оксид заліза	Fe ₂ O ₃	13,35-17,35
Оксид магнію	MgO	1,99-2,42
Оксид кальцію	CaO	4,12-4,57
Оксид марганцю	Mn ₃ O ₄	0,23-0,34
Оксид титану	TiO ₂	0,68–0,84
Триоксид сірки	SO ₃	0,37–0,58
Оксид фосфору	P ₂ O ₅	0,18-0,36
Оксид калію	K ₂ O	1,3–1,9
Оксид натрію	Na ₂ O	0,47-0,52

Вирішення проблеми з видаленням забруднених речовин зі стічних вод Криворізької ТЕС є важливим завданням для збереження довкілля. Зазначені кількості забруднюючих речовин, що видаляються зі стічними водами, свідчать про наявність значного обсягу забруднень.

Криворізька ТЕС виявляє зусилля для видалення забруднюючих речовин зі стічних вод. Наприклад, щорічно видаляється 56 тонн органічних сполук, 72 тонни сірчаної кислоти, 26 тонн хлоридів та 31 тонн фосфатів. Також відбувається видалення майже 350 тонн зважених часток.

Зола, що утворюється на електростанції, містить підвищені концентрації важких металів, рідкісноземельних елементів та радіоактивних речовин. Це вказує на потенційну небезпеку забруднення навколишнього середовища і вимагає відповідного контролю та обробки золи, щоб уникнути її негативного впливу на довкілля та здоров'я людей.

Важливо звернути увагу на ефективність та постійне вдосконалення системи видалення забруднюючих речовин зі стічних вод та обробки золи, з метою мінімізації негативного впливу на довкілля та здоров'я населення.

1.1.2 Фізико-географічна та кліматична оцінка території

На правому березі Дніпра, в південно-західній частині Дніпропетровської області, розташований Криворізький район, з районним центром у місті Кривий Ріг. Район, подібно до самого міста Кривого Рогу, має свою власну територіальну специфіку, оскільки простягається на значну довжину. До 2020 року район межував з П'ятихатським, Софіївським, Апостолівським та Широківським районами, а також з Миколаївською і Кіровоградською областями. В районі налічувалось 89 населених пунктів, а загальна площа району становила 134,72 тисячі гектарів. Станом на 1 квітня 2016 року населення району складало 44,7 тисячі осіб, з них 5,2 тисячі мешканців проживали у міських населених пунктах, а 39,5 тисячі осіб - у сільській місцевості.

На рисунку 1.3 зображено місце розташування Криворізького району на мапі Дніпропетровської області.

Район знаходиться у степовій зоні і має переважно рівнинну поверхню, хоча в окремих місцях можуть зустрічатися хвилясті утворення, які розчленовуються ярами та балками. Північна частина району складається з відрог Придніпровської височини, висота яких поступово зменшується від північного заходу до південного сходу. Балки відрізняються невеликим водозбором та крутими схилами.



Рисунок 1.3 – Криворізький район на мапі регіону

У Криворізькому районі протікають річки Інгулець, Саксагань, Бокова, Боковенька та Кам'янка. Річкові долини на півдні Криворіжжя, де Придніпровська височина переходить у Інгулецько-Нікопольську низовину, характеризуються не глибокою, але широкою річковою долиною з розвинутими терасами. Вододіли в цій рівнинній місцевості є плоскими. Щодо кліматичних умов, Криворізький район відноситься до північностепової зони. У порівнянні з лісостеповою зоною, характерні для степових районів більші коливання температури протягом року, менша кількість опадів і недостатня волога. Це може спричиняти такі явища, як

суховії, посухи, пилові та чорні бурі, які можуть негативно впливати на сільське господарство.

Клімат Криворізького регіону характеризується наявністю 43 циклонів і 24-43 антициклонів, що впливають на циркуляцію атмосфери. Антициклони переважають у 2/3 днів на рік (229-242 дні). Середньорічний показник атмосферного тиску складає 753,7 мм рт. ст., а взимку він збільшується до 788,1 мм рт. ст.

Основними баричними центрами, що впливають на циркуляцію повітряних мас над Криворізьким регіоном, є ісландський мінімум з північно-заходу, середземноморська та чорноморська баричні депресії з півдня та південно-заходу, західний відріг сибірського антициклонів взимку зі сходу, азорський (з заходу) і арктичний (з півночі) максимуми, іранський мінімум - влітку з південного-сходу і сходу. Кожен з цих баричних центрів сприяє формуванню повітряних мас з різними властивостями, які змінюються залежно від сезону.

У зв'язку з розташуванням Криворіжжя у глибині континентального простору Євразії та далеко від Атлантичного океану, повітряні маси, що надходять, претерплюють значні зміни, втрачаючи вологу і стаючи більш сухими. Взимку повітряні маси зі сходу принесуть холодні температури.

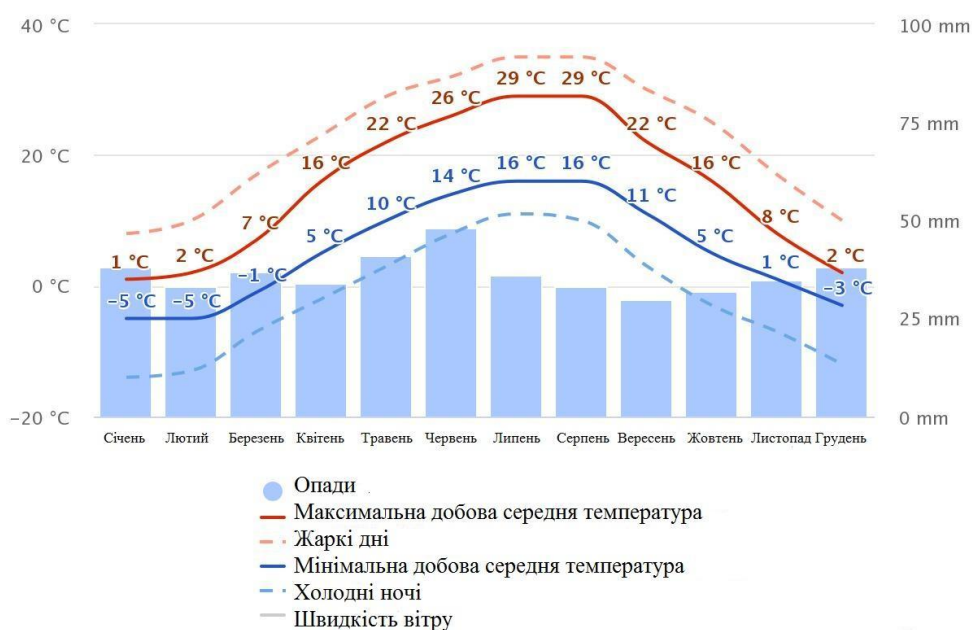


Рисунок 1.4 – Середня температура та опади за рік (Криворізький район).

Ці кліматичні особливості мають важливе значення для розуміння місцевого клімату Криворізького регіону та впливу його на природні та господарські процеси.

Основні дані про клімат включають:

- Середньорічна температура повітря: $+8,5^{\circ}\text{C}$.
- Середня температура повітря в липні: $+22,2^{\circ}\text{C}$.
- Середня температура повітря в січні: $-5,1^{\circ}\text{C}$.
- Абсолютний максимум температури: $+40,9^{\circ}\text{C}$ (зафіксований у 2010 році).
- Абсолютний мінімум температури: $-38,2^{\circ}\text{C}$ (зафіксований у 1940 році).
- Сума активних температур атмосферного повітря (температури, сприятливі для вегетації рослин): понад 3100°C .
- Тривалість безморозного періоду: 175 днів.
- Середні дати першого приморозку навесні: 24 квітня.
- Середні дати останнього приморозку восени: 9 жовтня.
- Середні дати настання стійких морозів: 10-15 грудня.
- Середні дати закінчення стійких морозів: 16-21 лютого.
- Кількість днів з відлигою (потепління серед зими): 45.

На рисунку 1.5 зображена діаграма середньої температури та опадів за рік в Криворізькому районі.

Основні дані про вологість та опади включають:

- Континентальність клімату: 56%, що характеризується як помірно-континентальний клімат.
- Середній річний показник відносної вологості повітря: 72%.
- Максимальна вологість спостерігається взимку: 82-88%.
- Мінімальна вологість спостерігається наприкінці літа: 52-58%.
- Середнє число днів з туманами: 61, найчастіше в холодну пору року: 9-12 днів на місяць.
- Кількість атмосферних опадів: 400-450 мм на рік, з максимальним значенням на початку літа.

Криворіжжя відноситься до посушливих районів України.

На рисунку 1.5 зображено діаграму річної кількості опадів в Криворізькому районі.

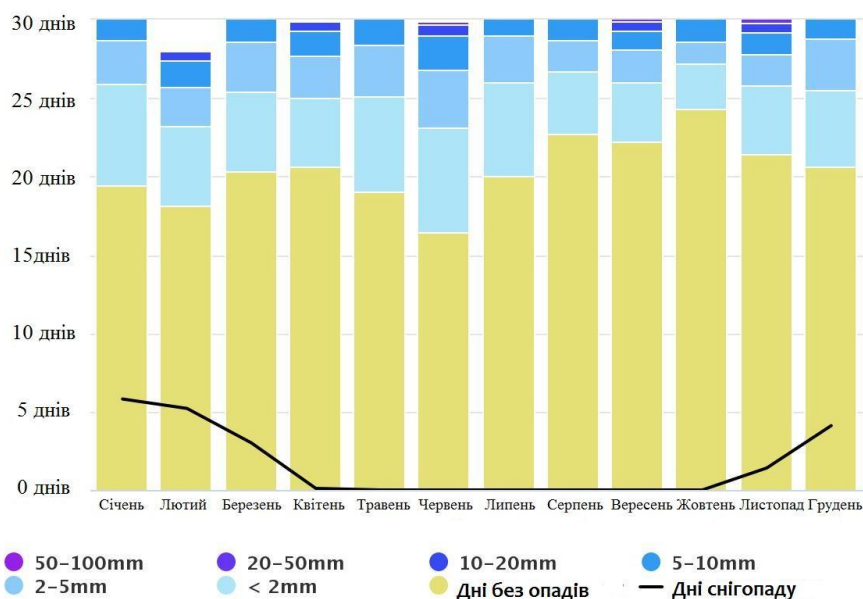


Рисунок 1.5 – Річна кількість опадів (Криворізький район).

Основні дані про опади, випарування та інші кліматичні характеристики Криворізького регіону включають:

-Сумарна тривалість випадіння опадів протягом року: 730 годин.

-За останні 60 років кожні 3-4 роки на одне десятиліття відзначається посушливий період.

-Сильні посухи відбуваються 1 раз на 5-10 років, коли за вегетаційний період- випадає всього 100-150 мм опадів.

Середні показники випарування становлять 325 мм на рік, а випаровуваності (кількість води, що може бути випарована) - 800 мм на рік.

-Коефіцієнт зволоження за М. М. Івановим складає 0,53, що характеризує регіон як місцевість з недостатнім і нестійким зволоженням.

-У літні місяці баланс зволоження відрізняється дефіцитом.

-Дощові опади в теплий період року переважно випадають у вигляді злив.

-Середня кількість днів зі зливами протягом вегетаційного періоду - 29.

Зливові дощі супроводжуються грозами та градом. Найчастіше грози спостерігаються з травня по серпень, в середньому 5-9 днів на місяць або 27-29 днів на рік.

Взимку встановлюється стійкий сніговий покрив. Середня багаторічна висота снігового покриву становить 10-15 см, а тривалість періоду зі сніговим покривом - 65 днів.

Хуртовини відбуваються у середньому 12-16 днів протягом зими. Максимальна кількість днів з хуртовиною за холодний період року - 27 днів.

Ожеледь спостерігається в середньому 15 днів протягом зими.

Протягом зими 26 днів мають температуру атмосферного повітря нижче -10°C .

52% зим є безсніжними або малосніжними, особливо якщо панують сухі східні та північно-східні вітри і спостерігається антициклональна морозна погода.

Основні характеристики вітрів включають:

-Переважають вітри північних румбів, з повторюваністю 49%, а також східні вітри. Південний вітер спостерігається рідше за інші напрямки.

-Улітку найчастіше повторюються північні та північно-західні вітри, в інші сезони - північно-східні, північні та східні вітри.

-Штилі найчастіше відбуваються на початку осені та влітку, протягом близько 3 днів на місяць.

-Середня швидкість вітру протягом року становить 5,0 м/сек.

-Сильні вітри (зі швидкістю понад 15 м/сек.) відмічаються в середньому 29 днів на рік.

-У теплий період часто спостерігаються суховії, які характеризуються швидкістю більше 5,7 м/сек. та дуже низькою відносною вологості повітря - 25-30%. Вони формуються навесні та на початку літа, коли сухі арктичні повітряні маси трансформуються над просторами Середньої Азії та Заволжжя.

-Число днів з суховіями досягає 15-20 на рік, а середня тривалість суховіїв становить 4,4 дні.

На рисунку 1.6 зображено діаграму річної рози вітрів в Криворізькому районі.

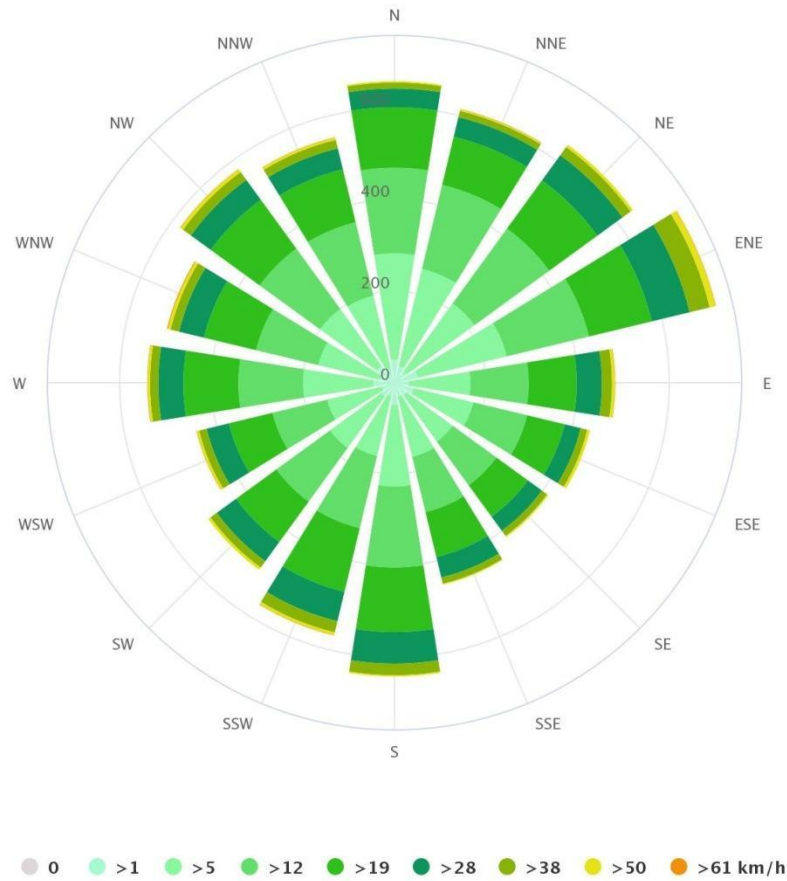


Рисунок 1.6 – Річна роза швидкості вітру (Криворізький район).

На території Криворізького району випадає недостатня кількість опадів, і це призводить до посушливих умов. Нерегулярний режим випадання опадів і часті посухи можуть негативно впливати на розвиток сільськогосподарських рослин.

У таких умовах може бути необхідне штучне зрошення, щоб забезпечити достатню кількість вологи для рослин. Штучне зрошення може бути важливим інструментом у сільському господарстві для збереження урожаю та підтримки виробництва.

Необхідність штучного зрошення залежить від розподілу опадів, водних ресурсів та конкретних вимог культур, що вирощуються. Важливо враховувати доступність водних джерел, технічні можливості для зрошення та економічну доцільність такої системи.

Штучне зрошення допомагає забезпечити воду для рослин в умовах недостатку опадів і може позитивно впливати на сільськогосподарське виробництво. Однак, його використання вимагає належного планування, управління водними ресурсами та ефективного використання зрошувальних систем.

Враховуючи особливості клімату та режиму опадів на території Криворізького району, штучне зрошення може бути важливим інструментом для забезпечення вологою сільськогосподарських угідь і збереження врожаю.

1.1.3 Принцип роботи теплової електростанції

Теплові електростанції мають ряд переваг, серед яких:

- відносно недорогі в будівництві та експлуатації.
- можуть бути побудовані в різних розмірах, від невеликих електростанцій, які можуть жити одну громаду, до великих електростанцій, які можуть жити цілі країни.

- надійні і можуть працювати тривалий час безперебійно.

Однак теплові електростанції мають і ряд недоліків, серед яких:

- виділення парникових газів, такі як вуглекислий газ, що сприяє зміні клімату.

- є забруднювачами повітря такими забруднювачами, як діоксид сірки та оксиди азоту.

- споживають велику кількість води, що може бути проблемою в районах з обмеженими водними ресурсами.

Незважаючи на свої недоліки, теплові електростанції все ще є важливим джерелом електроенергії в багатьох країнах. Оскільки світ

переходить до більш чистого енергетичного майбутнього, теплоелектростанції потрібно буде модифікувати, щоб зменшити їхні викиди та вплив на навколишнє середовище.

На вибір місця для будівництва теплової електростанції впливають різні фактори. При виборі теплоелектростанції слід враховувати наступні фактори.

1. Наявність палива. На більшості теплових електростанцій як паливо використовується вугілля. Електростанції використовуються для виробництва великої кількості електроенергії. А для цього потрібна більша кількість вугілля. Тому ТЕЦ розміщують біля шахти, щоб здешевити транспортування.

2. Транспортні засоби. На теплоелектростанції використовується кілька одиниць техніки. Ці механізми мають дуже великі розміри. Тому місце вибирається там, де є відповідні транспортні засоби. Для транспортування вугілля необхідний залізничний або автомобільний транспорт. Електростанцією обслуговують кілька техніків, робітників та інженерів. Тому місце розташування заводу вибрано там, де легко доступний громадський транспорт.

3. Наявність води. На теплоелектростанції для виробництва пари під високим тиском і високою температурою потрібна величезна кількість води. Тому необхідно, щоб завод розташовувався біля берега річки або в місці, де є безперервна подача води.

4. Наявність землі. Для встановлення теплоелектростанції потрібен великий простір. І вартість землі має бути низькою. Землю було обрано з урахуванням майбутнього розширення у разі необхідності. Завод потребує багатьох типів важкої техніки. Отже, земля повинна витримувати навантаження техніки, а фундамент повинен бути міцним.

5. Далеко від населеного пункту. ТЕС викидає димові гази, золу, пил і дим. А ці речі становлять небезпеку для людини. Тому необхідно, щоб станція розташовувалась далеко від міської зони. Навколишня атмосфера та

земля можуть пошкодитися через попіл і газу. Таким чином, місце, обране для теплової електростанції, повинно бути максимально віддаленим від населених пунктів і ферм.

Станція має кілька типів обладнання, наприклад генератор змінного струму, силовий трансформатор, вентилятори, насоси, турбіни тощо. Тому він створює шум у оточенні.

6. Золоутилізація. Після спалювання вугілля зола утворює 30-40% від загального споживання вугілля. А зола є основним побічним продуктом ТЕС. Її необхідна правильна утилізація золи.

Зола збирається з нижньої частини топки котла, і більшість частинок золи виводяться з газами. Отже, є дві системи обробки золи; одна – система обробки нижньої золи, а друга – система обробки летючої золи.

7. Поруч із центром навантаження. Електрична енергія виробляється від генератора змінного струму. А генератор змінного струму підключений до силового трансформатора для підвищення рівня напруги. Сила високої напруги передається до центру навантаження через лінію електропередачі. Отже, щоб зменшити вартість передачі, завод розташований поблизу центру навантаження.

Традиційні теплоелектростанції, також звані електростанціями спалювання, працюють з енергією, виробленою паровим котлом, що працює на вугіллі, природному газі, мазуті, а також на біомасі. Принцип роботи ТЕС залежить від циклу Ренкіна. На теплоелектростанції вугілля надходить із вугільного сховища та спалюється в котлі. Він перетворює воду на пару. Ця пара розширюється в первинному двигуні (тобто турбіні), який виробляє механічну енергію, що приводить в рух генератор змінного струму, з'єднаний з турбіною. Пара знову розширюється в турбіні і зазвичай конденсується в конденсаторі для подачі в котел. Але в реальній практиці перетворення тепла від спалювання вугілля в електричну енергію потребує деяких сучасних механізмів і вдосконалень, за яких воно працюватиме з

належною ефективністю. Загальна схема типової теплоелектростанції з різними схемами наведена на рисунку 1.7.

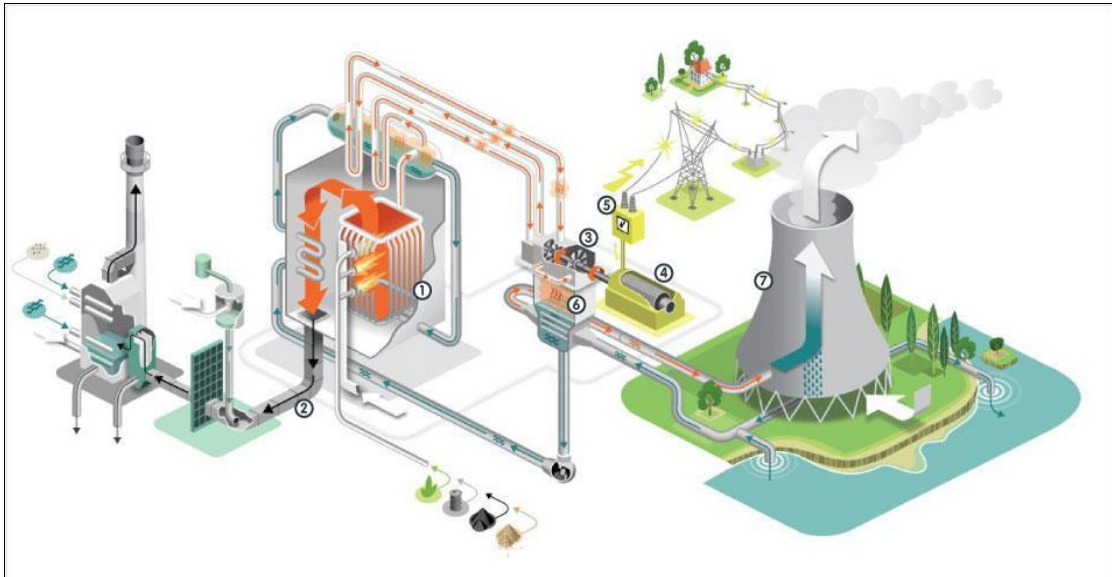


Рисунок 1.7 – Схема теплової електростанції: 1- паровий котел (бойлер); 2- електростатична турбіна; 3- турбіна згоряння; 4- генератор змінного струму; 5- трансформатор генератора; 6- конденсатор; 7- градирня.

Основні компоненти теплової електростанції:

1. Контур палива та золи. Паливо (вугілля) транспортується від пунктів постачання до електростанції дорогами, залізницею або водою і зберігається у вугільному складі. Як правило, вугілля доставляється на електростанцію залізничним вагоном, але у випадку малих електростанцій його можна транспортувати автомобільним або водним транспортом. Після цього це вугілля зберігається у вуглебазі. З вуглескладу воно транспортується на вуглерозвантажувальний завод. На заводі з переробки вугілля вугілля подрібнюють (тобто подрібнюють на дрібні шматочки), щоб збільшити його поверхневий натяг і сприяти швидкому спалюванню без використання великої кількості надлишкового повітря. Цей пиловугільний порошок подається конвеєром у бункери котла. Зараз вугілля зберігається в бункері котла і падає в бункери самопливом. З бункера необхідна кількість вугілля потрапляє або на решітку, або потрапляє в вуглерозкидачі. Якщо це падає на розкидачі вугілля, максимальне згоряння вугілля відбувається в повітрі, а

частина, що залишилася, спалюється на задньому кінці решітки. Колосникова решітка - це тип котла, де горіння регулюється швидкістю. Переміщення решітки від заднього торця до переднього торця здійснюється за допомогою розширювачів або без них; це рух спереду назад. Загальне згоряння вугілля в решітці регулюється його швидкістю. Після повного згоряння вугілля зола транспортерами брукту надходить на золошлакосховище для утилізації. Загалом можна сказати, що електростанція потужністю 100 МВт, яка працює з коефіцієнтом навантаження від 10% до 12%, може спалювати 20 000 тонн вугілля на місяць, а золи виробляється приблизно від 2000 до 3000 тонн на місяць.

2. Контур повітря та паливного газу. ТЕЦ складається з котла та іншого допоміжного обладнання, яке необхідно для утилізації повітря та димових газів. На наведеному вище зображенні видно, що повітря надходить з атмосфери вентилятором із примусовою або індукційною тягою через попередній нагрівач повітря. У повітропідігрівачі повітря нагрівається за рахунок тепла димових газів, які проходять до димоходу. Ці димові гази проходять через котел, супернагрівач, повітря на нагрівач і, нарешті, викидаються в атмосферу через димову трубу. Котел є необхідним обладнанням роботи теплоелектростанції. У котлі тепло виробляється в результаті спалювання вугілля, використовується для перетворення води на пару під високим тиском і температурою. Пара є вологим станом у котлі, і вона перетворюється в сухий і перегрітий стан за допомогою димових газів, коли вона пропускається через пароперегрівач. Перегріта пара означає, що температура пари вища за температуру кипіння води, і це надасть додаткові переваги турбіні. Ця пара підвищує загальний ККД турбіни та захищає лопатку турбіни від корозії. Економайзер і підігрівач повітря - це такі типи пристроїв, які відбирають тепло від димових газів на шляху до димоходу і підвищують температуру живильної води. Економайзер - це, по суті, нагрівач живильної води, який відбирає тепло від димових газів і підвищує температуру води, що подається, перед тим, як вона подається в котел. Для

спалювання вугілля також подається повітря. Підігрівач повітря також забирає тепло з димових газів, коли воно пропускається в нього. Підігрівач повітря збільшує нагрівання повітря, а також покращує загальну ефективність турбіни. Це також збільшує паропроодуктивність на квадратний метр поверхні котла. Тепер ця суха і перегріта пара подається на лопаті парової турбіни через головний клапан. Тут енергія пари перетворюється на механічну.

3. Контур живильної води та пари. Конденсована пара виходить із турбіни, а конденсат відбирається з конденсатора насосом для відведення конденсату. Відпрацьована пара пропускається через підігрівач живильної води низького тиску, де її температура підвищується відведеною парою. Живильна вода тепер перекачується деаератором до підігрівача живильної води високого тиску, де ця живильна вода нагрівається теплом від відведеної пари, що відбирається у відповідній точці парової турбіни. Деаератор призначений для зниження вмісту розчиненого кисню в живильній воді. Живильна вода подається в котел і проходить через економайзер, де нагрівається теплом димових газів. Це підвищить загальну ефективність. Частина пари та води втрачається, коли вони пропускаються через різні компоненти системи. Турбіна безпосередньо з'єднана з генератором змінного струму, який перетворює механічну енергію турбіни в електричну та подає електричний вихід на шину.

4. Контур охолоджувальної води. Вода для охолодження подається з природних джерел, таких як річка, канал, море тощо. Ця вода циркулює через конденсатор для конденсації пари. Це підвищить загальну ефективність роботи заводу. Циркулююча вода поглинає тепло від вихлопної пари і стає гарячою. Ця гаряча вода виходить із конденсатора та скидається у відповідне місце, наприклад, в озеро, річку тощо. Для забезпечення наявності холодної води протягом року використовується градирня. Під час дефіциту води гаряча вода конденсатора передається в градирню, де вона охолоджується.

Циркуляція охолоджуючої води в конденсаторі полягає в підтримці низького тиску в конденсаторі.

Газові електростанції комбінованого циклу (або парогазові турбінні установки): вони поєднують газову турбіну та традиційну теплову установку для виробництва електроенергії. На відміну від звичайних теплових електростанцій, залишкова енергія газів використовується для іншого циклу. Це одна з причин, чому подібні установки є більш ефективними (на 56%), також це означає, що вони виробляють менші викиди CO₂, ніж звичайні установки. Спочатку газ впорскується в турбіну згоряння. Він генерує пару, яка потім подається в іншу турбіну. Схема електростанції комбінованого циклу зображена на рисунку 1.8.

Турбіна згоряння та парова турбіна працюють у тандемі, щоб обертати один або більше генераторів змінного струму, які виробляють електроенергію. Відновлення доменного газу: виробництво електроенергії також можна отримати шляхом відновлення та переробки газів із виробництва чавуну та сталі (доменного газу, газу коксівного заводу, газу сталеливарного заводу), використовуючи традиційний котел (технологія, подібна до традиційних теплових електростанцій).) або в котлі-утилізаторі на газовій установці комбінованого циклу. Газові турбіни та турбореактивні агрегати: здебільшого використовуються для доповнення виробництва електроенергії іншими тепловими установками, газотурбінні та турбореактивні агрегати можуть дуже швидко взяти на себе роботу в разі збою інших електростанцій або неочікуваних піків споживання.

Газова турбіна і турбореактивні двигуни: компресор втягує повітря, стискає його і впорскує в камеру згоряння. Природний газ (газова турбіна) або гас (турбореактивний) впорскується в камеру спалювання. Гарячі гази згоряння обертають турбіну, яка приводить в дію генератор змінного струму для виробництва електроенергії. Схема теплової електростанції з газовою турбіною та турбореактивним двигуном зображена на рисунку 1.9.

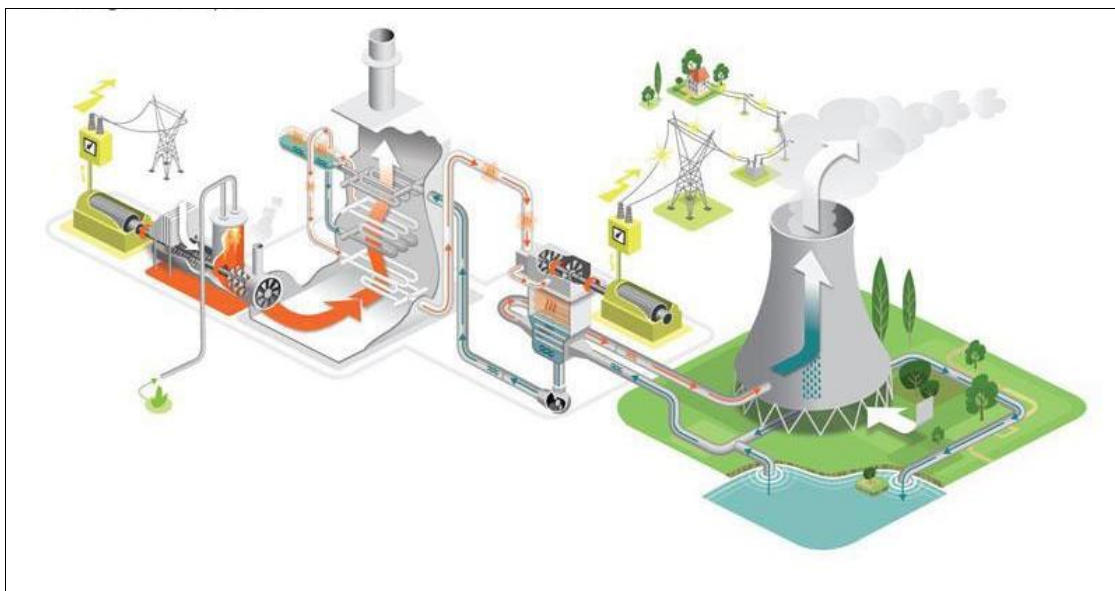


Рисунок 1.8 – Схема електростанції комбінованого циклу

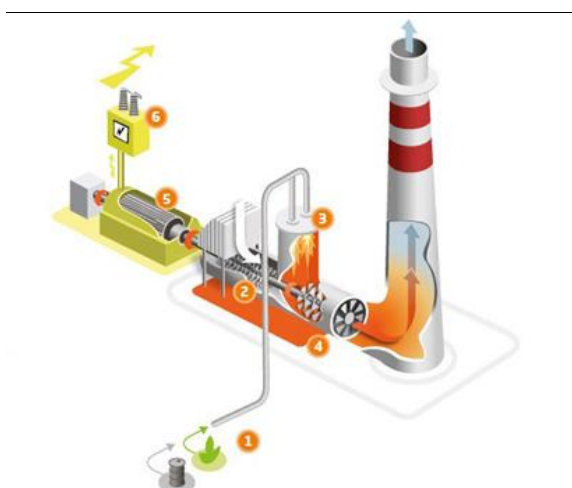


Рисунок 1.9 – Схема теплової електростанції з газовою турбіною та турбореактивним двигуном: 1- паливо (природний газ або гас); 2- компресор; 3- камера згоряння; 4- турбіна; 5- генератор; 6- трансформатор.

Когенераційні установки: вони виробляють тепло (їх основна роль) одночасно з електроенергією (їх другорядна роль) в одній установці та використовуючи одне паливо. Це дуже енергоефективне рішення. Завдяки відновленню теплової енергії, яка зазвичай втрачається при виробництві електроенергії, ці станції здатні виробляти електроенергію та тепло з ефективністю близько 90%, що становить великий інтерес для промислових об'єктів. Схема когенераційної установки зображена на рисунку 1.10.

Когенерація: генератор, що працює на газі, приводить в дію генератор змінного струму, який виробляє електроенергію. Тепло, рекупероване від охолодження двигуна та газів згоряння, нагріває водяний контур завдяки теплообмінникам.

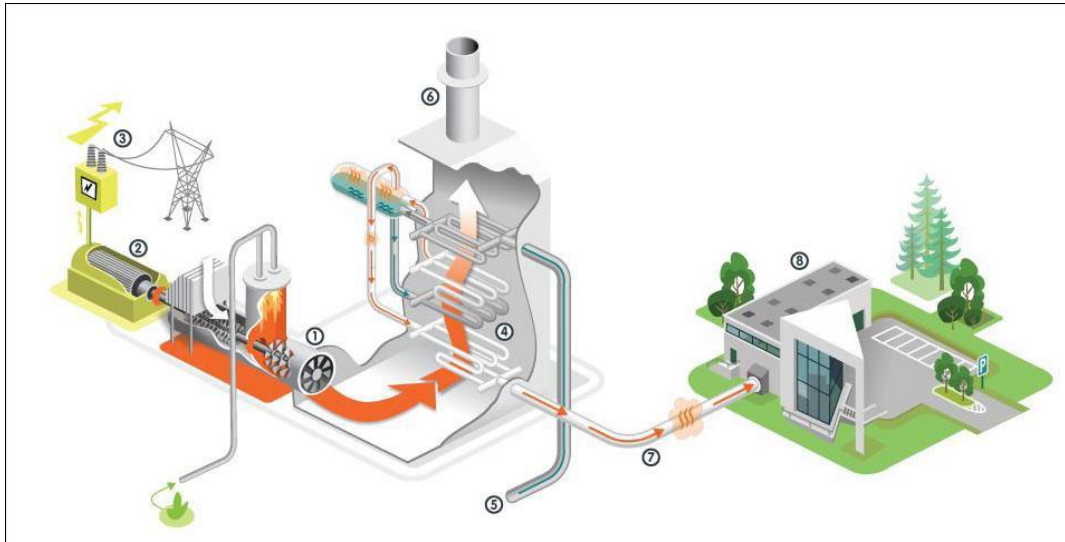


Рис. 1.10 – Схема когенераційної установки: 1- газова турбіна; 2- генератор; 3- трансформатор; 4- конденсаційний котел; 5- водогін; 6- димар; 7- паропровід; 8- тепло для клієнтів

1.1.4 Обладнання енергоблоків та їх технічні характеристики

В процесі приєднання України до Договору про Енергетичне Співтовариство на виконання зобов'язань в частині обмеження викидів забруднюючих речовин Міністерством енергетики та вугільної промисловості було розроблено Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок (далі – НПСВ), який був затверджений розпорядженням Кабінету Міністрів України №796-р від 08.11.2017 року.

НПСВ передбачає реконструкцію енергоблоків державних та приватних ТЕС і ТЕЦ з метою встановлення нового сучасного пилогазоочисного обладнання, що відповідає найвищим вимогам Європейського Союзу та поступову заміну енергоблоків новими.

Відповідно до НПСВ у 2017-2021 роках на ДТЕК Криворізька ТЕС відбулась реконструкція енергоблоку ст. № 1, що включала в себе наступні види робіт: заміна пальників на котлоагрегаті на малотоксичні пілогомазутні пальники, реконструкція основного та допоміжного котельного та турбінного обладнання, установка системи контролю та управління енергоблоку, заміна існуючих електрофільтрів на нові вискоефективні електрофільтри, впровадження системи безперервного моніторингу вихідних газів. Реконструкція та установка нових вискоефективних електрофільтрів призвела до скорочення викидів пилю на 111,3 т/рік. Концентрація пилю в димових газах не перевищить технологічних нормативів допустимих викидів з реконструйованих теплосилових установок і при будь-яких навантаженнях енергоблоку складе не більше 50 мг/нм³.

Відповідно до існуючого дозволу на викиди ДТЕК Криворізька ТЕС має 169 джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, з яких 116 – організованих, 16 – залпових та 37 – неорганізованих. Основними джерелами утворення забруднюючих речовин являються сім енергоблоків котлотурбінного відділення, решта – джерела викидів допоміжного виробництва: паливо-транспортного відділення, мазутонасосної №1, 2, хімічної лабораторії, хімічного відділення, роботи з механічної обробки металу, фарбувальні та зварювальні дільниці.

Станом на 01.01.2023 року встановлена потужність ДТЕК Криворізька ТЕС складає 2079 МВт:

- 1 енергоблок по 315 МВт, №1 з котлом П-50 та турбіною К-315-240-2;
- 3 енергоблоки 300 МВт №№2-4 з котлами П-50 та турбінами К-300-240-2;
- 1 енергоблок 282 МВт №5 з котлом ТПП-210А та турбіною К-300-240-2;
- 1 енергоблок 282 МВт №8 з котлом ТПП-210А та турбіною К-300-240;
- 1 енергоблок 300 МВт №10 з котлом ТПП-210А та турбіною К-300-240-2;[5]

Схема котла ТПП-210А, які встановлено на трьох енергоблоках Криворізької ТЕС наведено на рисунку 1.11.

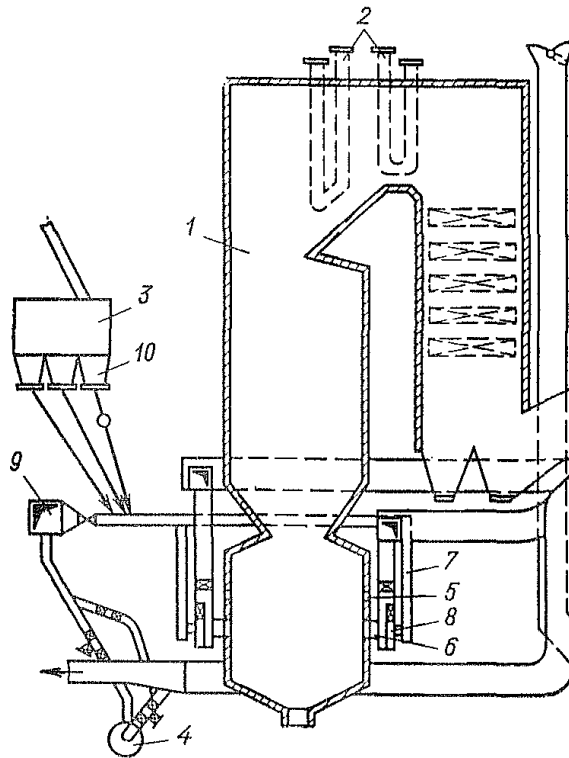


Рисунок 1.11 – Схема котла ТПП-210А: 1 - топкова камера; 2 - ширмові пароперегрівач; 3 - бункер пилу; 4 - вентилятор гарячого дуття; 5 - скидні сопла; 6 - пальники; 7 - центральне повітря; 8-вторинне повітря; 9 – короб первинного повітря; 10 – пиложивильник.

Енергоблок №1 несе основне навантаження на Криворізькій ТЕС. В 2017 році його реконструювали, продовжили термін служби обладнання, збільшили потужність енергоблоку з 282 МВт до 315 МВт. Другий етап модернізації був проведений у 2019 році. Після нього енергоблок №1 перевели з антрациту на українське газове вугілля, яке видобувають шахтарі Павлограда та Добропілля. Саме так ДТЕК забезпечує істотний внесок в енергонезалежність України. Завдяки зниженню питомої витрати палива після реконструкції цей енергоблок - найефективніший на Криворізькій ТЕС.

На Криворізької ТЕС встановлені дубль-блоки - на одну турбіну працюють два котла. Енергоблок №1 часто працює в однокорпусному режимі. Це є наслідком зниження енергоспоживання в енергосистемі України. Періоди зупинки одного з корпусів котла енергетики Криворізької ТЕС використовують для профілактичного ремонту[4].

1.1.5 Склад вугілля , що використовується на ТЕС

За радянських часів половину українських ТЕС проектували під антрацит. Він був у надлишку, тому і палили, не шкодуючи. Але через війну Україна залишилася без антрациту. Тому газове вугілля, яке видобувають в Україні, – єдина альтернатива. Однак воно легкозаймисте, і обладнання на ньому не працює. Доводиться переобладнувати теплоелектростанції. В таблиці 1.3 відображено ТЕС України, основним паливом яких є вугілля.

У процесі доставки вугілля на Криворізьку ТЕС використовується залізничний транспорт. Розвантаження вагонів з вугіллям проводиться в спеціалізованому підрозділі станції. Перш ніж вугілля потрапить до головного корпусу ТЕС або на склад, вагони спочатку перекидаються на вагоноперекидачі.

Для зберігання вугілля на ТЕС передбачені складські приміщення з ємністю 340 000 м³ (або 310 000 тонн). На складі встановлені три мостових рейферних перевантажувача з прольотом близько 107 метрів. Тракт подачі палива на склад і зі складу є одностороннім. Ширина стрічки конвеєрів складає 1500 мм, а їх продуктивність становить 900-1200 тонн на годину. Для видачі палива на складі і зі складу можуть використовуватись як бульдозери, так і перевантажувачі. Також на складі передбачений завантажувальний бункер з живильником.

Існуючий склад вугілля розташовується на відстані 150 метрів від головного корпусу ТЕС. Це забезпечує зручний доступ до палива для подальшого використання в енергетичних процесах ТЕС.

Якість енергетичного вугілля, яке спалювалось українськими ТЕС до недавня, не досягала проектних значень і характеризувалась зниженою калорійністю та підвищеною зольністю. ТЕС в Україні збудовано з розрахунком на використання вугілля з теплотою згоряння 6 600 ккал/кг, зольністю до 17% і вмістом сірки не більше 1,0%. Проте калорійність

вугілля, яке ще кілька років тому надходив на ТЕС, становила лише 5 277 ккал/кг за зольності 22,0%.

Таблиця 1.3 – Теплові електростанції України

Назва ТЕС	Потужність, МВт	Марка вугілля	Область
Бурштинська ТЕС	2300	Г	Івано-Франківська
Вуглегірська ТЕС	3600	ГСШ	Донецька
Добротвірська ТЕС	600	Г	Львівська
Запорізька ТЕС	3600	ГСШ	Запорізька
Зміївська ТЕС	2175	АШ, Т	Харківська
Зуївська ТЕС	1270	Г	Донецька
Криворізька ТЕС	2820	Г	Дніпропетровська
Курахівська ТЕС	1460	Г	Донецька
Ладизинська ТЕС	1800	ГСШ	Вінницька
Луганська ТЕС	1450	АШ	Луганська
Миронівська ТЕС	115	Г	Донецька
Придніпровська ТЕС	2400	АШ	Дніпропетровська
Слов'янська ТЕС	880	АШ, Т	Донецька
Старобешівська ТЕС	2275	АШ, Т	Донецька
Трипільська ТЕС	1800	АШ	Київська

Знижена якість вугілля призводила до збільшення обсягів шкідливих викидів в атмосферу. Використання вугілля нижчого гатунку, порівняно з проектним, збільшувало обсяги питомих викидів оксиду сірки та твердих часток на 30–40% на 1 кВт*г виробленої електроенергії. Крім того, висока зольність вугілля призводила до підвищеного ерозійного зношення обладнання, збільшення витрат електроенергії на власні потреби ТЕС, що суттєво збільшувало експлуатаційні витрати та знижувало ККД електростанції.

Спалювання українських антрацитів, що є проектним паливом для близько 50% вітчизняного енергетичного обладнання, створює додаткові витрати. Довготривалий видобуток антрацитів призвів до необхідності розробки пластів глибокого залягання, які містять низькорекційне

антрацитове вугілля, яке навіть для найсучасніших пиловугільних котлів потребує використання газу для активізації процесу горіння.

З 2018 року ДТЕК Придніпровська ТЕС і ДТЕК Криворізька ТЕС знизили свій вплив на довкілля завдяки зменшенню обсягів виробництва електроенергії, зменшенню витрат палива, а також використанню якіснішого українського вугілля газових марок.

Українське вугілля більш калорійне та його витрата для виробництва 1 кВт·год електроенергії нижча, ніж антрациту, який донедавна використовувався на ДТЕК Криворізькій ТЕС. З переходом станції на газове вугілля появилася тенденція скорочення витрачання палива, а отже, вугілля треба спалювати менше. Тільки по ДТЕК Криворізькій ТЕС споживання вугілля за перше півріччя 2021 року скоротилося на 118 тис. тонн. Також завдяки переходу з антрациту на газову марку вугілля і змішуванню цього палива з різних родовищ на 29% знизилася частка сірки. У такий спосіб ДТЕК повністю виконує взяті на себе зобов'язання спалювати вугілля із сіркою не більш ніж 1,3%.

Криворізька ТЕС скоротила викиди завдяки роботі на мінімальному завантаженні, оскільки станції, які працюють на імпортному антрациті, включаються в енергосистему останніми. Через це станція припиняла свою роботу на тривалі періоди впродовж літа 2021 року.

Скорочення викидів на Придніпровській і Криворізькій ТЕС призвело до відповідного зменшення екологічного податку, який підприємство сплачує до бюджетів всіх рівнів за викиди забруднювальних речовин.

В 2017 р. ДТЕК інвестував 860 млн. грн у реконструкцію енергоблока №1 Криворізької ТЕС і встановлення нового очисного обладнання. Реконструйований енергоблок включився в мережу з електрофільтрами, які дали змогу знизити викиди твердих частинок в атмосферу до рівня вимог національного та європейського законодавства.

1.2 Дослідження об'єкту реконструкції з екологічної точки зору

Електростанція може впливати на навколишнє середовище своєю конструкцією та роботою. Ці ефекти, або вплив, може бути як тимчасовим, так і постійним. Електростанція та її допоміжні компоненти (наприклад, газопроводи, водозабори та водовідведення, системи доставки та зберігання вугілля, лінії електропередач і золозвалища) займають простір на землі та в повітрі, використовують воду ресурсів і, в багатьох випадках, викидають забруднюючі речовини в атмосферне повітря. Забруднення ґрунтів робить неможливим використання земель, а також може вплинути на сьогоденне або майбутнє використання прилеглих земельних ділянок. Вуглеспалювальні установки включають деякі відносно високі будівлі та високі витяжні труби. Висота приміщень та устаткування станції може спричинити проблеми з безпекою для літаків або мати негативний візуальний вплив на місцеве населення.

Електростанції, що працюють на викопному паливі, спалюють паливо, щоб виробляти або гаряче повітря, або пару, необхідні для обертання силові турбіни, що виробляють електроенергію. При спалюванні палива утворюються вихлопні гази та інші викиди, в т.ч. забруднювачі повітря. Використання води для виробництва пари вимагає наявності великої кількості води з сусідніх річок або озер, або з місцевих підземних водоносних горизонтів, яка проходить процедуру очистки. У деяких випадках надлишки води необхідно відводити з електростанції після використання. Кількість використаної води, що скидається, температура води, що випускається, і концентрація забруднень - це чинники, які треба враховувати при аналізі скидів.

Також при спалюванні викопного палива утворюються різні тверді відходи, і їх утворюється в дуже великій кількості. Спалювання вугілля утворює золу як тверді відходи. Електростанції, які використовують воду для

створення пари або охолодження, повинні часто фільтрувати та очищати воду перед скиданням у поверхневі води. Відфільтровані тверді речовини є відходами, які повинні утилізуватись належним чином. Для охолодження використовується вода, яка декілька разів проходять через градирні, щоб зменшити тепло. Повітря, яке нагрівається водою в градирні йде в атмосферу, переносючи велику кількість води як пари, в деяких випадках мільйони метрів кубічних на день. Саме тому споживання води електростанцією є досить великим.

Деякі аспекти будівництва та експлуатації електростанції можуть мати шкідливий вплив на громаду, в якій побудована електростанція. Будівництво електростанції, може розглядатися навколишніми землевласниками та іншими громадянами як фактор, який може вплинути на естетику спільноти чи бізнес. Витрати на громадські послуги, такі як поліція, пожежна охорона, швидка медична допомога та контроль дорожнього руху може збільшитися. Додаткові вимоги можуть ставитися до потужностей муніципального водопостачання чи очисників стічних вод, або до систем управління твердими відходами. Постачання вугілля на ТЕС вимагає ефективної, надійної та тривалої роботи - вчасні поставки вугілля, зазвичай залізницею або баржею. Процес роботи електростанції також супроводжується шумом та вібрацією. Градирні діючої електростанції також можуть утворювати туман і бруд. Негативним може бути вплив від будівництва допоміжних об'єктів, таких як системи підтримки електростанції та інфраструктури, залізничні лінії, дороги, лінії природного газу, лінії води або пари, а також лінії електропередачі. По трубопроводах транспортують воду, пару і природний газ. Трубопроводи часто вимагають риття траншей, які можуть вплинути на житлові двори, дороги, поля ферм, ліси, або водно-болотні угіддя.

Але від роботи станції може бути позитивний вплив на громаду, наприклад, робочі місця для місцевих жителів і постачання тепла в опалювальні системи. Криворізька ТЕС є містоутворюючим підприємством

міста Зеленодольськ. Велика частка бюджету громади- це екологічний податок, а також податок з заробітної плати робітників станції.

1.2.1 Вплив підприємства на водне середовище та ґрунти

Поверхневі води є одним із найважливіших елементів навколишнього природного середовища. Надто інтенсивна їх експлуатація може призвести до несприятливих і незворотних змін у водному середовищі та гідрогенних зонах. Цей домінуючий фактор у формуванні навколишнього середовища та клімату також впливає на функціонування енергетичного сектору. Це серйозна кількісна та якісна екологічна проблема. Кількісна, тому що дедалі частіші низькі рівні води та стоку внаслідок зміни клімату порушують нормальну роботу електростанцій чи ТЕЦ, а інколи навіть небезпечні для технологічних пристроїв. Якісно, оскільки підігрів води у відкритих водопроводах призводить до теплового забруднення, що впливає на біологічне життя у водах річок, озер, водосховищ. Крім того, необхідно підтримувати стоки в річках, які є необхідними для біологічного життя, через екологічні цілі.

Якщо вода використовується для виробництва пари для парових турбін або для охолодження пари для повторного використання в системі, вода часто береться з підземних водоносних горизонтів. Відкачування великої кількості підземних вод створює «конус депресії» навколо колодязя, знижуючи рівень води у водоносному горизонті для деяких відстаней від колодязя. Це може вплинути на продуктивність міських та інших колодязів поблизу, може вплинути на життєздатність залежних від підземних вод ресурсів у цьому районі, таких як озера, водно-болотні угіддя, джерела.

Вплив на якість води та водні екосистеми. Багато проблем виникають одночасно, коли нагріта вода надходить у водну екосистему. Найбільш негайною зміною є зниження рівня розчиненого кисню та підвищення рН. Тепла вода не може утримувати стільки розчиненого кисню, скільки

холодна вода, а органічні речовини розкладаються швидше при високих температурах. Збільшення концентрації розкладених водних поживних речовин викликає евтрофікацію, яка найчастіше реалізується у вигляді цвітіння водоростей, які блокують сонячне світло для підстилаючих водних рослин. Велика кількість водоростей є легким джерелом їжі для аеробних мікробів, популяція яких стрімко зростає та ще більше виснажує розчинений кисень. Низький рівень кисню створює гіпоксичні мертві зони, які не можуть підтримувати більшість водних організмів.

Крім того, швидко нагріта вода прискорює метаболізм холонокровних водних тварин, таких як риба, спричиняючи недоїдання через недостатню кількість джерел їжі. Оскільки навколишнє середовище зазвичай стає більш непривітним для водної фауни місцевості, багато видів залишають, тоді як більш вразливі види можуть загинути, змінюючи біорізноманіття як початкових, так і заселених місць.

Різні типи та конструкції електростанцій мають широкий діапазон вимог до землі. Тепловим електростанціям, які використовують вугілля в якості палива, потрібна земля не лише для котлів і турбін, а й для залізничних колій, відвалів для зберігання вугілля та звалища золи. Станції, що працюють на природному газі, як правило, потребують менше місця, ніж вугільні чи атомні, але потребують більшого місця для лінії подачі природного газу та іноді великий резервуар нафти для резервного палива.

Якщо станція виробляє пару і пара продається іншим промисловим підприємствам поблизу (когенерація), потрібен великий паропровід, який має бути встановлений та винесений за межі електростанції до користувача пари.

Електростанції, які побудовані на ділянках, де місцеві вважають, що вони «недоречні», використовують додаткову землю як буфер. Цей буфер мінімізує візуальні та шумові ефекти шляхом збільшення відстані до найближчих будинків.

1.2.2 Вплив підприємства на повітряне середовище

В наслідок розвитку суспільства ми виявляємо все більше забруднюючих речовин, які сприяють негативним наслідкам зміни клімату та глобальному потеплінню. Багато з цих забруднювачів надходять з промислових та енергетичних підприємств, і незалежно від того, наскільки вони зведені до мінімуму, завжди будуть деякі забруднювачі, які потраплятимуть у навколишнє середовище. Теплові електростанції відомі тим, що виробляють широкий спектр забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу.

Відомо, що теплові електростанції викидають багато парникових газів і золи, які є побічними продуктами спалювання викопного палива. Хоча деякі теплові електростанції дійсно використовують сонячну або ядерну енергію, вони значною мірою залежать від викопного палива.

Вугільна електростанція викидає в повітря кілька забруднюючих речовин. До них належать двоокис сірки (SO), чадний газ (CO), оксиди азоту (NO_x) та озон (O). Також викидаються зважені тверді частинки (SPM), свинець і неметанові вуглеводні.

Вуглекислий газ є одним із основних газів, які виділяються під час спалювання викопного палива, і, як відомо, є парниковим газом і спричиняє глобальне потепління. З усіх газів, що виділяються теплоелектростанціями, вуглекислий газ є основним, а теплоелектростанції є одним із основних джерел збільшення рівня вуглекислого газу в усьому світі.

Діоксид сірки – ще один газ, який виділяється на електростанціях. Хоча технічно це не парниковий газ, відомо, що він має непрямий вплив на атмосферу, оскільки може впливати на розсіювання сонячного світла, утворення хмар і режим опадів. Тому в багатьох випадках він вважається непрямим парниковим газом. Діоксид сірки утворює в атмосфері сірчану кислоту. Потім вона може повернутися на Землю у вигляді кислотних дощів і

вплинути на різні екосистеми. Рівень діоксиду сірки, що виділяється теплоелектростанціями, залежить від кількості сірки у вугіллі, яке використовується, де вугілля містить у середньому від 0,1 до 3,5% сірки залежно від типу. Теплоелектростанції також є найбільшими викидами діоксиду сірки в усьому світі.

Оксиди азоту — ще один набір газів, які викидаються в атмосферу тепловими електростанціями. Теплові електростанції також є одними з найбільших джерел глобального рівня оксиду азоту. Оксиди азоту технічно не є парниковими газами, але вони мають непрямий вплив на атмосферу. Відомо, що оксиди азоту викликають проблеми з видимістю та диханням, а також вони можуть поєднуватися з іншими атмосферними газами та вологою, утворюючи кислотні дощі та смог.

Іншим великим забруднювачем атмосфери є зола. Зола часто містить шкідливі тверді частинки, а також важкі метали. Зола може мати кілька ефектів; він може потрапити у водні шляхи та ґрунт, куди б він не потрапив (це не обов'язково має бути місцеве середовище) і змінити лужність ґрунту/води, що може зробити ґрунт непридатним для сільськогосподарських цілей, а воду – непитною, і це може спричинити проблеми з видимістю. Попіл і тверді частинки, що містяться всередині, також є основною причиною смогу, який спостерігається в багатьох містах світу в набагато більш частому та небезпечному масштабі.

Зола містить тверді частинки, відомі як PM 2,5, тобто частинки діаметром 2,5 мікрон або менше. Ці частки небезпечні для людини, оскільки вони досить малі, щоб потрапити в легені та викликати проблеми з диханням. Міста в усьому світі спостерігають високий рівень PM 2,5 через часті напади смогу.

Будь-який процес горіння є джерелом утворення NO_x. Вони утворюються при спалюванні азоту, що міститься в паливі, і кисню, що міститься в повітрі. Утворення NO_x більше з підвищенням температури горіння.

Також відбуваються подальші утворення основних парникових газів: вуглекислий газ (CO₂), який утворюється в результаті змішування CO з атмосферним киснем, і закис азоту (NO_x), який утворюється в результаті зчеплення NO_x з атмосферним киснем.

Подібним чином SO_x (оксиди сірки) є сумішшю сірки в паливі та кисню з повітря. Діоксид сірки (SO₂) є поширеним забруднювачем від вугільних електростанцій. Іноді через надлишок кисню також утворюється SO₃, який змішується з водою в атмосфері, викликаючи кислотні дощі. SPM від вугільних електростанцій - це в основному сажа, дим і дрібні частинки пилу, які викликають астму та респіраторні захворювання.

1.2.3 Вплив на місцеве середовище

Теплове забруднення є однією з найбільших проблем місцевого середовища. Коли вода на електростанції більше не придатна для використання, вона часто скидається в місцевий водний шлях. Ця стічна вода зазвичай має вищу температуру, ніж місцева природна вода, тому вона може підвищити температуру води, що, у свою чергу, може мати негативний вплив на місцеву екосистему. Крім того, ці стічні води часто містять метали та металоїди, які розчинилися, наприклад бор, миш'як і ртуть, що також може вплинути на баланс місцевої екосистеми.

Однак не тільки скидання води впливає на місцеве довкілля. Незважаючи на те, що зола викидається через димову трубу, наслідки її виділення можуть потрапити в місцеве середовище поблизу електростанції. Хоча сам попел може бути проблематичним, часто саме те, що міститься в попелі, впливає на місцеву екосистему. Викинутий попел може знову містити іони металів, які можуть вийти в місцеву екосистему, але він також може містити радіоактивні нукліди (радіонукліди). Хоча багато радіонуклідів залишається всередині електростанції, деякі з них можуть вийти, і оскільки вони є радіоактивними, вони можуть впливати на багато аспектів місцевого

середовища — від водних шляхів до ґрунту, рослинності та будь-яких людей і тварин, які живуть у цьому місці. околиці заводу. Попіл і компоненти, що містяться в ньому, також можуть вимиватися у системи водопостачання, які використовуються для споживання людиною, і це може зробити місцеву воду непридатною для пиття для навколишньої громади.

У той час як викид певних забруднювачів впливає на флору і фауну в межах локального середовища, земля, необхідна для будівництва цих електростанцій, має значний вплив на місцеві середовища існування ще до початку процесів на електростанції — і може знищити багато середовищ існування, місцеві екосистеми та місцеві харчові ланцюги, навіть не вивільняючи жодних забруднюючих речовин.

Загалом, із створенням електростанцій та їхніми подальшими процесами, середовища існування, які залишаються, негативно змінюються, а стоки з заводу можуть мати значний вплив на місцеву екосистему. З глобальної точки зору, багато парникових газів зараз викидаються в атмосферу і стали основним техногенним фактором зміни клімату та глобального потепління. Незважаючи на те, що на багатьох електростанціях було вжито заходів для зменшення викидів у навколишнє середовище, це може бути надто пізно, оскільки докільню вже завдано значної шкоди.

1.2.4 Визначення категорії небезпечності підприємства і санітарно – захисної зони

Крім перелічених вище складових, що забруднюють довкілля в процесі роботи обладнання ТЕС, виникають локальні шкідливі складові, які утворюються внаслідок роботи обладнання для підготовки палива (вугілля) та хімічного очищення води. Це, перш за все, шумовібраційні та хімічні складові. В результаті роботи генераторів, трансформаторів, іншого перетворюючого та розподільчого обладнання виникають також окремі

локальні шкідливі складові, які пов'язані з електромагнітними, шумовібраційними та тепловими процесами.

При виникненні аварійних ситуацій (пошкодження топково-котельного обладнання, системи димових фільтрів та ін.) можливе різке посилення забруднюючого впливу на довкілля продуктами згоряння ТЕС. Локальне забруднення виникає також внаслідок аварій потужних трансформаторів, що може супроводжуватись викидом трансформаторного мастила і пожежами.

Санітарно-захисні зони встановлюються навколо об'єктів, що можуть виділяти шкідливі речовини, запахи, шум, вібрацію, ультразвук, електромагнітні хвилі, електронні поля, іонізоване випромінювання тощо. Головна мета створення таких зон - забезпечення захисту населення від можливих негативних впливів цих факторів на здоров'я.

Санітарно-захисні зони можуть бути встановлені навколо промислових підприємств, заводів, електростанцій, автомагістралей, аеропортів та інших подібних об'єктів. Ці зони можуть визначатися законодавством або нормативно-технічними документами, і вони мають регулювати відстань між об'єктом і населеними пунктами, житловими будинками, загальнодоступними територіями та іншими об'єктами.

Створення санітарно-захисних зон є важливою процедурою для забезпечення безпеки та здоров'я населення, а також для зменшення негативного впливу шкідливих факторів на навколишнє середовище.

Залежно від джерел впливу на здоров'я населення, санітарно-захисна зона може бути встановлена на підставі нормативних документів (Правила № 173; Закон України «Про охорону атмосферного повітря» тощо) і за результатами фактичних досліджень джерел впливу (матеріалів інвентаризації викидів, протоколів дослідження повітря населених місць, протоколів дослідження шумового, акустичного забруднення).

Криворізька ТЕС, як будь-яке інше енергетичне підприємство, є джерелом забруднення атмосферного повітря шкідливими речовинами та

неприємного запаху. Це зв'язано з технологічними процесами, які включають викиди шкідливих речовин в атмосферу.

Джерелами забруднення атмосфери можуть бути викиди, які здійснюються через спеціальні труби, а також неорганізовані викиди, які відбуваються через поверхні, що димлять і парують, технологічні установки та інші споруди. Крім того, місця розвантаження сировини, промпродуктів або відкриті склади також можуть сприяти забрудненню повітря шкідливими речовинами.

Для зменшення негативного впливу на довкілля та забезпечення відповідності екологічним стандартам, підприємства, як Криворізька ТЕС, зазвичай застосовують спеціальні системи очищення газів та контролю викидів. Ці системи спрямовані на зменшення кількості шкідливих речовин, що потрапляють в атмосферу, та мінімізацію впливу на довкілля.

Державні нормативи та вимоги щодо охорони довкілля мають застосовуватися під час проектування, будівництва та експлуатації енергетичних об'єктів, що допомагає зменшити негативний вплив на повітря та довкілля.

Також воно є джерелом шуму, вібрації, статичної електрики, електромагнітних й іонізованих випромінювань й інших шкідливих чинників. Саме тому Криворізька ТЕС віднесена до II категорії небезпеки і санітарно-захисна зона відповідно складає 500 м. В таблиці 1.4 відображено категорії небезпечності підприємств і граничні значення категорії небезпечності підприємства, а також розміри санітарно-захисних зон.

Таблиця 1.4 – Категорії небезпечності підприємств і граничні значення категорії небезпечності підприємства

Категорії небезпечності	Значення КНП	СЗЗ, м
I	>108	1000
II	108 > КНП > 104	500
III	104 > КНП > 103	300
IV	<103	50-100

Мінімальна відстань від джерел основного виробництва, таких як труби котлоагрегатів, до межі приватних земельних угідь становить 600 метрів у північному напрямку та 760 метрів у південному напрямку. Це вказує на те, що промисловий майданчик Криворізької ТЕС знаходиться на відстані, яка відповідає встановленим санітарно-захисним вимогам до житлових та інших населених об'єктів.

В межах санітарно-захисної зони відсутні житлові будинки, дитячі дошкільні установи, загальноосвітні школи, установи охорони здоров'я та відпочинку, спортивні споруди, сади, парки, садівницькі товариства й городи. Це означає, що в зазначеній зоні немає населених об'єктів та об'єктів соціальної інфраструктури, які можуть бути піддані негативному впливу з боку промислового виробництва.

Відсутність об'єктів природно-заповідного фонду та курортної зони в районі розташування промислового майданчика свідчить про те, що навколишнє середовище не має особливо захищених природних або рекреаційних зон, що потребують додаткового врахування й охорони у зв'язку з промисловою діяльністю.

Зазначені факти вказують на те, що санітарно-захисна зона, створена навколо Криворізької ТЕС, дотримує встановлені норми та дозволяє відокремити промисловий об'єкт від населених та соціальних об'єктів, мінімізуючи можливий негативний вплив на довкілля та здоров'я людей.

2 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз методів та заходів щодо зменшення викидів в атмосферне повітря

2.1.1 Характеристика викидів на підприємстві

На рисунку 2.1 зображено супутникове фото Криворізької ТЕС, отримане за допомогою сайту Google earth.



Рисунок 2.1 – ДТЕК Криворізька ТЕС (фото отримано за допомогою сайту Google earth)

Відповідно до існуючого дозволу на викиди ДТЕК КРИВОРІЗЬКА ТЕС має 169 джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, з яких 116 – організованих, 16 – залпових та 37 – неорганізованих. Основними джерелами утворення забруднюючих речовин являються сім енергоблоків котлотурбінного відділення, решта – джерела викидів допоміжного виробництва: паливо-транспортного відділення, мазутонасосної №1, 2,

хімічної лабораторії, хімічного відділення, роботи з механічної обробки металу, фарбувальні та зварювальні дільниці.

На території Криворізької ТЕС можна виділити три основні джерела розповсюдження шкідливих викидів: золівдвали, димові труби та стічні води.

Викиди із димових труб є значним джерелом забруднення повітря. Під час спалювання вугілля на ТЕС утворюються продукти згоряння, які містять летючу золу, недопалений пил, сірчистий ангідрид, оксиди азоту та інші газоподібні продукти неповного згоряння. При спалюванні мазуту також утворюються сполуки ванадію, солі натрію, кокс та частки сажі. У золі, що утворюється під час спалювання, можуть міститися шкідливі речовини, такі як миш'як, діоксид кремнію, оксид кальцію та інші.

Продукти згоряння викопного палива, зокрема вугілля, становлять основні забруднюючі речовини атмосфери. Вони містять різні токсичні сполуки, які можуть мати негативний вплив на якість повітря та здоров'я людей.

Одним із способів зменшення впливу на довкілля є застосування сучасних технологій очищення викидів та контроль їх параметрів, а також впровадження заходів щодо енергоефективності та використання більш екологічних джерел енергії.

Продукти згоряння викопного палива- основні забруднюючі атмосферного повітря . До них відносяться: оксиди сірки, азоту, вуглецю, суспендовані тверді частинки (завислі речовини):

1) оксид сірки (IV) (діоксид сірки, двоокис сірки, сірчистий газ, сірчистий ангідрид) - безбарвний газ із різким запахом. Це рідина під тиском, і вона дуже легко розчиняється у воді . Діоксид сірки в повітрі надходить переважно внаслідок спалювання вугілля та нафти на електростанціях або виплавки міді . У природі діоксид сірки може виділятися в повітря в результаті виверження вулканів. Токсичний;

2) оксид азоту (I) - Безбарвний солодкуватий газ. Він також відомий як «звеселяючий газ». Тривале вдихання парів може завадити процесу прийняття рішень. Він негорючий, але прискорює горіння горючого матеріалу під час пожежі. Він розчинний у воді. Його пари важчі за повітря. Тривалий вплив тепла або вогню на контейнер з цим газом може призвести до різкого розриву та вибуху. Він використовується як анестетик, в упаковці під тиском і для виробництва інших хімічних речовин.;

3) оксид вуглецю (II) CO утворюється при неповному згорянні палива. Чадний газ, безбарвний газ без запаху. Тривалий вплив атмосфери, багатой чадним газом, може бути смертельним. Оксид вуглецю (II) дуже отруйний. Легко запалюється. Він просто легший за повітря, і полум'я може дуже легко спалахнути назад до джерела витоку. Під тривалим впливом вогню або сильного тепла контейнери з цим газом можуть вибухнути;

4) Суспендовані тверді частинки, які включають пил, золу, сажу, дим, сульфати, нітрати та інші складові, є результатом згорання різних видів палива і виробничих процесів. Вони можуть утворюватися під час спалювання вугілля, мазуту, газу або інших паливних матеріалів.

Пил і недопалений пил є одними з основних складових частинок. Вони утворюються внаслідок неповного згорання палива або при руху повітря над поверхнями, що димлять або парують. Зола, яка також входить до складу суспендованих частинок, утворюється під час спалювання вугілля та містить різноманітні неорганічні сполуки.

Сажа є іншим важливим компонентом суспендованих твердих частинок. Вона утворюється при неповному згорянні вуглеводнів та інших органічних сполук, які містяться в паливі. Сажа може мати високий ступінь токсичності та впливати на якість повітря.

Крім того, суспендовані тверді частинки можуть містити сульфати, нітрати та інші хімічні сполуки. Вони утворюються внаслідок хімічних реакцій між викидами та атмосферними компонентами, такими як оксиди сірки та азоту.

Контроль та зменшення викидів суспендованих твердих частинок є важливим завданням для забезпечення якості повітря та охорони довкілля. Використання сучасних технологій очищення викидів та енергоефективних процесів допомагають зменшити рівень забруднення повітря такими частинками.

Викиди пилу з Криворізької ТЕС, які потрапляють в атмосферу, можуть осідати на прилеглому ґрунтовому покриві на відстані до 30 км. Під впливом повітряних потоків пил разом з розігрітим повітрям переноситься в повітряних масах та поступово осідає на поверхню землі.

Ці викиди пилу та інших забруднюючих речовин з ТЕС можуть негативно впливати на здоров'я населення, яке проживає у прилеглих територіях. Особливо важливою є інгаляційна експозиція вугільної золи та пилу, які містяться у підвищених концентраціях в атмосфері в районах, що межують з Криворізькою ТЕС.

Вугільна зола та пилові викиди містять різні токсичні речовини, які можуть мати негативний вплив на дихальну систему та загальний стан здоров'я людей. Інгаляція великих концентрацій пилових частинок може призводити до подразнення дихальних шляхів, запалення легень, а також сприяти розвитку алергічних реакцій та інших захворювань.

Зменшення викидів пилу та інших забруднюючих речовин з ТЕС та вжиття заходів для зменшення їх впливу на довкілля та здоров'я населення є важливим завданням. Це може включати впровадження сучасних технологій очищення викидів, використання енергоефективних процесів та здійснення ефективного контролю за якістю повітря

В таблиці 2.1 відображено вплив вугільної золи та пилових викидів на здоров'я населення.

Таблиця 2.1 – Вплив вугільної золи та пилових викидів на здоров'я населення [8]

Хвороби	Рівень захворювання (кількість разів)
органів дихання	1,9
органів травлення	2,6
систем кровообігу	1,6
ендокринної системи, розладів харчування, обміну речовин	3,4
вроджені аномалії	1,4

Відсотковий вміст забруднюючих речовин у валових викидах представлено на діаграмі (рисунок 2.2).

Згідно діаграми найбільшу частку в забрудненні атмосфери складає оксид сірки – 70,4%. Викиди оксидів азоту- 17,8%, а суспендованих твердих частинок (завислих речовин) – 10%. Частка інших валових викидів забруднюючих речовин є незначною і практично не впливає на загальний баланс забруднення атмосфери.

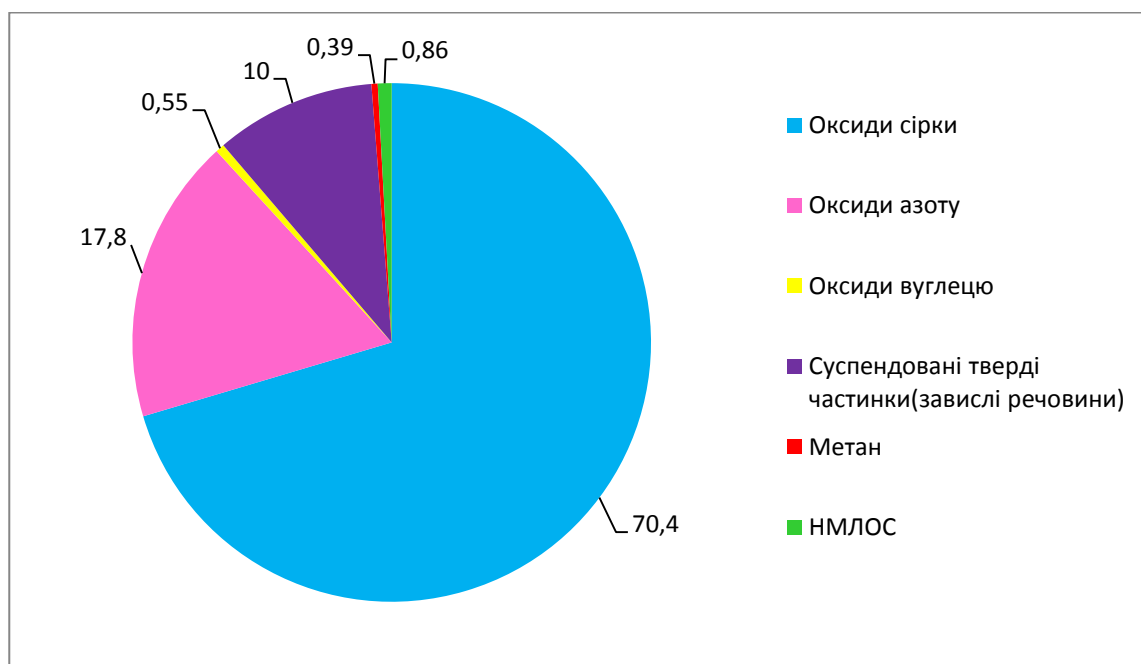


Рисунок 2.2 – Вміст забруднюючих речовин у валових викидах Криворізької ТЕС.

Визначення гранично допустимих викидів забруднюючих речовин з ТЕС здійснюється на основі гігієнічних критеріїв. Один з таких критеріїв - це відповідність розрахункових приземних концентрацій забруднюючих

речовин на межі санітарно-захисної зони гігієнічним нормативам гранично допустимих концентрацій (ГДК) в атмосферному повітрі. Ці нормативи встановлюються з метою обмеження негативного впливу забруднюючих речовин на навколишнє середовище та здоров'я населення.

Гігієнічні нормативи ГДК встановлюються для різних видів забруднюючих речовин і враховують їх потенційну шкідливість. Ці нормативи встановлюються органами охорони здоров'я на підставі наукових досліджень та епідеміологічних даних.

Дотримання гранично допустимих викидів і відповідність розрахункових концентрацій на межі санітарно-захисної зони гігієнічним нормативам є важливим для забезпечення охорони навколишнього середовища та здоров'я населення, яке проживає в районах навколо ТЕС. Регулярний моніторинг викидів та атмосферної якості дозволяє контролювати рівень забруднення та вживати заходи для його зменшення.

Використання вугілля низької якості, яке не піддається попередньому збагаченню, призводить до збільшення обсягів шкідливих викидів, таких як оксид сірки та тверді частки. Висока зольність вугілля також може знизити коефіцієнт корисного використання палива, що вимагає використання додаткового палива для забезпечення ефективного горіння.

Враховуючи взаємний вплив різних шкідливих речовин, загальна екологічна ситуація може бути ще більш критичною, оскільки сумарний вплив забруднюючих речовин може посилюватися.

Важливо зрозуміти, що природна здатність екосистем самоочищуватися є обмеженою, особливо в умовах інтенсивного забруднення. Якщо не будуть прийняті заходи щодо нейтралізації шкідливого впливу на екосистему, забруднення можуть поширюватися і мати серйозні наслідки для навколишнього середовища.

У зв'язку з цим, розробка та впровадження ефективних заходів зменшення викидів та забруднення атмосфери є важливим завданням для збереження навколишнього середовища та забезпечення здоров'я населення.

Це може включати впровадження більш екологічно чистих технологій, підвищення енергоефективності, використання альтернативних джерел енергії та здійснення контролю над викидами забруднюючих

Оксиди сірки (SO_x), оксиди азоту (NO_x) і пил-зола є основними забруднюючими речовинами, які можуть перевищувати гранично допустимі концентрації (ГДК) і негативно впливати на довкілля. Вони можуть бути викинуті з труб та золосховищ Криворізької ТЕС.

Оксиди сірки (SO_x) виникають під час згорання палива з вмістом сірки. Велика концентрація SO_x у димових газах може бути наслідком використання вугілля з високим вмістом сірки. Ці речовини можуть негативно впливати на якість повітря, спричиняючи кислотні дощі та шкоду для здоров'я людей.

Оксиди азоту (NO_x) утворюються під час процесу згорання в котлах та горінні палива. Висока температура горіння та вміст кисню впливають на утворення NO_x. Ці речовини сприяють утворенню смогу, а також можуть мати шкідливий вплив на здоров'я та довкілля.

Пил-зола виноситься з труб та золосховищ Криворізької ТЕС і може містити різні шкідливі речовини, такі як важкі метали та токсичні сполуки. Цей пил-зола може потрапляти у повітря, воду та ґрунт, що призводить до забруднення цих середовищ.

Також значна кількість шкідливих речовин може потрапляти у водні стоки Криворізької ТЕС через процеси змивання та інфільтрації. Це може включати розчинені речовини, важкі метали та інші забруднюючі речовини, які можуть негативно впливати на якість води та екосистему.

Для поліпшення екологічної ситуації та зменшення викидів цих забруднюючих речовин, Криворізька ТЕС може використовувати технічні рішення, такі як очищення димових газів від SO_x та NO_x, встановлення золоуловлювачів, контроль та управління стоками шкідливих речовин у воді та ґрунті. Ці заходи допоможуть зменшити вплив Криворізької ТЕС на довкілля та покращити якість навколишнього середовища.

Установка одночасного очищення від оксидів сірки (SO_x) та оксидів азоту (NO_x) шляхом подачі озону в скрубєр є ефективним технологічним рішенням для зменшення викидів цих забруднюючих речовин на Криворізькій ТЕС. Застосування такої установки дозволяє очищати димові гази та знижувати концентрації SO_x та NO_x.

Згідно з наданими даними, установка забезпечує очищення газів від сірчистого ангідриду до 90% і від оксидів азоту до 65%. Це дозволяє значно знизити викиди цих шкідливих речовин у повітря та зменшити їх негативний вплив на довкілля та здоров'я людей.

Однак, для забезпечення необхідних нормативів викидів твердих частинок в атмосферу також необхідно встановити золоуловлювачі на Криворізькій ТЕС. Зазначена ефективність золоуловлювачів від 98,6% до 99,8% гарантує високу ефективність у видаленні твердих частинок з очищених газів і забезпечує дотримання нормативів запиленості викидів на рівні 10-25 мг/м³.

Комплексна оцінка шкідливих речовин, викидаються Криворізькою ТЕС, а також аналіз та прогнозування зміни екологічної ситуації навколо станції дозволяють розробити планові та передбачувані заходи щодо зменшення об'єму викидів. Це важливо для підтримки сталого розвитку та зменшення негативного впливу Криворізької ТЕС на довкілля.

2.1.2 Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря викидами підприємства

Викиди шкідливих речовин в атмосферу в Дніпропетровській області у 2021 році становили 534,7 тис. тонн, що на 42,2 тис. тон (7,3%) менше, ніж у 2020 році. Це свідчить про певне зменшення обсягу викидів і може бути пов'язано з реалізацією заходів з покращення екологічної ситуації та впровадження більш ефективних технологій очищення димових газів.

Серед складових викидів шкідливих речовин у Дніпропетровській області вказані наступні показники:

Оксиди вуглецю (CO_x) - 274,719 тис. тонн.

Діоксиди та інші сполуки сірки (SO_x) - 60,857 тис. тонн.

Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок - 52,22 тис. тонн.

Метан (CH₄) - 115,967 тис. тонн.

Сполуки азоту (NO_x) - 28,298 тис. тонн.

Метали та їх сполуки - 0,619 тис. тонн і т.д.

Крім того, у 2021 році в атмосферу надійшло 20,5 млн тонн діоксиду вуглецю (CO₂) - основного парникового газу, який впливає на зміну клімату. Це значення свідчить про продовження проблеми глобального потепління та необхідність подальших заходів з редукції викидів парникових газів та зменшення впливу на зміну клімату.

В таблиці 2.2 відображено кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення в Дніпропетровській області та в окремих населених пунктах.

Таблиця 2.2- Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення в Дніпропетровській області та окремими населеним пунктам (тис.т).

	2000	2005	2010	2016	2018	2019	2020	2021
Дніпропетровська область	783,6	993,7	993,1	723,9	657,3	614,3	576,9	534,7
У тому числі:								
Дніпро	97,3	128,8	110,0	48,5	45,7	47,1	40,8	31,1
Зеленодольськ	79,4	108,6	173,4	66,9	48,1	28,6	20,4	35,0
Кам'янське	105,0	126,1	108,5	101,0	57,8	103,3	83,3	96,8
Кривий Ріг	443,4	523,9	395,0	327,0	323,9	267,4	268,3	224,2
Нікополь	28,4	24,6	26,2	19,5	25,3	26,2	25,0	19,1

На рисунку 2.3 відображена динаміка обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення в Дніпропетровській області в 2000- 2021 рр.

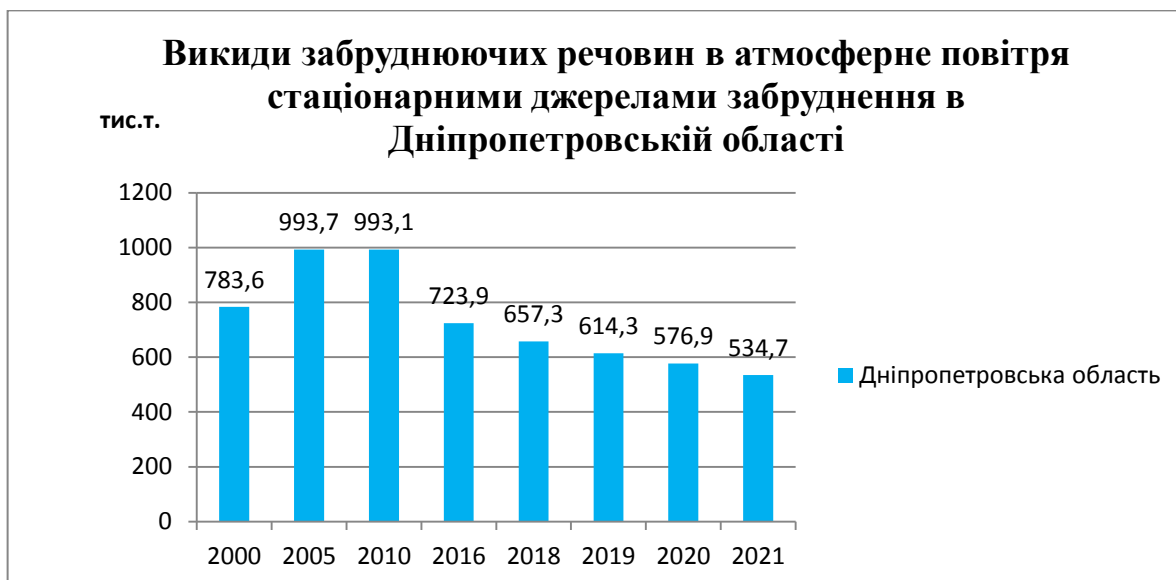


Рисунок 2.3 – Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення в Дніпропетровській області в 2000-2021 рр.

З 2018 року ДТЕК Криворізька ТЕС знизилася свій вплив на довкілля завдяки зменшенню обсягів виробництва електроенергії, зменшенню витрат палива, а також використанню якіснішого українського вугілля газових марок.

Українське вугілля більш калорійне та його витрата для виробництва 1 кВт·год електроенергії нижча, ніж антрациту, який донедавна використовувався на ДТЕК Криворізькій ТЕС. З переходом станції на газове вугілля з'явилася тенденція скорочення витрачання палива, а отже вугілля треба спалювати менше. Також завдяки переходу з антрациту на газову марку вугілля і змішуванню цього палива з різних родовищ на 29% знизилася частка сірки. У такий спосіб ДТЕК повністю виконує взяті на себе зобов'язання спалювати вугілля із сіркою не більш ніж 1,3%.

Також Криворізька ТЕС скоротила викиди завдяки роботі на мінімальному навантаженні, оскільки станції, які працюють на імпортному антрациті, включаються в енергосистему останніми. Через це станція припиняла свою роботу на тривалі періоди впродовж літа 2021 року.



Рисунок 2.4. Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення м.Зеленодольськ в 2000- 2021 рр.

На рисунку 2.4. відображена динаміка обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення м.Зеленодольськ в 2000- 2021 рр.

Сукупний вплив газових і аерозольних викидів енергетичних об'єктів дійсно має негативні наслідки для біосфери. Деякі з цих наслідків включають:

Погіршення прозорості атмосфери: Викиди газів і аерозолів сприяють утворенню смогу та інших забруднень в атмосфері. Це призводить до зменшення прозорості атмосфери і зниження якості повітря.

Утворення опадів і кислотних дощів: Оксиди сірки і азоту, що викидаються енергетичними об'єктами, можуть реагувати з водяною парою в атмосфері і утворювати кислотні дощі. Це може мати шкідливий вплив на водні екосистеми, ґрунти, рослини та інші організми.

Парниковий ефект: Діоксид вуглецю (CO_2) та інші парникові гази, що викидаються при спалюванні вуглецю, нафти та газу, збільшують концентрацію парникових газів в атмосфері. Це сприяє утриманню тепла в атмосфері, що призводить до глобального потепління та зміни клімату.

Тепловий вплив енергетичних об'єктів може бути прямим і непрямим. Прямий тепловий вплив виникає через теплові викиди в біосферу, коли

енергія спалювання палива перетворюється на тепло. Частина цього тепла викидається в навколишнє середовище у вигляді димових газів, охолоджувальної води, золи та шлаку. Решта тепла розсіюється на різних етапах виробництва, передачі та споживання електроенергії або теплової енергії.

Негативний вплив теплостанції на навколишнє середовище може мати широкий спектр наслідків, які ви описали. Деякі з основних ознак небезпечної екологічної обстановки, пов'язаної з теплостанцією, включають:

1. Забруднення повітряного басейну: Газові й аерозольні викиди з теплостанції, такі як CO₂, поліциклічні ароматичні вуглеводні, CO, NO_x, SO_x, зола, сажа та інші, призводять до забруднення повітряного басейну. Це може спричиняти руйнування озонового шару, парниковий ефект і накопичення твердих частинок в стратосфері.

2. Викиди теплової енергії: Теплові викиди з теплостанції в навколишнє середовище можуть призводити до теплового забруднення, що впливає на зміну клімату. Збільшення середньорічної температури в певній місцевості може призводити до кліматичних змін, включаючи зміни в опадах.

3. Забруднення ландшафту: Експлуатація теплостанції може призводити до забруднення ландшафту, знищення лісів, рослинності, диких тварин і плодоносного шару. Це може впливати на безпеку життєдіяльності людей в цій місцевості.

4. Оптичне забруднення атмосфери: Викиди з теплостанції можуть спричиняти оптичне забруднення атмосфери. Наявність відповідних газових забруднень може спричиняти складний процес поглинання, відбивання та розсіювання сонячних променів, що призводить до оптичного забруднення атмосфери.

5. Забруднення ґрунтових вод стоками ТЕС та золошлаковідвалу. Викиди ТЕС формують стійке забруднення, передусім кислотними опадами та золотими відкладеннями, ґрунту – важкими високотоксичними металами (переважно свинцем, кадмієм, міддю та цинком), призводять до потрапляння

забруднювачів у ґрунтові води та річки. Так, ґрунти локальної екосистеми навколо Криворізької ТЕС характеризуються підвищеною фітотоксичністю, яка коливається від мінімальної на територіях комплексного озеленення до надзвичайно інтенсивної на території самої ТЕС.

6. У небезпеці опиняються аграрні зони та придорожні ділянки, де токсичність ґрунтових умов виявляється стабільно вищою за середню. Діяльність ТЕС чинить відчутний токсико-мутагенний вплив на агрокультури. Шкідливі викиди можуть призвести до зниження врожайності плодкових насаджень, патології у характері плодоношення дерев і неконтрольованих мутагенних процесів у агрокультурах. Так, встановлено, що діоксид сірки пригнічує розвиток рослин і робить агрокультури вразливішими до шкідників, що може зумовити збільшення використання пестицидів для протидії такій загрозі. Із забрудненням ґрунтів також пов'язують підвищення загального рівня захворюваності населення.

Забруднення територій відбувається вкрай нерівномірно. викиди в атмосферне повітря, включаючи пил і інші тверді частинки, можуть осідати на ґрунтовий покрив у вигляді радіальних смуг на відстані до 20-30 км від джерела викидів. Повітряні потоки, що переносять пил, розповсюджують його на відстань від теплостанції, і з часом частинки осідають на поверхню ґрунту.

Цей процес може впливати на якість ґрунту, забруднюючи його шкідливими речовинами і засмічуючи поверхню. Залежно від типу забруднень і їх концентрації, це може мати негативний вплив на рослинність, ґрунтові організми та екосистему в цілому.

У цих межах цілком безпечні для сільського господарства території межують з "островами" забруднених ділянок. Тому для того, щоб домашні господарства і ферми, розміщені в цих зонах, могли отримати сертифікат про екологічно чисту сільськогосподарську продукцію, необхідна трудомістка й затратна процедура встановлення меж забруднених ділянок.

В таблиці 2.3 наведені результати розрахунків гранично допустимих викидів досліджуваних забруднюючих речовин.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунків ГДВ для Криворізької ТЕС

	Забруднююча речовина	Фонова концентрація (мг/м ³)	ГДК мг/м ³	ГДВ мг/м ³
1	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,5028	0,5	0,473
2	Двооксид азоту	0,231	0,2	0,16
3	Оксид вуглецю	3,885	5	2,976
4	Діоксид сірки	0,523	0,5	0,032

2.1.3 Розрахунок необхідного ступеня очищення викидів

При розробці схеми очищення газів важливо аналізувати вихідні дані, що включають фізико-хімічні властивості пилогазового потоку та особливості технологічного процесу. Цей аналіз допомагає визначити відповідний вид апаратури і встановити послідовність очищення для досягнення ефективного результату.

Залежно від складу газового потоку, який може містити різні шкідливі речовини та тверді частинки, можуть застосовуватись різні методи очищення, такі як фільтрація, абсорбція, каталітичний розклад, електростатичне осадження тощо. Вибір конкретного виду апаратури базується на властивостях забруднюючих речовин та можливостях технологічного процесу.

Також важливо встановити чітку послідовність очищення газів, тобто визначити порядок застосування різних методів очищення, щоб ефективно усунути шкідливі речовини та тверді частинки. Наприклад, спочатку може проводитись відновлення деяких речовин, потім відбувається фільтрація для усунення твердих частинок, а далі застосовуються інші методи очищення для видалення розчинених газів або інших забруднюючих речовин.

Такий аналіз та вибір апаратури та послідовності очищення допомагають розробити оптимальну схему очищення газів, спрямовану на досягнення високої ефективності очищення та відповідності нормам та вимогам щодо якості повітря.

Розрахунки по визначенню необхідного ступеня очищення газів, що викидаються в атмосферу, зазвичай проводяться на основі вмісту шкідливих речовин у пилогазовому потоці та з урахуванням гранично-допустимого викиду (ГДВ) для кожної забруднюючої речовини в викидах в атмосферу.

Формула для розрахунку ступеня очищення може варіюватись в залежності від конкретної ситуації та методології, яку використовуєте. Однак, загальний підхід полягає у порівнянні вмісту шкідливих речовин на виході з системи пилогазовловлення з гранично-допустимим викидом для кожної речовини.

Наприклад, формула може мати такий вигляд:

$$\text{Ступінь очищення (\%)} = ((C_{\text{вх}} - C_{\text{ви}}) / C_{\text{вх}}) * 100, \quad (2.1)$$

де:

$C_{\text{вх}}$ - гранично-допустимий викид для конкретної речовини;

$C_{\text{ви}}$ - вміст цієї речовини на виході з системи пилогазовловлення.

Отриманий результат відображає відсоток очищення для кожної забруднюючої речовини окремо.

$$\eta_1 = 1 - \frac{0,473}{194} = 0,99\%$$

$$\eta_2 = 1 - \frac{0,16}{303,6} = 0,99\%$$

$$\eta_3 = 1 - \frac{2,976}{12,06} = 0,99\%$$

$$\eta_4 = 1 - \frac{0,032}{1400} = 0,99\%$$

З отриманих розрахунків можна зробити висновок, що необхідна ефективність очистки для забезпечення нормативів викидів двоокису азоту, діоксиду сірки, речовин у вигляді суспендованих твердих частинок на підприємстві повинно складати 99 %.

2.1.4 Характеристика очисного устаткування на підприємстві

Використання газоповітряної сушки дозволяє контролювати вміст кисню у сушильному агенті, обмежуючи його до значення не більше 16%. Це забезпечує безпечні умови роботи з горючими матеріалами та газами, мінімізуючи ризик вибуху.

Також важливо зазначити, що газоповітряна сушка знижує температуру сушильного агента до нормативних значень, що виключають вибухонебезпеку. Це забезпечує відповідність вимогам безпеки та запобігає можливим аварійним ситуаціям.

Метод рециркуляції димових газів є широко використовуваним у котельній техніці. Зазвичай, димові гази з температурою 300–400°C відбираються перед повітропідігрівником та спеціальним рециркуляційним димососом і подаються в топкову камеру.

Цей метод має кілька переваг:

Зниження максимальної температури в топковій камері на 120–130°C: Рециркуляція димових газів дозволяє знизити температуру в зоні горіння, що сприяє підвищенню безпеки та тривалості експлуатації котла.

Зменшення утворення оксидів азоту (NO_x): Рециркуляція димових газів призводить до зниження концентрації кисню в зоні горіння, що зменшує утворення оксидів азоту. Це сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин та поліпшенню екологічних показників.

Незначне зниження коефіцієнта корисної дії (ККД) котла: Згідно з вказаними даними, застосування рециркуляції димових газів може призвести до незначного зниження ККД котла на рівні 0,01–0,03% на кожних 1%

рециркуляційних газів. Це є прийнятним компромісом, оскільки втрати ефективності є невеликими порівняно з позитивними впливами на зниження температури та утворення NOx.

Узагалі, метод рециркуляції димових газів є ефективним рішенням, яке дозволяє покращити роботу котельних установок, знизити викиди шкідливих речовин та покращити екологічні показники.

Подача рециркуляційних газів разом з паливом є більш ефективним методом зниження викидів оксидів азоту (NOx), ніж підмішування їх у дуттєве повітря. Дослідження показують, що при однаковій мірі рециркуляції (наприклад, спалювання газу) вихід NOx знижується на 45,4% в першому випадку (подача з паливом) та на 22,7% в другому випадку (підмішування в повітря). Це має значення, оскільки зниження викидів NOx є важливим з екологічної точки зору.

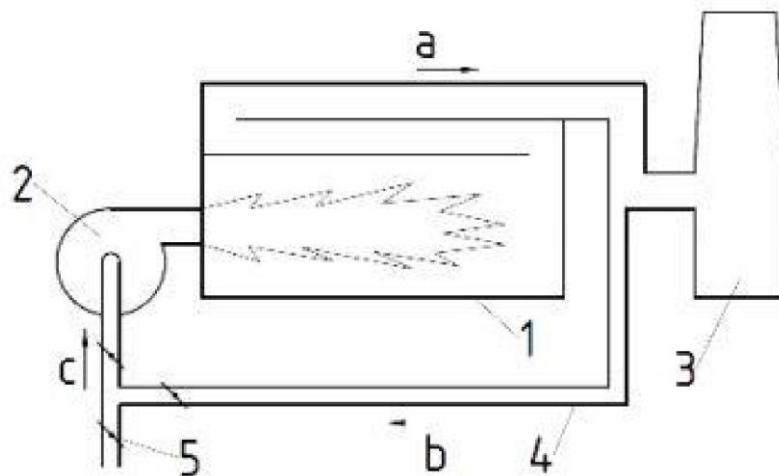


Рисунок 2.5 – Схема здійснення рециркуляції продуктів згорання: 1 - котел; 2 – газопальник; 3 - димова труба; 4 - рециркуляційний газохід; 5 - шибер; а – потік продуктів згорання від котла; б - рециркуляційні продукти згорання ; с - дуттєве повітря – суміш атмосферного повітря і продуктів згорання що рециркулюють.

Однак, важливо враховувати, що застосування рециркуляції газів призводить до зниження коефіцієнта корисної дії (ККД) котлів пропорційно до кількості рециркуляційних газів, які подаються. Наприклад, при

збільшенні ступеня рециркуляції з 20% до 30%, ККД котла знижується відповідно на 0,5% і 0,75%. Це є компромісом між зниженням викидів NOx і впливом на ефективність роботи котла.

Для захисту димососу від зносу і забруднення паливом, рециркуляційні гази піддаються очищенню в золоочисних циклонах. Це допомагає запобігти ерозії та озоленню палива, що може негативно впливати на роботу системи. [24]

Циклон ЦН-11 є пристроєм, який використовується для очищення повітря (газів) від сухого неволокнистого пилу, який не злипається. Він застосовується в різних помольних і дробильних установках, а також при транспортуванні сипких матеріалів.

Однак, для вловлювання вибухонебезпечного і легкозаймистого пилу, циклони ЦН повинні відповідати спеціальним вимогам та бути виконані за спеціальними кресленнями. Вони повинні бути спроектовані таким чином, щоб уникнути скупчення пилу в узлах та місцях, де може відбуватися вибух. Крім того, циклони повинні бути обладнані необхідною кількістю вибухових клапанів, які допомагають забезпечити безпеку та запобігають небезпеці вибуху.

Ці заходи безпеки є важливими для захисту від вибухонебезпечних ситуацій та забезпечення безпеки робочого середовища.

Циклони ЦН-11, які встановлені на енергоблоці № 1 Криворізької ТЕС (Теплової електростанції), використовують відцентрові сили для очищення димових газів. Корпус циклону влаштований таким чином, що створює завихрення в потоці димових газів. Завдяки дії відцентрових сил, великі частки пилу випадають з повітряного потоку.

Потік димових газів, який містить пил і частинки золи, вводиться в циклон через спеціальний вхідний отвір. Всередині циклону створюється завихрення газів, що призводить до різкої зміни напрямку потоку. Ця зміна напрямку впливає на траєкторію частинок золи, які мають більшу масу і інерцію, і вони починають рухатися вздовж стінок циклону.

Через дію відцентрових сил, завихрені гази переносять пил та інші частинки золи до стінок циклону, де вони осідають і відокремлюються від газового потоку. Потім вони збираються в нижній частині циклону і можуть бути видалені з пристрою.

Такий механізм роботи циклону ЦН-11 дозволяє ефективно вилучати частинки золи та іншого сипкого матеріалу з димових газів, що допомагає забезпечити більш чисте середовище та запобігти їх потраплянню до атмосфери.

На рисунку 2.6 зображено циклон ЦН-11.

Циліндричні циклони ЦН залежно від необхідної продуктивності можна встановлювати одиночно або компонувати в групи по два, чотири, шість, вісім циклонів. На рисунку 2.7 зображено схему групової установки циклонів.

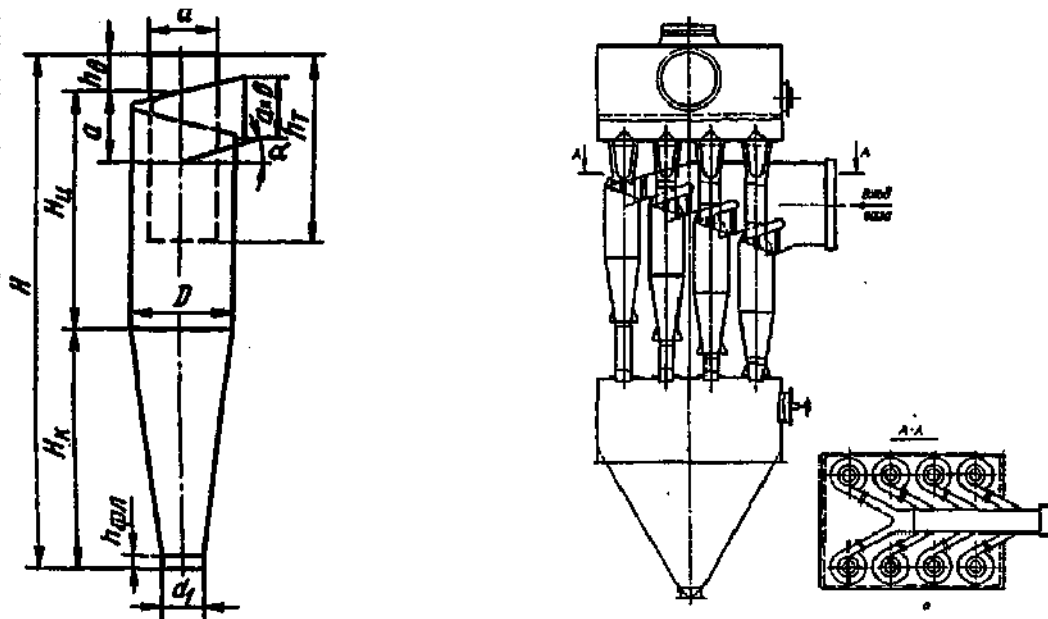


Рисунок 2.6 – Циклон ЦН-11 Рисунок 2.7 – Групова установка циклонів ЦН

Ступінь очищення є важливою характеристикою циклону і визначає ефективність його роботи. Цей показник показує, яка частка частинок золи та інших забруднюючих речовин відокремлюється від димових газів у процесі просочення через циклон.

Ступінь очищення циклону залежить від кількох факторів, включаючи розмір очищуваних частинок і діаметр самого циклону. Загалом, чим менший діаметр циклону, тим більша його ефективність в очищенні повітря.

Згідно з даними, ступінь очищення циклону може варіюватись в межах 78-85%, що означає, що від 78% до 85% частинок золи можуть бути відокремлені і затримані циклоном.

Оскільки твердопаливні котли є значними джерелами забруднення довкілля, встановлення нових очисних споруд, таких як циклони, стає необхідним заходом для зменшення викидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище і поліпшення екологічних показників.

На енергоблоках ст. № 4, 6 використовується мокрий золоуловлювач Вентурі типу СВД-ВП-ЮТ. Це очисне устаткування з двоступеневими двосекційними коагуляторами [25]. На рисунку 2.8 зображено принцип роботи мокрих золоуловлювачів.

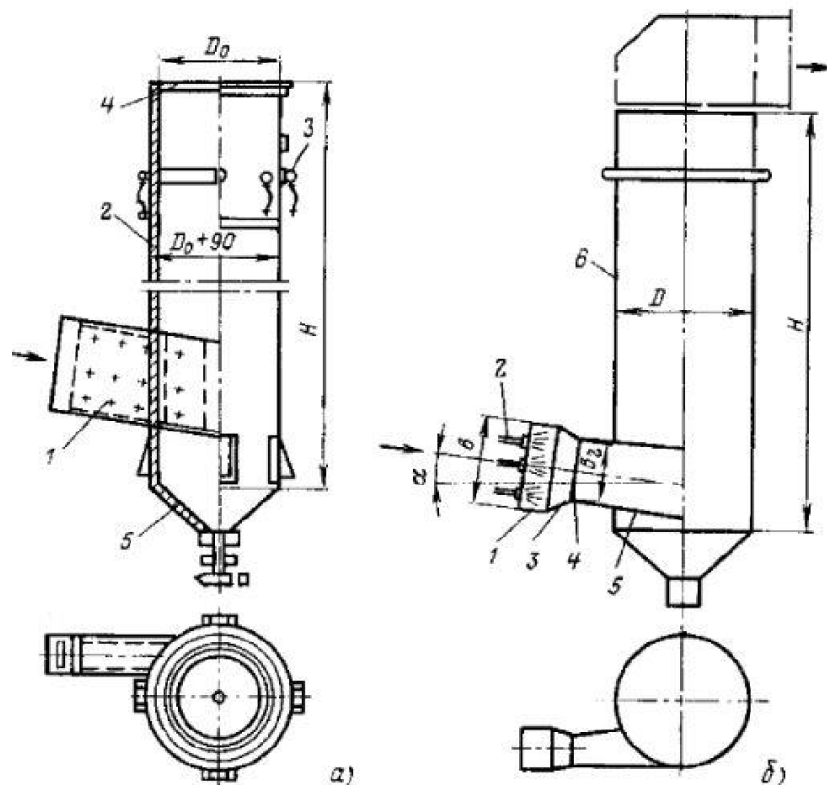


Рисунок 2.8 – Принцип роботи мокрих золоуловлювачів:

а) відцентровий скруббер; 1 - вхідний патрубок запиленого газу; 2 - корпус золоуловлювача; 3 - зрошувальні сопла; 4 - вихід очищеного газу; 5 - бункер;

б) золоуловлювач з коагулятором Вентурі; 1 - вхідний патрубков запиленого газу; 2 - подача води через зрошувальні сопла; 3, 4, 5 - конфузоров горловина і дифузоров коагулятора Вентурі; 6 - скруббер-каплеуловлювача.

Принцип роботи мокрого золоуловлювача з коагулятором Вентурі полягає в використанні комбінації зрошування і коагуляції для видалення летючої золи з димових газів. Основні кроки цього процесу описані нижче:

У конфузоров 3 коагулятора через форсунки подається зрошувана вода. Ця вода додатково розпилюється швидкісним газовим потоком на дрібні краплі. Газовий потік рухається вниз через коагулятор.

Летюча зола, яка міститься у димових газах, проходить через коагулятор. Під час проходження частинки золи частково осідають на поверхні крапель і на стінках коагулятора.

Далі краплі, на яких осіли частки золи, разом з неуловленою золою надходять в корпус апарату - відцентровий скруббер.

У відцентровому скруббері димові гази розмиваються і очищаються від крапель, на яких осіли частки золи. Цей процес допомагає додатково видалити золу з димових газів.

Очищені димові гази видаляються з апарату за допомогою димососа і викидаються в атмосферу.

Важливо відзначити, що ефективність мокрого золоуловлювача з коагулятором Вентурі зазвичай не перевищує 90%. Це означає, що не всі частки золи можуть бути повністю видалені за допомогою цього типу установки, і деяка кількість золи може залишатися у викидах.

2.1.5 Заходи з охорони атмосферного повітря

У проекті передбачається встановлення нового електрофільтра типу ЕГА-2-2-4-37 замість циклону ЦН-11 на енергоблоку ст. No 1 з потужністю 315 МВт, який має котел П-50 та турбіну К-315-240-2. Це рекомендовано для

зниження викидів пилу в атмосферу під час нормального режиму роботи теплової електростанції (ТЕС).

Електрофільтр типу ЕГА-2-2-4-37 є ефективним пристроєм для очищення димових газів від твердих частинок, включаючи пил. Він працює на принципі електростатичного зарядження та утримання. Основні кроки процесу очищення за допомогою електрофільтра включають:

Проходження димових газів через зарядну камеру, де частинки пилу отримують електричний заряд.

Переміщення заряджених частинок пилу до колекторів, які є плоскими електродами з високим потенціалом.

Утримання заряджених частинок пилу на поверхні колекторів, де вони збираються у вигляді шару.

Періодичне очищення колекторів від накопиченого пилу шляхом розрядки або механічного видалення.

Електрофільтри є ефективними у видаленні пилових частинок з димових газів, і вони дозволяють досягти високого ступеня очищення повітря. Встановлення електрофільтра типу ЕГА-2-2-4-37 допоможе зменшити викиди пилу з енергоблоку теплової електростанції і покращити якість атмосферного повітря у навколишньому середовищі.

Електрофільтри типу ЕГА (схема електрофільтрів зображена на рисунку 2.9) – одно - та двохсекційні апарати прямокутної форми, складаються з двох – чотирьох електричних полів, встановлених послідовно по ходу газу. Корпуси апаратів – сталеві, покриті зверху теплоізоляцією. Активна зона електрофільтрів складається з осаджувальних електродів (пласких полотен, зібраних з пластинчастих елементів спеціального профілю) та коронуючих електродів (трубчастих рам, в яких натягнуті стрічково-голчасті елементи). Відстань між сусідніми осаджувальними електродами (300 мм) є також шириною одиночного газового проходу.

Видалення вловленої пилу з електродів – механічне, шляхом періодичного струшування ударами молотка. Використовуються для очищення газів з температурою до 330 °С та розрядженням до 15 КПа.

Електрофільтр відноситься до найбільш ефективних пиловловлюючих апаратів. Ефективність очищення досягає 99,9 % у широких межах концентрацій (від декількох міліграм до 200 г/м) і дисперсності частинок (до доль мкм) і невисокій витраті електроенергії (близько 0,1...0,5 кВт-ч на 1000 м газів). Електрофільтр може знепилювати вологу і корозійноактивне газове середовище з температурою до 500°С. Продуктивність електрофільтрів досягає сотень тисяч м³/ч газу, що очищується.

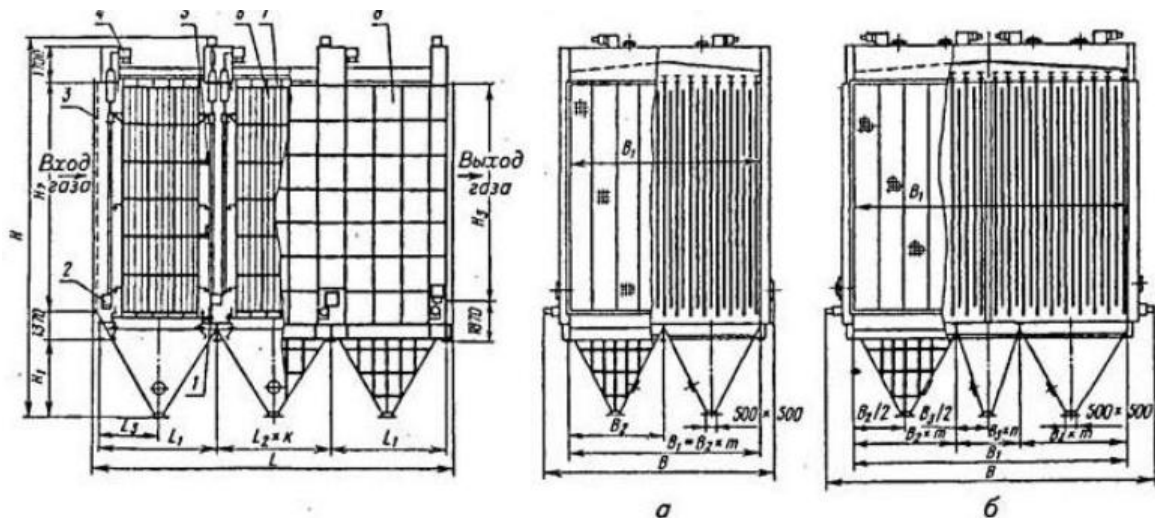


Рисунок 2.9 – Електрофільтри типу ЕГА: а – одnoseкційні; б – двoseкційні; 1 – механізм струшування осаджувальних електродів; 2 – люк обслуговування; 3 – газорозподільна решітка; 4 – захисна коробка для підведення току; 5 – механізм струшування коронуючих електродів; 6 – коронуючий електрод; 7 – осаджувальний електрод; 8 – корпус.

До недоліків електрофільтрів відноситься їх висока чутливість до підтримки параметрів очищення, висока металоемність і великі габарити, а також висока вимогливість до рівня монтажу і обслуговування.

Застосування електрофільтрації має ряд обмежень. Електрофільтр не може бути використаний для уловлювання пилу, що володіє дуже високим

електричним опором. Не можна направляти в електрофільтри вибухонебезпечні газові викиди, у тому числі і такі, які можуть стати вибухонебезпечними в процесі обробки. Не слід використовувати електроочищення, якщо осадження зважених частинок може супроводжуватися електро хімічними реакціями з виходом токсичних продуктів і тим більше - додавати такі (наприклад, SO_3 , NH_4 і ін.) для інтенсифікації процесу електрофільтрації.

Електрофільтри, як складніше і дорожче устаткування, що забезпечує тонке очищення повітря, зазвичай компонується з іншими пиловловлюючими пристроями, що встановлюються на початкових ступенях очищення. В результаті підвищується економічність використання електрофільтрів і забезпечується повніше очищення.

2.1.5.1 Розрахунок ефективності обраного обладнання

Для очищення запиленості та зменшення викидів для нашого підприємства обрано електрофільтр типу ЕГА2-2-4-37. Розрахуємо ефективність даного електрофільтра за параметрами наведеними в таблиці 2.4 [27] .

Таблиця 2.4- Вихідні дані для розрахунку ефективності електрофільтр типу ЕГА2-2-4-37

Напруженість поля осадження, E_0 , кВ/м	Швидкість газів в електричному полі, $WЭ$, м/с	Температура газів, що очищаються, t , оС	Обсяг газів на вході в електрофільтр, V , м ³ /с	Радіус частинки, r , мкм	Відстань між площинами осаджувальних коронуючих електродів, d , см
2	0,7	330	2000	10	12

1. Площа осадження осаджувальних електродів (S) обчислюється за формулою:

$$S = V / f \quad (2.2)$$

де V - об'ємна витрата газів, що очищаються (2000 м³/с), f - питома поверхня осадження (31.5 м²).

Підставляємо значення:

$$S = 2000 / 31.5 \approx 63.49 \text{ м}^2$$

2. Середня напруженість електричного поля (E) обчислюється за формулою:

$$E = E_0 * d \quad (2.3)$$

де E_0 - напруженість поля осадження ($0.1 * 10^6$ В/м), d - відстань між площинами осаджувальних і коронуючих електродів (12 см).

Підставляємо значення:

$$E = 0.1 * 10^6 * 0.12 \approx 12 * 10^4 \text{ В/м}$$

3. Швидкість дрейфу заряджених частинок пилу діаметром більше 1 мкм (W) обчислюється за формулою:

$$W = E^2 * r * 6 * 10^{-12} * K_r \quad (2.4)$$

де E - напруженість поля осадження ($12 * 10^4$ В/м), r - радіус частинки (10 мкм), K_r - коефіцієнт K_r (для частинок розміром 2...50 мкм, $K_r = 1$).

Підставляємо значення:

$$W = (12 * 10^4)^2 * 10^{-6} * 6 * 10^{-12} * 1 \approx 8.64 \text{ м/с}$$

4. Швидкість дрейфу заряджених частинок пилу діаметром менше 1 мкм (W) обчислюється за формулою 2.4:

$$W = E^2 * r * 6 * 10^{-12} * K_r$$

де E - напруженість поля осадження ($12 * 10^4$ В/м),

r - радіус частинки (1 мкм),

K_r - коефіцієнт K_r (для частинок до 2 мкм, $K_r = 1 + 1/(10^7 * r)$).

Підставляємо значення:

$$K_r = 1 + 1/(10^7 * 1) = 1.0000001$$

$$W = (12 * 10^4)^2 * 10^{-6} * 6 * 10^{-12} * 1.0000001 \approx 9.72 \text{ м/с}$$

5. Ефективність електрофільтра для частинок пилу діаметром менше 1 мкм (η) обчислюється за формулою:

$$\eta = 1 - \exp(-W * f * 100\%)$$

де W - швидкість дрейфу (9.72 м/с),

f - питома поверхня осадження (31.5).

Підставляємо значення:

$$\eta = 1 - \exp(-9.72 * 31.5 * 100\%) \approx 98.44\%$$

6. Ефективність електрофільтра для частинок пилу діаметром більше 1 мкм (η) обчислюється за тією ж формулою:

$$\eta = 1 - \exp(-W * f * 100\%)$$

де W - швидкість дрейфу (8.64 м/с),

f - питома поверхня осадження (31.5).

Підставляємо значення:

$$\eta = 1 - \exp(-8.64 * 31.5 * 100\%) \approx 98.99\%$$

Таким чином, отримали, що для електрофільтра типу ЕГА2-2-4-37 ефективність очищення складає близько 98.44% для частинок пилу діаметром менше 1 мкм і 98.99% для частинок пилу діаметром більше 1 мкм. Ці значення відповідають необхідним показникам ступеня очищення, тому обраний тип електрофільтра забезпечить вам необхідний ступінь пилоочищення.

2.1.6 Обґрунтування необхідності реконструкції устаткування

Адміністративні та економічні методи регулювання є важливими інструментами для зменшення забруднення довкілля підприємствами теплоенергетичної галузі. Наприклад, застосування паливної політики, модернізація генеруючого і газоочисного обладнання, а також зниження втрат при передачі енергії споживачам можуть призвести до значного скорочення викидів забруднюючих речовин. Навіть без реконструкції теплоелектростанцій, лише зміна паливної політики може призвести до зниження питомих викидів SO₂ на 32-37% та твердих частинок на 35-40% (в перерахунку на 1 кВт·год. електроенергії).

Проте, сучасні ТЕС України потребують значної модернізації для покращення їхньої ефективності та зниження викидів. Великомасштабні реконструкції систем спалювання палива можуть бути дорогими, але існує практика використання реконструкції генеруючого і газоочисного обладнання, що вимагає менших капіталовкладень. Це дозволяє продовжити термін роботи обладнання, підвищити його надійність і економічність, а також зменшити вплив на навколишнє середовище.

Одним із важливих аспектів є очищення газових викидів від зважених частинок. З таблиці видно, що найбільш ефективними методами є електрофільтр і рукавний фільтр, зокрема для уловлювання дрібнодисперсних частинок. Тому ваш вибір електрофільтра ЕГА-2-2-4-37 разом з вже працюючими циклонами-11 є доцільним. Ця модернізація системи очищення газових викидів дозволить досягти ККД до 99%.

На сьогоднішній день застаріле очисне обладнання на енергоблоці станції No 1 призводить до наднормативних викидів шкідливих речовин в атмосферу і становить загрозу для здоров'я населення. Застосування сучасних ефективних технологій та реконструкція очисних споруд можуть забезпечити необхідний ступінь очищення до 99%, що робить очистку від пилу ефективною та надійною, а викиди в атмосферу не будуть перевищувати встановлені гранично допустимі норми.

Ефективність очищення газових викидів від зважених частинок представлена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Ефективність очищення газових викидів від зважених частинок

Пристрій	Розмір частинок, мкм	Ефективність очищення, %
Осаджувальна камера	100	40-50
Циклон	30	50-60
Мультициклон	10-15	90-95
Рукавний фільтр	0,5	до 99
Скрубер	0,5	75-85
Електрофільтр	0,1	95-99

Одним із важливих аспектів є очищення газових викидів від зважених частинок. З таблиці видно, що найбільш ефективними методами є електрофільтр і рукавний фільтр, зокрема для уловлювання дрібнодисперсних частинок. Тому ваш вибір електрофільтра ЕГА-2-2-4-37 разом з вже працюючими циклонами-11 є доцільним. Ця модернізація системи очищення газових викидів дозволить досягти ККД до 99%.

На сьогоднішній день застаріле очисне обладнання на енергоблоці станції No 1 призводить до наднормативних викидів шкідливих речовин в атмосферу і становить загрозу для здоров'я населення. Застосування сучасних ефективних технологій та реконструкція очисних споруд можуть забезпечити необхідний ступінь очищення до 99%, що робить очистку від пилу ефективною та надійною, а викиди в атмосферу не будуть перевищувати встановлені гранично допустимі норми.

3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Еколого-економічне обґрунтування доцільності реалізації запропонованих рішень

3.1.1 Розрахунок екологічного податку

Згідно з п. 240.1 ст. 240 розділу VIII Податкового кодексу України, платниками екологічного податку є такі суб'єкти:

1. Суб'єкти господарювання, які здійснюють господарську (підприємницьку) діяльність.
2. Юридичні особи, які не здійснюють господарську (підприємницьку) діяльність.
3. Бюджетні установи.
4. Громадські та інші підприємства, установи та організації.
5. Постійні представництва нерезидентів, включаючи тих, які виконують агентські (представницькі) функції відносно таких нерезидентів або їх засновників.

Ці суб'єкти стають платниками екологічного податку, якщо вони здійснюють діяльність, під час якої на території України і в межах її континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони здійснюються викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення, скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти та розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах (за винятком окремих видів відходів як вторинної сировини тощо).

Відповідно до законодавства, ці суб'єкти зобов'язані сплачувати екологічний податок залежно від обсягу забруднюючих речовин, які

вони викидають чи скидають, або від обсягу відходів, які вони розміщують у відведених для цього місцях чи на об'єктах.

Згідно з п. 240.1 ст. 240 розділу VIII Податкового кодексу, сума податку за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення (Пвс) обчислюється за формулою:

$$P_{вс} = M_i * H_{ni} \quad (3.1)$$

де M_i – обсяг викиду i -тої забруднюючої речовини в тоннах;

H_{ni} – ставки податку в поточному році за тону i -тої забруднюючої речовини у гривнях з копійками [29].

3.1.1.1 Розрахунок податку до модернізації очисного обладнання

Ставки екологічного податку за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення наведені в таблиці 3.1 [29]. Треба підкреслити, що з 01 січня 2022 року збільшилися ставки екологічного збору на викиди в атмосферне повітря на 5%, а на викиди двоокису вуглецю (CO_2)- в три рази (п. 243.4 ПК).

Таблиця 3.1 - Перелік забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу від джерела викиду та ставки екологічного податку

Назва забруднюючої речовини	Ставки податку в 2022 за тону i -тої забруднюючої речовини, грн	Фактичний обсяг викиду i -тої забруднюючої речовини в тоннах (т)
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	96,99	3060,005
Азоту двоокис (NO_2)	2574,43	4790,073
Сірки двоокис (SO_2)	5376,59	22092,961
Вуглецю окис (CO_2)	96,99	190,353

За формулою 3.1 розраховуємо суму податку, який справляється за викиди в атмосферне повітря:

$$P_{вс1} = (96,99 \cdot 3060,005) + (2574,43 \cdot 4790,073) + (5376,59 \cdot 22092,961) + (96,99 \cdot 190,353) = 131431753,04 \text{ грн.}$$

3.1.1.2 Розрахунок податку після модернізації очисного обладнання

Викиди в повітря зменшаться від 15 до 25 відсотків, що є конкретними показниками, які відображають очікуване зменшення викидів різних забруднюючих речовин після встановлення запропонованого електрофільтру і високого ступеню очищення від пилу та його часток (максимум 98,99% загалом від викидів).

Точні ефективність і зменшення викидів можуть варіюватись залежно від конкретних умов і характеристик системи очищення повітря, типу забруднюючих речовин і багатьох інших факторів. Зазвичай такі показники встановлюються шляхом тестування та вимірювання емісій забруднюючих речовин до і після впровадження нових технологій очищення.

після встановлення запропонованого електрофільтру з високим ступенем очищення від пилу та його часток, очікується зменшення викидів різних забруднюючих речовин у повітря наступним чином:

1. Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок: зменшення викидів на 25%.
2. Азоту двоокис (NO_2): зменшення викидів на 20%.
3. Азоту (I) окис (N_2O): зменшення викидів на 20%.
4. Сірки двоокис: зменшення викидів на 15%.
5. Вуглецю окис: зменшення викидів на 25%.

Ці показники вказують на очікувані процентні зниження викидів забруднюючих речовин у повітря після впровадження вказаного електрофільтру. Зазначені значення відображають загальну оцінку

зменшення викидів і можуть варіюватися залежно від конкретних умов та характеристик системи очищення.

Ставки екологічного податку за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення після модернізації наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Перелік забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу Криворізькою ТЕС та ставки екологічного податку після модернізації

Назва забруднюючої речовини	Ставки податку в 2022 за тону і-тої забруднюючої речовини, грн	Фактичний обсяг викиду і-тої забруднюючої речовини в тоннах (т)
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	96,99	2295,004
Азоту двоокис (NO ₂)	2574,43	3832,058
Сірки двоокис (SO ₂)	5376,59	18779,02
Вуглецю окис (CO ₂)	96,99	142,765

За формулою 3.1 розраховуємо суму податку, який справляється за викиди в атмосферне повітря:

$$Пвс2 = (96,99 \cdot 2295,004) + (2574,43 \cdot 3832,058) + (5376,59 \cdot 18779,02) + (96,99 \cdot 142,765) = 111068879,5 \text{ грн.}$$

$$\Delta\Pi = Пвс1 - Пвс2 = 131\,431\,753,04 - 111\,068\,879,5 = 20\,362\,873,56 \text{ грн}$$

З огляду на виконані розрахунки, ми отримуємо, що підприємство заощадить 20 362 873,56 грн/рік.

3.1.2 Розмір відшкодування збитків за наднормативний викид

Загальний розмір відшкодування збитків за наднормативний викид однієї тони забруднюючої речовини в атмосферне повітря розраховується за формулою (3.2):

$$З = М \times 1,1П \times А \times К_T \times К, \quad (3.2)$$

де: З - розмір збитків, в гривнях;

М - маса і-тої забруднюючої речовини, що викидається наднормативно, в тоннах;

1,1 - нормативний коефіцієнт;

П - розмір мінімальної заробітної плати (П) на дату виявлення порушення за одну тону умовної забруднюючої речовини, в гривнях;

А - безрозмірний показник відносної небезпечності і-тої забруднюючої речовини;

К_T - коефіцієнт, який враховує соціально-екологічні особливості території;

К - коефіцієнт, що залежить від рівня забруднення повітря населеного пункту і-тою забруднюючою речовиною. К = 1.

Зазначений розмір мінімальної заробітної плати (П) на лютий 2023 року становить 6700 гривень за одну тону умовної забруднюючої речовини.

Щоб розрахувати загальний розмір відшкодування збитків, необхідно використовувати розміри збитків за наднормативний викид в атмосферне повітря для кожної забруднюючої речовини окремо.

Безрозмірний показник відносної небезпечності і-тої забруднюючої речовини (А) визначається за формулою (3.3):

$$А = ГДК / С, \quad (3.3)$$

де: ГДК - середньодобова граничнодопустима концентрація або орієнтовно безпечний рівень впливу і-тої забруднюючої речовини, в міліграмах на кубічний метр (мг/м³); С - середня концентрація і-тої забруднюючої речовини в атмосферному повітрі, в міліграмах на кубічний метр (мг/м³).

За даними формули (3.3), безрозмірний показник відносної небезпечності (А) визначається шляхом поділу середньодобової граничнодопустимої концентрації або орієнтовно безпечного рівня впливу і-

тої забруднюючої речовини на середню концентрацію цієї речовини в атмосферному повітрі.

Результати розрахунків зведені до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку безрозмірного показник відносної небезпечності забруднюючих речовин

Назва забруднюючої речовини	ГДК, мг/м ³	A – безрозмірний показник відносної небезпечності i-тої забруднюючої речовини
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	0,5	2
Азоту двоокис (NO ₂)	0,2	5
Сірки двоокис	0,5	2
Вуглецю окис	5	2

Коефіцієнт, що враховує територіальні соціально-екологічні особливості (К_т), залежить від чисельності мешканців населеного пункту (К_ч) і народногосподарського значення населеного пункту (К_н), і розраховується за формулою (3.4):

$$K_t = K_{\text{ч}} \cdot K_{\text{н}}, \quad (3.4)$$

де К_ч - коефіцієнт, що залежить від чисельності жителів населеного пункту.

К_н - коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населеного пункту.

За наявними в нас значеннями:

$$K_t = 1.55 \cdot 1.25 = 1.9325.$$

Отже, за формулою (3.2) розраховуємо збитки за наднормативний викид за наданими показниками:

До модернізації:

$$Z_1 = 3060,005 \cdot 1,1 \cdot 6700 \cdot 2 \cdot 1,9325 \cdot 1 = 88\,309\,241,22 \text{ грн}$$

$$Z_2 = 4790,073 \cdot 1,1 \cdot 6700 \cdot 5 \cdot 1,9325 \cdot 1 = 345\,593\,971,3 \text{ грн}$$

$$Z_3 = 22092,961 \cdot 1,1 \cdot 6700 \cdot 2 \cdot 1,9325 \cdot 1 = 637\,584\,782,4 \text{ грн}$$

$$Z_4 = 190,353 \cdot 1,1 \cdot 6700 \cdot 2 \cdot 1,9325 \cdot 1 = 5\,493\,431,871 \text{ грн}$$

$$Z_{\text{дм}} = 1\,076\,981\,426,76 \text{ грн}$$

Після модернізації:

$$Z_1 = 2295,004 \cdot 1,1 \cdot 6700 \cdot 2 \cdot 1,9325 \cdot 1 = 66\,231\,930,91 \text{ грн}$$

$$Z_2 = 3832,058 \cdot 1,1 \cdot 6700 \cdot 5 \cdot 1,9325 \cdot 1 = 27\,647\,517,7 \text{ грн}$$

$$Z_3 = 18779,02 \cdot 1,1 \cdot 6700 \cdot 2 \cdot 1,9325 \cdot 1 = 54\,194\,706,5,1 \text{ грн}$$

$$Z_4 = 142,765 \cdot 1,1 \cdot 6700 \cdot 2 \cdot 1,9325 \cdot 1 = 41\,200\,73,903 \text{ грн}$$

$$Z_{\text{пм}} = 888\,774\,246,87 \text{ грн}$$

$$\Delta Z = 1\,076\,981\,426,76 - 888\,774\,246,87 = 166\,129\,869,58 \text{ грн}$$

3.1.3 Визначення еколого-економічного ефекту

Техніко-економічне обґрунтування вибору найкращих варіантів природоохоронних заходів включає визначення чистого економічного ефекту. Це оцінка, яка враховує вплив заходів на навколишнє середовище, суб'єктів господарської діяльності та виробничі результати галузей.

Для визначення чистого економічного ефекту порівнюються витрати на здійснення природоохоронних заходів з досягнутими економічними результатами, отриманими завдяки цим заходам. Це дозволяє оцінити ефективність вкладень в природоохоронні заходи та порівняти різні варіанти заходів для вибору найкращого з них.

Такий аналіз допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо природоохоронних заходів, спрямованих на збереження навколишнього середовища, забезпечення сталого розвитку та досягнення економічних переваг.

Економічний результат природоохоронних заходів (Р) визначається за величиною економічних збитків (ЕЗпр), та величиною додаткового доходу (ΔД):

$$P = EZ_{пр} - \Delta D \quad (3.5)$$

де ЕЗпр - величина економічного збитку за попередній рік, грн;

ΔД - річний приріст доходу (додатковий дохід) внаслідок поліпшення виробничих досягнень, грн.

Величина попереднього економічного збитку:

$$EZ_{пр} = \Delta\Pi + \Delta Z \quad (3.6)$$

$$EZ_{пр} = 20\,362\,873,56 + 166\,129\,869,58 = 186\,492\,743,14 \text{ грн}$$

Додаткового доходу внаслідок поліпшення виробничих досягнень Криворізька ТЕС мати не буде, тому $\Delta D = 0$. Тому,

$$P = EZ_{пр} + 0 = 186\,492\,743,14 \text{ грн}$$

3.1.3.1 Витрати на впровадження нового очисного обладнання

Для розрахунку річних витрат на здійснення заходів з охорони навколишнього середовища використовується формула:

$$Z = C + E_n \cdot K, \quad (3.7)$$

де Z - річні витрати на заходи з охорони навколишнього середовища, грн;

C - експлуатаційні витрати, грн;

E_n - коефіцієнт ефективності капіталовкладень (нормативний), $E_n = 0,15$; K - одноразові капітальні вкладення, грн.

Експлуатаційні витрати реконструкції включають плату за електроенергію, що витрачається новим електрофільтром. Розрахуємо ці витрати згідно формули:

$$C = E \cdot N \cdot T, \quad (3.8)$$

де E - кількість електроенергії, яку устаткування споживає за годину своєї роботи, кВт/год;

N - кількість годин, коли працює устаткування, годин;

T - вартість електроенергії для підприємств, грн.

Для електрофільтру типу ЕГА 2-2-4-37:

$E = 3500$ кВт/год,

$N = 8784$ години (припускаємо, що устаткування працює протягом усього року),

$T = 4,57$ грн/кВт·год.

Тоді, підставляючи значення в формулу (3.8), отримуємо:

$C = 3500 \cdot 8784 \cdot 4,57 = 140\,500\,080$ грн/рік.

Одноразові капітальні вкладення наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Одноразові капітальні вкладення

Капітальні вкладення	Ціна, грн
Обладнання кімнати управління	2 250 000
Електрофільтр ЕГА-2-2-4-37, кошти на його доставку та монтаж	85 500 000
Всього	87 750 000

За отриманими даними, річні витрати на здійснення заходів з охорони навколишнього середовища складають:

$Z = 140\,500\,080 + 0,15 \cdot 87\,750\,000 = 153\,662\,580$ грн.

Розмір чистого економічного річного ефекту визначається за формулою:

$$E_p = P - Z, \quad (3.9)$$

де E_p - чистий економічний річний ефект, грн;

P - річний економічний результат, грн.

$E_p = 186\,492\,743,14 - 153\,662\,580 = 32\,830\,163,14$ грн.

Термін окупності впровадження екологічних заходів на даному підприємстві визначається за формулою:

$$T_{ок} = Z / E_p, \quad (3.10)$$

де $T_{ок}$ - термін окупності, роки.

Підставляючи значення, отримуємо:

$T_{ок} = 153\,662\,580 / 32\,830\,163,14 \approx 4,68 \approx 5$ років.

Отже, за отриманими даними термін окупності впровадження екологічних заходів на даному підприємстві становить 5 років.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

4.1 Організація охорони праці на Криворізькій ТЕС

Об'єкти виробництва електроенергії можуть варіюватися від атомних електростанцій і вітрових турбін до вугільних установок і навіть гідроелектростанцій. Кожен має свої вимоги безпеки та потенційні небезпеки.

За останні десятиліття електростанції стали значно безпечнішими, але працівники все ще щодня стикаються з небезпечними ситуаціями. Від електричних опіків до небезпечних хімічних речовин, аварій бойлера та впливу шкідливих речовин, таких як азбест, працівники електростанцій можуть отримати серйозні травми, які можуть навіть стати смертельними. Щоб запобігти інцидентам, ретельний інструктаж з техніки безпеки має першочергове значення.

“Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. (Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 №2694-12.). Керівники підприємств організовують, забезпечують і контролюють трудову діяльність працівників у відповідності з вимогами Закону України «Про охорону праці» і забезпечують безпечні методи праці на кожному робочому місці. Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи повинні проходити за рахунок роботодавця інструктаж, навчання з питань охорони праці, з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків і правил поведінки у разі виникнення аварії. Працівники, зайняті на роботах з підвищеною

небезпекою або там, де є потреба у професійному доборі, повинні щороку проходити за рахунок роботодавця спеціальне навчання і перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.”

В цьому розділі буде розглядатися питання безпеки працівників при роботі на теплоелектростанції, при використанні існуючого обладнання, буде проведено аналіз умов праці в робочих цехах та розглянуті питання безпеки в надзвичайних (критичних) ситуаціях.

4.2 Шкідливі та небезпечні фактори, пов'язані з роботою ТЕС

Основні ризики, пов'язані з роботою електростанції, включають:

1. Ураження електричним струмом і опіки. Багато людей, які працюють на електростанції, не мають професійної підготовки для роботи з електрикою. Це головна причина, чому травми та смертельні випадки, пов'язані з електрикою, залишаються найпоширенішими в цьому секторі. Хоча ураження електричним струмом викликає серйозне занепокоєння, опіки, які виникають у результаті контакту працівників зі спалахом дуги, насправді є причиною більшості зареєстрованих випадків втрати робочого часу.

2. Вплив небезпечних хімічних речовин. Працівники електростанції зазвичай зобов'язані бути в курсі корозійних речовин, розчинників, окислювачів та інших небезпечних хімікатів. Спеціальне обладнання, наприклад, екстрений душ, має бути доступним для працівників у будь-який час, але навіть якщо це так, серйозні травми можуть статися через відсутність належної підготовки. Багато працівників можуть бути не в змозі належним чином визначити хімічну небезпеку, яка може поставити під загрозу як їхню безпеку, так і безпеку їхніх колег.

3. Аварії котлів. Хоча всі типи котлів можуть стати небезпечними, якщо з ними не належним чином поводитись і не обслуговуватись, енергетичні котли є відповідальними за більшість смертей та травм,

пов'язаних із котлами, на електростанціях. Хоча вибухи можуть бути рідкісними, вони можуть мати катастрофічні наслідки, і їм, фактично, цілком можна запобігти за умови відповідного обладнання та навчання з техніки безпеки.

4. Вплив азбесту. На електростанціях зазвичай використовуються жаростійкі вироби та труби, які містять азбест. Поки вони залишаються неушкодженими, ці матеріали більш-менш нешкідливі, але коли їх зламати або просвердлити – наприклад, коли розрізати трубу – вони можуть вивільнити азбестові волокна в повітря. У працівників, які регулярно вдихають азбест, може розвинутися рак легенів та ряд інших серйозних захворювань.

5. Запобігання інцидентам. Неможливо переоцінити важливість навчання працівників електростанцій техніці безпеки, особливо тому, що більшість інцидентів трапляється в результаті несправності обладнання або людської помилки. Правильні курси можуть навчити співробітників використовувати та обслуговувати інструменти, які є в їхньому розпорядженні, тим самим мінімізуючи ризик нещасних випадків, а також вплив останніх.

Окрім суворого навчання, роботодавці можуть запровадити низку заходів безпеки та процедур, розроблених, щоб допомогти працівникам виконувати повсякденні завдання. Наприклад, для працівників, які часто працюють з котлами, можна скласти передпусковий контрольний список, щоб можна було швидше виявити можливі несправності.

На підприємствах з підвищеним ризиком для здоров'я людини видаються спеціальні засоби, які використовуються працівниками для відвертання або зменшення впливу на організм шкідливих і небезпечних виробничих чинників, а також для захисту від забруднення.

До засобів індивідуального захисту на розглянутому мною підприємстві, а саме Криворізькій ТЕС, належать: черевики шкіряні; рукавички з полімерним покриттям; рукавички діелектричні; боти чи

калоші діелектричні; каска захисна; навушники протишумові або вкладиші протишумові; засіб індивідуального захисту органів дихання протигазовий; окуляри захисні.

Що стосується небезпечних хімічних речовин, працівники повинні бути обізнані про безпеку роботи з такими речовинами та навчити ряду захисних заходів, які вони можуть вжити для підтримки своєї безпеки. Крім того, таке обладнання, як аварійний душ, має бути доступним і належним чином забезпеченим у будь-який час, щоб працівникам ефективніше реагувати на випадок опромінення.

Правила безпеки праці та охорони навколишнього середовища на Криворізькій ТЕС регулюються законодавчими актами України та колективним договором між адміністрацією та трудовим колективом підприємства. Адміністрація зобов'язується забезпечити належне обладнання всіх робочих місць та створити безпечні умови праці. Адміністрація підприємства зобов'язана гарантувати наявність обладнання на всіх робочих місцях та створення безпечних умов праці. Усі новоприйняті працівники піддаються передприйнятому медичному огляду, згідно з чинними нормативними документами.

При впровадженні нових технологічних процесів, методів праці або зміні вимог і введенні нових правил та інструкцій, всі працівники проходять спеціальний навчальний інструктаж щодо безпечних методів праці. Працівники, які не пройшли це навчання, не мають дозволу на виконання роботи. Повторний інструктаж проводиться один раз на квартал для робітників цехів і підрозділів (зафіксовано в журналі проведення інструктажів) [31].

Об'єкт, що проектується, є високотехнологічним і включає потенційно небезпечне обладнання. У процесах протікання використовуються високотемпературні речовини, значна частина обладнання та трубопроводів піддаються високому тиску, а також присутні обертові механізми.

Об'єкт має підвищений рівень вибухопожежної небезпеки через присутність горючих речовин. Горіння є одним із основних процесів на даному виробництві, а тому вугілля, яке використовується на станції, може самозайматися (на складі палива) і вибухати в закритому просторі (у системі пилоприготування, безпосередньо в котлі тощо). Крім вугілля, на станції використовуються й інші горючі речовини, такі як водень, машинне масло, мазут.

Всі працівники, які приймаються на підприємство, підлягають попередньому медичному огляду. Медичний огляд і висновки про стан здоров'я з осіб які прийняті на підприємство здійснюються у відповідності з діючими нормативними документами.

При впровадженні технологічних процесів і методів праці, а також при зміні вимог або введенні нових правил інструкцій всі працівники проходять цільовий інструктаж безпечних методів праці. Допуск до роботи робочих, які не пройшли навчання не допускаються. Повторний інструктаж проводиться з робочих цехів і підрозділів один раз в квартал (журнал проведення інструктажів) [31].

Проектований об'єкт є високотехнологічним, на якому присутнє потенційно небезпечне обладнання. Протікаючі процеси високотемпературні, значна кількість обладнання і трубопроводів знаходиться під високим тиском. Присутні обертові механізми.

Об'єкт має підвищений ступінь вибухопожежонебезпечності, так як процес горіння є одним з основних на даному виробництві, відповідно вугілля, що використовується на даній станції, має властивість самозайматися (на складі палива), а в замкнутому просторі вибухати (система пилоприготування, безпосередньо в котлі і т. д.). Крім палива, що спалюється на станції використовуються інші горючі речовини, такі як водень, машинне масло, мазут та ін [32].

4.3 Аналіз умов праці на Криворізькій ТЕС

Розглянемо заходи з охорони праці, які визначають ступінь впливу шкідливих факторів на працюючих і розробляються для усунення або зменшення їх негативного впливу.

Технічні заходи: Це включає в себе застосування спеціального обладнання, інженерних рішень та технологій з метою зменшення впливу шкідливих факторів. Наприклад, встановлення витяжних систем для видалення шкідливих речовин або звукопоглинаючих матеріалів для зменшення рівня шуму.

Організаційні заходи: Це включає в себе встановлення правил та процедур, які спрямовані на запобігання впливу шкідливих факторів на працівників. Наприклад, розробка графіків роботи з перервами для відпочинку та відновлення сил, або ротація робочих місць, щоб зменшити тривалість впливу шкідливих чинників.

Індивідуальні заходи: Це включає застосування індивідуальних засобів захисту (ІЗЗ) працівниками для зменшення особистого впливу шкідливих факторів. Наприклад, використання респіраторів для захисту від вдихання шкідливих речовин або носіння засобів індивідуального захисту від шуму, випромінювання, тепла тощо.

Попереджувальні заходи: Це включає проведення навчання та інформування працівників про можливі ризики та методи їх попередження. Наприклад, проведення навчання з техніки безпеки, видача інструкцій з використання ІЗЗ, розміщення відповідних попереджувальних знаків та плакатів.

Ці заходи по охороні праці допомагають ідентифікувати шкідливі фактори, знаходити способи зменшення їх впливу та забезпечувати безпечні умови праці для працівників.

4.3.1 Мікроклімат виробничих приміщень

Мікроклімат виробничих приміщень в турбінному цеху характеризується підвищеною температурою, наявністю теплового випромінювання та підвищеною відносною вологістю. Для забезпечення комфортної роботи персоналу відповідно до ДСН 3.3.6.042-99, "Гігієнічні вимоги до мікроклімату виробничих приміщень", передбачається застосування наступних заходів:

1. Установка систем повітряного опалення, суміщених з вентиляцією: Це дозволяє регулювати температуру та забезпечувати потрібну вентиляцію в приміщенні для збереження комфортних умов праці.

2. Герметизація технологічного обладнання: Це спрямовано на запобігання проникненню тепла та шкідливих речовин у робочу зону, що може знизити вплив негативних факторів на працівників.

Ці заходи забезпечують встановлені ГОСТ 12.1.005-88 "Санітарно-гігієнічне нормування повітря робочої зони" та ДСН 3.3.6.042-99 "Гігієнічні вимоги до мікроклімату виробничих приміщень" параметри мікроклімату. Величини цих показників залежать від енерговитрат та пори року.

Оптимальні та допустимі значення показників мікроклімату на робочих місцях визначені у таблицях 4.1 та 4.2 відповідно. Згідно з категорією робіт Па, інтегральний показник теплового навантаження становить 20,5-25,1°C.

Величини показників мікроклімату відповідають нормам. Проте, при порушенні технологічного режиму виробництва або несправностях технологічного устаткування, у повітрі робочої зони виробничих приміщень можуть знаходитися пилоподібні частинки супертонких волокон, які відносяться до помірно небезпечних речовин для організму людини.

Таблиця 4.1 – Мікроклімат на робочих місцях, оптимальні значення

Сезон року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Температура поверхні, °С	Відносна волога, %	Швидкість повітря, м/с
Холодний	Па	19-21	18-22	40-60	0,2
Теплий	Па	20-22	19-23	40-60	0,2

Таблиця 4.2 - Мікроклімат на робочих місцях, допустимі значення

Сезон року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Температура поверхні, °С	Відносна волога, %	Швидкість повітря, м/с
Холодний	Па	16 -24	17 – 18,9	15-75	0,1
Теплий	Па	17-28	18-19,9	15-75	0,1

4.3.2 Освітлення

Таблиця 4.3 - Норми освітлення по СНіП 23-05-95 "Природне і штучне освітлення" визначає параметри освітленості для різних типів приміщень. Для турбінного цеху, який відноситься до виробничих приміщень, норми освітлення визначаються залежно від виду зорових робіт, які виконуються в даному приміщенні.

Зазначені різні види штучного освітлення для роботи в турбінному цеху включають:

1. Робоче освітлення: Це освітлення, яке забезпечує достатню освітленість у робочій зоні, щоб працівники могли виконувати свої завдання зорового сприйняття. Воно відповідає вимогам для конкретного розряду зорових робіт.

2. Аварійне освітлення: Це освітлення, яке активується у разі відключення основного освітлення. Воно забезпечує достатню освітленість для продовження робіт і забезпечення безпеки працівників.

3. Евакуаційне освітлення: Це освітлення розташовується вздовж евакуаційних проходів і сходів для забезпечення безпечного виходу працівників у разі надзвичайної ситуації.

Для визначення достатньої освітленості виробничих приміщень, включаючи турбінний цех, рекомендовано дотримуватися норм освітлення, які встановлені відповідними нормативними документами, такими як СНіП 23-05-95 "Природне і штучне освітлення".

Важливо забезпечити відповідну освітленість усіх робочих зон і зон безпеки згідно з вимогами нормативних документів для забезпечення комфортних та безпечних умов праці.

Таблиця 4.3 – Норми освітлення по СНіП 23-05-95 «Природне і штучне освітлення»

Назва приміщення	Характер роботи	Нормоване значення КПО, %		Нормоване освітлення при штучному освітленні		Тип світильника
		Комбіноване	Бокове	Комбіноване	Загальне освітлення	
Машинний цех	Спостереження за виробничим процесом (VIII розряд зорових робіт)	0,5	0,2	-	50	ЛЛ типу: ЛТБ 730, 735, КЛЛ, СД
БЦУ	Спостереження за вимірами, приладами (III розряд зорових робіт)	3,0	1,2	750	300	ЛЛ типу: ЛЕЦ, 840, 865, МГЛ, СД

4.3.3 Виробничий шум і вібрація

Для зменшення шкідливого впливу шуму на працюючих у виробничих умовах, необхідно вживати такі заходи:

1. Раціональне розміщення обладнання: Важливо оптимально розташувати турбіни, обертові механізми і трубопроводи, віддалити їх від робочих зон або застосувати звукоізоляційні заходи, щоб знизити шумове навантаження на працівників.

2. Своєчасний плановий і попереджувальний ремонт обладнання: Регулярне технічне обслуговування і вчасний ремонт технологічного обладнання можуть знизити рівень шуму, що випромінюється його роботою.

3. Звукопоглинаюче облицювання: Використання матеріалів звукопоглинаючої природи для облицювання стін, підлоги та стелі може допомогти поглинути шумові хвилі та знизити рівень шуму у приміщенні.

4. Звукоізолюючі кожухи, екрани, кабіни: Встановлення звукоізолюючих кожухів, екранів або кабін навколо джерел шуму може обмежити поширення шуму у приміщенні та захистити працівників від його негативного впливу.

5. Використання індивідуальних засобів захисту: Працівники повинні мати доступ до індивідуальних засобів захисту, таких як навушники, беруші, комбіновані каски з навушниками тощо, для зменшення впливу шуму на їхнє здоров'я.

6. Дистанційне керування гучним устаткуванням: Використання систем дистанційного керування дозволяє операторам працювати з гучним устаткуванням на відстані, знижуючи вплив шуму на них.

7. Установка глушників трубчастого типу: У системах припливної вентиляції і кондиціонування повітря можна встановити глушники трубчастого типу для зниження рівня шуму, що поширюється через трубопроводи води і пари.

Щодо вібрації, для зменшення її негативного впливу на працюючих, можна застосувати такі заходи:

1. Раціональне розміщення обладнання: Важливо правильно розташувати турбоагрегати, насоси і електродвигуни, щоб знизити передачу вібрації на опорні елементи та спростити контакт зі знаходящимися поруч об'єктами.

2. Своєчасний плановий і попереджувальний ремонт обладнання: Регулярне обслуговування та ремонт обладнання можуть запобігти виникненню вібрації, спричиненої несправністю або зношеністю.

3. Використання вібропоглинаючих фундаментів та віброізоляції: Встановлення спеціальних вібропоглинаючих фундаментів або використання матеріалів віброізоляції може допомогти зменшити передачу вібрації на інші конструкції і приміщення.

4. Використання вібродемпфіруючих матеріалів на обладнанні: Застосування спеціальних матеріалів, які абсорбують і поглинають вібрацію, може допомогти знизити її передачу на робочі поверхні або приміщення.

Враховуючи окремі напрямки і октавні смуги, вимоги щодо допустимого рівня вібрації регулюються згідно зі стандартами і нормативними документами, такими як ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ "Вібраційна безпека. Загальні вимоги".

Зазначені заходи дозволяють забезпечити безпечні умови роботи, знизити шкідливий вплив шуму і вібрації на працюючих та зберегти їхнє здоров'я.

Таблиця 4.4 - Результати вимірів шуму від технологічного обладнання

Місце виміру	Рівні звукового тиску, дБ в октавних полосах частот зі середніми значеннями, Гц									Рівень звуку, дБА	
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Компресорна	93	97	103	89	77	66	58	54	54	87	
Котел	85	89	83	80	77	76	73	70	61	79	
Живильний насос	86	91	92	89	85	85	86	84	80	88	
Генератор	77	89	97	87	85	87	85	77	67	91	
Турбіна	88	96	91	83	84	85	87	83	79	92	
Димосос	87	86	80	84	83	83	74	68	61	85	
Котельний відділ	63	71	68	62	58	58	47	47	-	62	
Машинний зал	61	68	69	59	55	55	47	47	-	60	
Допустимі рівні шуму: на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	
На території житлої забудови	с 7 до 23	-	77	67	59	54	50	47	45	43	55
	с 23 до 7	-	67	57	49	44	40	37	35	33	45

4.4 Електробезпека на підприємстві

На підприємстві Криворізькій ТЕС безпека електроустановок забезпечується за допомогою наступних основних заходів:

1. Недоступність струмоведучих частин: Забезпечення відсутності доступу працівників до елементів електрообладнання, які знаходяться під напругою, шляхом встановлення бар'єрів і обмежень.

2. Використання належної, а в окремих випадках підвищеної (подвійної) ізоляції: Застосування ізоляційних матеріалів і конструкцій, що запобігають проникненню струму і забезпечують безпеку працюючих.

3. Заземлення електрообладнання і елементів електроустановок: Проведення заземлення для зниження ризику ураження електричним струмом та сприяння швидкому відключенню струму при виникненні неполадок.

4. Надійне і швидкодіюче автоматичне захисне відключення: Використання автоматичних пристроїв захисту, які оперативно відключають живлення при перевищенні допустимих значень струму чи напруги.

5. Застосування знижених напругень: Використання напруги 42 В і нижче для живлення переносних електричних пристроїв, що дозволяє знизити ризик ураження струмом.

6. Захисне розділення ланцюгів: Використання спеціальних пристроїв і схем, що забезпечують фізичне та електричне розділення різних ланцюгів, унеможлижуючи перетинання струмів.

7. Блокування, сигналізація, написи: Встановлення блокувальних пристроїв, сигнальних систем та належної маркування, що інформує працівників про наявність потенційно небезпечних ділянок або процесів.

8. Застосування захисних засобів і пристосувань: Носіння електрозахисних засобів, таких як ізолюючий одяг, окуляри, рукавиці, протигазу та інші спеціальні пристрої, які забезпечують безпеку працівників.

9. Проведення планово-попереджувальних ремонтів і профілактичних випробувань: Регулярне обслуговування, ремонт та перевірка електрообладнання, апаратів і мереж, що знаходяться в експлуатації, для забезпечення їхньої надійності та безпеки.

Ці заходи допомагають забезпечити безпеку працівників на підприємстві шляхом запобігання небезпекам, пов'язаним з електричним струмом та електрообладнанням.

4.5 Забезпечення вибухопожежної безпеки

На підприємстві приділяється належна увага протипожежній безпеці. Система протипожежного захисту включає різноманітні заходи, спрямовані на запобігання пожежам, обмеження їх поширення та забезпечення безпеки працівників і майна.

Деякі з основних заходів протипожежного захисту на нашому підприємстві включають:

1. Використання негорючих і важкогорючих матеріалів: Це допомагає обмежити розповсюдження вогню та мінімізувати його вплив на приміщення.

2. Обмеження кількості горючих речовин: Зменшення кількості горючих матеріалів у цехах допомагає знизити ризик виникнення та поширення пожеж.

3. Застосування засобів пожежогасіння: Розміщення вогнегасників та піскових ящиків в цехах і на робочих місцях дозволяє швидко реагувати на початок пожежі та ефективно гасити вогонь.

4. Застосування конструкцій з встановленими межами вогнестійкості: Будівлі і споруди повинні мати відповідну вогнестійкість, щоб забезпечити затримку поширення вогню та захист людей та майна.

5. Евакуаційні шляхи та системи протидимного захисту: Наявність чітко визначених евакуаційних шляхів та систем протидимного захисту сприяє безпечному виходу працівників з будівель під час пожежі.

6. Пожежна сигналізація та засоби сповіщення: Встановлення системи пожежної сигналізації дозволяє вчасно виявляти пожежу і вживати необхідні заходи безпеки. Засоби сповіщення про пожежу (наприклад, пожежні тривоги) повинні бути розташовані таким чином, щоб працівники могли швидко отримати інформацію про небезпеку.

7. Пожежна охорона: Наявність пожежного депо, яке обслуговує підприємство, є важливим елементом забезпечення безпеки в разі виникнення пожежі. Вони можуть забезпечувати швидку реакцію на пожежу та проводити регулярні перевірки та навчання з пожежної безпеки.

Запобігання пожежам - це ключовий аспект забезпечення безпеки на підприємстві. Важливо продовжувати дотримуватись всіх встановлених норм і правил пожежної безпеки, проводити регулярні перевірки та навчання працівників з пожежної безпеки, а також підтримувати усі системи протипожежного захисту у справному стані.

4.6 Охорона праці на підприємстві в умовах воєнного стану

Важливими складниками системи управління комплексною безпекою будь-якого підприємства чи організації є пожежна та екологічна безпека, які в умовах воєнного часу потребують додаткових специфічних підходів і контролю з боку державних органів виконавчої влади з питань охорони праці, надзвичайних ситуацій та цивільного захисту, охорони здоров'я та навколишнього природного середовища[38].

В умовах воєнного часу насамперед випробовується на дієздатність політика запобігання значним аваріям підприємств, що мають у своєму складі об'єкти підвищеної небезпеки, оскільки саме об'єкти підвищеної небезпеки, особливо нафтогазової та хімічної промисловості, стають першочерговими об'єктами атаки під час війни. Політика запобігання значним аваріям передбачає наявність на підприємстві:

-внутрішнього плану ліквідації аварій (зокрема значних) для вживання необхідних заходів у межах об'єкту підвищеної небезпеки, який періодично підлягає актуалізації (перегляд, перевірка та адаптація до наявних умов виробництва);

-звіту про заходи безпеки на кожен об'єкт підвищеної небезпеки (в Україні для об'єктів підвищеної небезпеки 1-го та 2-го класів небезпеки), що

містить інформацію про характеристики всіх наявних хімічних речовин на об'єкті підвищеної небезпеки, їхню кількість, оцінювання ризиків настання надзвичайної ситуації та прогнозування її можливих наслідків, перелік заходів для запобігання настанню надзвичайної ситуації та реалізації негативних сценаріїв її розвитку.

Під час функціонування підприємств в умовах воєнного часу необхідно враховувати, що ймовірність виникнення пожежі на всіх об'єктах (і передусім складах нафти та нафтопродуктів) зростає в десятки разів, а можливість поповнення засобів та запасів пожежогасіння невідворотно зменшується. Тому наявна система організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення пожежної безпеки на об'єктах, особливо об'єктах підвищеної небезпеки, має бути переглянута з урахуванням загроз, притаманних воєнному часу[38].

За таких умов потрібно оцінювання не тільки ступеня ризику, розмірів можливих збитків, а й потенціалу відновлення у випадку пожежі, оскільки останні можуть неодноразово повторюватися. На етапі прогнозування воєнних (бойових) дій ця інформація стає підґрунтям для обов'язкового пошуку можливостей створення додаткових протипожежних запасів або їх швидкого відновлення у разі необхідності.

Оцінювання наявної системи пожежної безпеки має включати, але не обмежуватись, наступними напрямками:

- шляхи евакуації (їх достатня кількість та незахарашеність);
- забезпеченість необхідним протипожежним спорядженням та засобами індивідуального захисту для працівників, які беруть участь у ліквідації пожеж;
- заходи щодо обмеження поширення пожежі по території об'єкта (зменшення кількості та розосереджене зберігання легкозаймистих та горючих речовин і матеріалів, влаштування захисних екранів);
- протипожежна техніка та первинні засоби пожежогасіння (її достатня кількість та технічний стан);

- запас вогнегасних речовин[38].

Доречним буде в умовах воєнного часу використання наявної системи оповіщення про пожежу для попередження працівників підприємства про повітряну тривогу або інші небезпеки. У цьому випадку можливе використання або спеціального мовленнєвого повідомлення, якщо об'єкт обладнаний відповідною системою, або звукової сигналізації.

У випадку виникнення пожежі внаслідок ракетних обстрілів, першочерговим завданням є евакуація працівників та виклик аварійно-рятувальних служб. Усі рішення щодо ліквідації пожежі мають ухвалюватися з урахуванням можливості повторних обстрілів. На початковому етапі головним завданням буде локалізація пожежі, яке може бути досягнуто, зокрема шляхом зупинки наявних технологічних процесів. Загалом пожежна безпека у воєнний час відрізняється від пожежної безпеки в мирний час тільки частотою реалізації пожеж та масштабністю їхніх наслідків, що потребує значних ресурсів (і людських, і засобів пожежогасіння) на місцях, але не внесення змін у налагоджену систему управління пожежною безпекою на державному рівні[38].

Обстріли та бомбардування часто стають причинами виникнення аварій на об'єктах підвищеної небезпеки, спричиняючи так званий «ефект доміно»: ланцюгове детонування за прямого потрапляння чи опосередкованого впливу, додаткові вибухи хімічних речовин під час вивільнення з ємнісного обладнання, пожежі, а у випадку впливу полум'я на посудину, що містить вуглеводневу рідину під тиском — її фізичний вибух з утворенням «вогняної кулі», зараження навколишнього природного середовища токсичними хмарами[38].

Використання знаків безпеки умов (що вказують маршрут евакуації, місце розташування обладнання безпеки чи об'єкта безпеки або заходи безпеки) поряд із засобами колективного захисту, що забезпечують швидку евакуацію працівників (драбини, ноші, крісла та матраци для евакуації, рятувальні жилети тощо), засобами медичної допомоги (автоматизований

зовнішній дефібрилятор серця, медична сумка-органайзер із відповідними наборами) та засобами пожежогасіння стає найбільш актуальним під час планування та проведення робіт в умовах потенційних бойових дій, що потребують підвищеного привертання уваги[38].

4.7 Реагування на надзвичайні ситуації та інші інциденти

Для вчасного реагування на надзвичайні ситуації та інші інциденти на підприємствах розробляються плани реагування на них, оскільки в процесі планування можна виявити раніше не знайдені небезпечні умови, що можуть погіршити надзвичайну ситуацію (наприклад, брак ресурсів: обладнання, навченого персоналу, матеріалів), та виправити їх до виникнення надзвичайної ситуації.

Отже, для відповідного реагування на надзвичайну ситуацію та інші інциденти під час підготовки до або вже в умовах війни потрібно перевірити наявність та оновити:

- плани реагування на інциденти з огляду на специфічні небезпеки воєнного часу (див. табл. 4.5);

- план евакуації людей та активів на випадок наближення зони проведення бойових дій. Планування заходів щодо виконання аварійного ремонту після ліквідації аварії та її наслідків здійснюється штабом із ліквідації аварій за участю головних спеціалістів та ремонтних служб. Заходи щодо виконання аварійного ремонту під час ліквідації аварії проводяться силами аварійно-рятувальних формувань та служб.

Таблиця 4.5 — Розподіл планів реагування на інциденти залежно від об'єкта чи напряму управління безпекою

Призначення	Плани реагування на інциденти (з огляду на специфічні небезпеки воєнного часу)
Для об'єктів підвищеної небезпеки та об'єктів, на	Внутрішній план ліквідації аварій. Примітка. Для об'єктів підвищеної небезпеки

<p>яких використовується обладнання, що працює під тиском</p>	<p>1-го та 2-го класів небезпеки. Для об'єктів, на яких використовуються джерела іонізуючого випромінювання, структура плану ліквідації аварії має відповідати вимогам чинних нормативних правових документів у галузі радіаційної безпеки.</p> <p>Зовнішній план реагування на надзвичайну ситуацію.</p> <p>Примітка. Окрім об'єктів підвищеної небезпеки.</p> <p>Технологічний регламент: розділи «Можливі неполадки в роботі та засоби їх усунення» та «Можливі аварійні ситуації та засоби їх попередження й усунення».</p> <p>Інструкції або процедури, що встановлюють дії працівників в аварійних ситуаціях та аваріях, пов'язаних з обладнанням, що працює під тиском. Примітка. У разі відсутності розробленого плану ліквідації аварій і технологічного регламенту для об'єктів, на яких використовується обладнання, що працює під тиском.</p>
<p>Для управління роботами підвищеної небезпеки та іншими питаннями безпеки і здоров'я на роботі, а також інтеграції планів реагування на інциденти до системи виконання небезпечних робіт</p>	<p>План заходів щодо евакуації та порятунку працівників у разі виникнення аварійної ситуації та під час проведення рятувальних робіт. Примітка. У разі надзвичайного випадка, аварійної ситуації або іншого інциденту під час проведення робіт на висоті, в обмеженому чи замкнутому просторі або під час виконання інших робіт підвищеної</p>

	небезпеки.
	Інструкції з безпеки і здоров'я на роботі: розділ «Вимоги безпеки і здоров'я на роботі в аварійних ситуаціях та в разі інших інцидентів».
	Плани екстреного медичного реагування (плани надання невідкладної медичної допомоги). Примітка. Для медичних підрозділів та інженерно-лікарських бригад, підпорядкованих підприємству.

В умовах воєнного часу знання та практичні навички з домедичної допомоги набувають особливої актуальності й стають критично необхідними, оскільки вони рятують життя. Під час надзвичайної ситуації, пов'язаної з проведенням бойових дій, можуть реалізовуватися будь-які специфічні небезпеки воєнного часу, а частіше за все — різні їхні комбінації. Також варто враховувати, що під час надзвичайної ситуації швидше за все служби екстреної медичної допомоги, надзвичайних ситуацій, поліції, комунальні служби будуть перевантажені. Тоді допомогу для порятунку життя і збереження здоров'я працівників повинні надати особи, які навчені й підготовлені завчасно.

ВИСНОВКИ

Основні наукові і практичні результати роботи полягають в наступному:

1. Виконано огляд літератури і наукових досліджень з питань оцінки впливу теплових електростанцій в Україні на забруднення атмосферного повітря. Визначено, що нині викиди теплових електростанцій в Україні у 5–30 разів перевищують стандарти ЄС, а теплові електростанції лишаються основним валовим забруднювачем повітря в Україні, які створюють майже 80% загальнонаціональних викидів діоксиду сірки та 25% оксидів азоту.

2. Показано, що Криворізька ТЕС, що растована у м. Зеленодольськ Дніпропетровської області, є найбільшою електростанцією у Дніпропетровській області, яка забезпечує електроенергією Центр України та Західну частину Республіки Польщі. ТЕС має 169 джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, з яких 116 – організованих, 16 – залпових та 37 – неорганізованих, вона є найбільшим забруднювачем атмосферного повітря у регіоні.

3. Визначено, що основними джерелами забруднення атмосфери є продукти згоряння вугілля в котлоагрегатах типу П-50 та ТПП-210А, димові труби та золовідвали. Основними шкідливими речовинами у димових газах, що перевищують ГДК, є оксиди сірки, азоту та вуглецю (SO_2 , NO_x , CO) і частково вуглекислий газ, які розсіюються в повітрі навколо ТЕС на відстані до 20–30 км, а у періоди інверсії у приземном шарі атмосфери, на відстані

до 120 км. Це суттєво погіршує умови проживання населення і особливо дітей.

4. Показано, що іншим великим забруднювачем атмосфери на Криворізької ТЕС є тверді частинки золи (пил), що надходить у повітря через димові труби та шляхом вітрової ерозії золовідвалів. Пил містить підвищені концентрації важких, рідкісноземельних та радіоактивних речовин, а також тверді частинки, (відомі як РМ 2,5), тобто частинки діаметром 2,5 мікрон або менше. Ці частки дуже небезпечні для здоров'я людини і при попаданні в легені викликають проблеми з диханням, легеневі захворювання та є основною причиною виникнення смогу.

5. Виконані дослідження та аналіз показників роботи Криворізької ТЕС виявив, що найбільшу частку в забрудненні атмосфери складає оксид сірки – 70,4%, викиди оксидів азоту – 17,8%, а суспендованих твердих частинок (завислих речовин) – 10%. Фонові концентрації цих речовин перевищують гранично допустимі. Частка інших валових викидів забруднюючих речовин є незначною і практично не впливає на загальний баланс забруднення атмосфери. Встановлено, що за 2021 рік об'єм викидів в атмосферу склав близько 35 тис. тон забруднюючих речовин.

6. Проведено аналіз методів та заходів щодо зменшення викидів в атмосферне повітря при роботі Криворізької ТЕС та встановлено, що діючий циклон ЦН-11 має показник ефективності очистки лише 78-85%, що недостатньо для досягнення нормативу викиду та загальної ступені очистки. Тому було запропоновано провести реконструкцію існуючого устаткування шляхом встановлення на ТЕС золоуловлювачів з ефективністю від 98,6 до 99,8 %, які забезпечують кінцеву запиленість очищених газів до необхідних нормативів викидів твердих частинок в атмосферу на рівні 10-25 мг/м³.

7. Запропоновано, для очищення технологічних викидів з котлоагрегатів ТЕС на енергоблоках № 1, 4 - 6 провести реконструкцію існуючого устаткування і в якості апарату газоочищення встановити новий електрофільтр типу ЕГА2-2-4-37 з максимальної ступеню очищення 99,8%.

8. Проведено еколого-економічне обґрунтування реконструкції та доцільності реалізації запропонованих технічних рішень. Виконані розрахунки витрат на впровадження нового очисного обладнання. Встановлено, що очікуваний розрахунковий еколого-економічний ефект від провадження природоохоронних заходів складе більше 32,8 млн. грн/рік, а термін окупності модернізованого устаткування - 5 років.

9. У розділі «Охорона праці і техніка безпеки» встановлено, що Криворізька ТЕС є об'єктом II категорії небезпеки з санітарно-захисної зоною 500 м та відноситься до об'єктів підвищеної небезпеки. Показано, що на виробництві процес горіння є одним з основних, тому об'єкт має підвищений ступінь вибухопожежонебезпечності і питання охорони праці при роботі на теплоелектростанції потребують особливої уваги.

В Україні основними джерелами забруднень довкілля є застосування застарілих технологій у промисловості, особливо в енергетичній, хімічній та гірничодобувній галузях. Для покращення екологічної ситуації у країні необхідно переходити до екологічно сприйнятливих технологій, які мінімізують вплив на навколишнє середовище і зменшують обсяги викидів та відходів.

Технологічне переозброєння вимагає часу, ресурсів та капіталовкладень. Однак, на додаток до цього, важливо також шукати екологічні заходи, які можуть упереджати або пом'якшувати негативні наслідки змін навколишнього середовища. Це можуть бути заходи, спрямовані на зменшення викидів шкідливих речовин, ефективне використання ресурсів, впровадження систем управління навколишнім середовищем, розробка програм з відновлення деградованих екосистем тощо.

Крім того, важливо сприяти розвитку зеленої енергетики, підтримувати використання відновлювальних джерел енергії, зменшувати залежність від вуглеводнів та інших шкідливих джерел енергії. Розвиток екологічно чистих технологій та інновацій сприятиме зниженню негативного впливу на довкілля.

Правильне співвідношення між економічними та екологічними інтересами допоможе стимулювати підприємства до впровадження екологічно чистих рішень та забезпечить стаке зростання економіки країни в майбутньому. В цілому, для поліпшення екологічної ситуації в Україні потрібні комплексні підходи, які включатимуть як технологічне переозброєння, так і розробку та впровадження екологічних заходів, спрямованих на запобігання та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Савицький О. Спадок ери динозаврів. Огляд теплової енергетики України. – Київ: Національний екологічний центр України, 2014. –32 с.
2. Екологічний паспорт Дніпропетровської області. –Дніпро: Департамент екології та природних ресурсів Дніпропетровської облдержадміністрації, 2022 –6с.
3. Сплошной Б. Випробувальні майданчики для метрологічного забезпечення радіометричних вимірювань / Б. Сплошной, Д. Ганжа, О. Назаров // Вісник Львівського університету. –2008. –№ 42.–С. 194-200с.
4. Казаков В.Л., Паранько І.С., Сметана М.Г., Шипунова В.О., Коцюруба В.В., Калініченко О.О. Природнича географія Кривбасу. - Кривий Ріг: Видавничий дім, 2005. - 151с.
5. Україна в цифрах 2020 Статистичний – Київ: Державна служба статистики України, 2021.- 20с.
6. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2020 рік. Дніпро, 2021. 318 с.
7. Екологічний вісник Криворіжжя: збірник наукових та науковометодичних праць / головний редактор В.М. Савосько. – Кривий Ріг: ДВНЗ «КДПУ», 2016. – Вип. 2. – 132 с.
8. Зелена книга. Зменшення шкідливих викидів у тепловій електроенергетиці України через виконання вимог Європейського енергетичного співтовариства. – Київ, Міжнародний центр перспективних досліджень, 2011. – 43 с.

9. Загальний опис кліматичних умов Криворіжжя.
<https://kdpu.edu.ua/pryroda-kryvorizhzhia/fizyko-heohrafichna-kharakterystyka/klimat/1257-zahalnyi-opys-klimatychnykh-umov-kryvorizhzhia.html>
10. Природа Криворіжжя - Клімат — КДПУ <https://kdpu.edu.ua/pryroda-kryvorizhzhia/fizyko-heohrafichna-kharakterystyka/klimat.html>
11. Умови формування яружно-балочного рельєфу <http://www.novageografia.com/vogels-1764-6.html>
12. Соколовська І. С. Оцінювання ефективності розроблення та впровадження стандартів у сфері енергетики. Бізнесінформ, 2012. №5. С.15-18
13. Гусакова В. О. Енергетика: Національний екологічний центр України. 2018. №2 С. 23-35 URL:<http://necu.org.ua/energy/>
14. В. С. Альтшулер. Экологические характеристики установок по газификации твердого топлива на тепловых электростанциях. Теплоэнергетика. 1999 №2. С. 33-37.
15. Борисов М.А. Реабілітація ТЕС. Забезпечення сталої роботи об'єднаної енергосистеми України. Енергетика и электрификация. 2004. – № 3. С. 21–27.
16. ГОСТ 12.005-96. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
17. Рижкін В. Я. Теплові електричні станції: підручник для вузів під ред. В.Я. Гіршвельда. 3 вид., перероб. і доп. - К .: Вища школа, 1999. 448 с.
18. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навчальний посібник - 2-ге вид., стер. - К.: Товариство "Знання", ISBN 966-620-108-9. КОО, 2002. 203 с.
19. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов. ОАО „УкрНТЕК”, Донецк, 2007 г.

20. Євтухова Г. П. Методичні вказівки з дисципліни «Інженерна аероекологія міст» Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 34 с.
21. 11. Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві КНД 211.2.3.014 – 95 К.: 1995
22. Ковалко М.П., Денисюк С. П. Енергозбереження пріоритетний напрямок державної політики України. — К.: Українські енциклопедичні знання, 1998. -511с.
21. Гончаров Д. М. Екологія та розвиток нових технологій. Теплоенергетика. Дніпропетровськ: УОВ. 2017 С. 35-38
22. Кривільова С. П., Лопухіна О.О. Основи екології: навчально-методичний посібник. Харків: НТУ “ХПІ”. 2006. 112 с.
23. Исследование параметров тепловых схем ПГУ с целью выбора наиболее эффективных для реконструкции ТЭЦ энергосистемы : монография по ред. Лозового Д. Г. Минск, 2011.
24. Пелихова А.В. Інженерне обладнання підприємств : курс лекцій. Київ : КНУ, 2017. 145 с.
25. Ратушняк Г. С., Лялюк О. Г. Технічні засоби очищення газових викидів. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2005. 158 с.
26. The encyclopedia of filters. Dust collection systems. Огляд та порівняння різних типів пилоочисників: web - site. URL:<https://www.baghouse.com/2011/02/01/the-encyclopedia-of-dust-collectors/>
27. Ветошкин А. Г Процессы и аппараты пылеочистки. Учебное пособие. Изд-во Пенза. Київ: УДК 628. 5. 2005. С. 203 – 215
28. А.Ф. Дьяков, А.П. Берсенев, Л.М. Еремін. О новейших технологиях сжигания твердого топлива на тепловых электростанциях. Теплоэнергетика 2012 №7. С. 8-11.
29. Зайцев Н.Л. «Экономика промышленного предприятия» М.: «Инфра-М», 2007, 416с.

30. Батракова К.И. Методические рекомендации по комплексной оценке эффективности мероприятий направленных на ускорение научно-технического прогресса. М: ГКНТ, 2007. С. 45-56
31. Денисенко Г.Ф. Охрана труда: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2003. – 319 с.
32. Ткачук К. Н. Основи охорони праці. – Київ: Основа, 2003. – 472 с.
33. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - Київ. 2000.
34. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. – Київ, 2000.
35. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.- М., 1988.
36. СНиП 23-05-95 Строительные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение. - М., 2005.
37. Козлов С. С. Конспект лекцій. Охорона праці в промисловості. К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 122 с.
38. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---sro-budapest/documents/genericdocument/wcms_856143.pdf