

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
Факультет агротехнологій та екології

Допускається до захисту
" _____ " _____ 2024 р.

Зав. кафедри _____

(підпис)

доцент, к.б.н. Петро ХІРІВСЬКИЙ

наук. ступ., вч. зв. (ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістр

(рівень вищої освіти)

на тему: **«Екологічна оцінка впливу виробничої діяльності
Відокремленого підрозділу «Бурштинська теплова електрична станція
Акціонерного товариства «ДТЕК «Західенерго» на стан навколишнього
середовища та заходи щодо його покращення»**

Виконав студент VI курсу, групи Еко-61
спеціальності 101 «Екологія»

Креховецький Олександр Вікторович

Керівник _____ Ганна УЙГЕЛІЙ

Консультант _____ Юрій КОВАЛЬЧУК

Дубляни 2024

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет агротехнологій та екології

Кафедра екології
Рівень вищої освіти «Магістр»
Спеціальність 101 «Екологія»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Завідувач кафедри.

доцент, к.б.н. Петро ХІРІВСЬКИЙ
" _____ " _____ 2023р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студента
Креховецького Олександра Вікторовича

1.Тема роботи: «Екологічна оцінка впливу виробничої діяльності Відокремленого підрозділу «Бурштинська теплова електрична станція Акціонерного товариства «ДТЕК «Західенерго» на стан навколишнього середовища та заходи щодо його покращення»

Керівник кваліфікаційної роботи Ганна Уйгелій, кандидат хімічних наук, доцент

Затверджені наказом по університету від «17» лютого 2023р. №30/к-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 10 грудня 2023 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи Джерела літератури

.Характеристика діяльності підприємства, Характеристика джерел скидів забруднюючих речовин

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)

Вступ

Розділ 1. Огляд літератури

1.1. Енергетика і навколишнє середовище

1.2. Екологічні аспекти використання органічного палива в енергетиці

1.3. Закономірності утворення екологічно шкідливих речовин під час горіння палива

1.4. Вплив теплової енергетики на навколишнє природне середовище

1.5. Вплив діяльності теплоелектростанцій на об'єкти гідросфери

Розділ 2. Об'єкт і методи досліджень

2.1. Характеристика основного (базового) виробництва

2.1.1. Опис і дані Бурштинської ТЕС

2.1.2. Короткий опис паливного господарства

2.1.3. Теплотехнічні і технологічні показники

2.2. Хімічні методи аналізу повітря

Розділ 3. Екологічна оцінка шкідливих викидів Бурштинської ТЕС.

3.1. Джерела шкідливих викидів

3.2. Повторюваність і сила вітрів у зоні впливу Бурштинської ТЕС

3.3. Способи зменшення викидів

3.4. Очищення газів від сірчистого ангідрида та окислів азоту на Бурштинській ТЕС

3.5. Характеристика Бурштинської ТЕС як джерела забруднення гідросфери

3.5.1 Характеристика системи водопостачання та водовідведення

3.5.2 Розрахунок норм водоспоживання та водовідведення на основні технологічні потреби

3.5.3 Моніторинг якості води на території Бурштинської територіальної громади

3.5.4. Моніторинг якості ґрунту на території Бурштинської територіальної громади

Розділ 4. Охорона праці та захист населення.

4.1. Аналіз стану охорони праці та захист населення

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

4.3. Захист населення у надзвичайних ситуаціях

Висновки

Список використаних джерел літератури

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

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3,4, 5	Уйгелій Г.Ю. доцент		
6	Ковальчук Ю.О. доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва		

7. Дата видачі завдання 17 лютого 2023р.

Календарний план

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання Вступу та розділу 1. Огляд літератури	20.02.2023 20.04.2023	–
2	Написання розділу 2. Об'єкт та методи досліджень	21.04.2023- 22.06.2023	
3	Написання розділу 3. Результати досліджень	23.06.2023 30.09.2023	–
4	Написання розділу. Охорона праці, формулювання висновків за результатами проведених досліджень, укладання списку використаних джерел.	01.10.2023 10.12.2023	–

Студент _____ Олександр КРЕХОВЕЦЬКИЙ
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Ганна УЙГЕЛІЙ
(підпис)

ЗМІСТ

	ст.
ВСТУП	
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Енергетика і навколишнє середовище	9
1.2 Екологічні аспекти використання органічного палива в енергетиці	11
1.3 Закономірності утворення екологічно шкідливих речовин під час горіння палива	14
1.4 Вплив теплової енергетики на навколишнє природне середовище	15
1.5 Вплив діяльності теплоелектростанцій на об'єкти гідросфери	18
2. ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	20
2.1. Характеристика основного (базового) виробництва	20
2.1.1. Опис і дані Бурштинської ТЕС	20
2.1.2. Короткий опис паливного господарства	20
2.1.3. Теплотехнічні і технологічні показники	23
2.2. Хімічні методи аналізу повітря	26
3. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ БУРШТИНСЬКОЇ ТЕС	31
3.1. Джерела шкідливих викидів	31
3.2. Повторюваність і сила вітрів у зоні впливу Бурштинської ТЕС	37
3.3. Способи зменшення викидів	40
3.4. Очищення газів від сірчистого ангідрида та окислів азоту на Бурштинській ТЕС	42
3.5. Характеристика Бурштинської ТЕС як джерела забруднення гідросфери	43
3.5.1. Характеристика систем водопостачання та водовідведення	43
3.5.2. Розрахунок норм водоспоживання та водовідведення на основні технологічні потреби	45
3.5.3. Моніторинг якості води на території Бурштинської територіальної громади	46

		5
3.5.4	Моніторинг якості ґрунту на території Бурштинської територіальної громади	50
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ	54
4.1	Аналіз стану охорони праці та захист населення	54
4.2	Техніка безпеки при експлуатації котельних установок. Організація керування котлами.	55
4.3	Захист населення у надзвичайних ситуаціях	62
	Висновки	65
	Список використаної літератури	67

УДК 502:621.311(477.86)

„Екологічна оцінка впливу виробничої діяльності Відокремленого підрозділу «Бурштинська теплова електрична станція Акціонерного товариства «ДТЕК «Західенерго» на стан навколишнього середовища та заходи щодо його покращення». Креховецький О.В. – Кваліфікаційна робота магістра. Кафедра екології. – Дубляни, Львівський НУП, 2024.

70 ст. текст. част., 6 рис., 17 табл.; 1 фото, 37 джерел.

В роботі дано екологічну оцінку впливу виробничої діяльності Відокремленого підрозділу «Бурштинська теплова електрична станція Акціонерного товариства «ДТЕК «Західенерго» на стан навколишнього середовища. Охарактеризоване базове виробництво, приведений опис Бурштинської ТЕС, поданий опис паливного господарства.

Представлена схема розміщення стаціонарного посту спостереження за забрудненням атмосферного повітря. Проаналізовано результати досліджень шкідливих викидів Бурштинської ТЕС відносно гранично-допустимих норм. Запропоновано метод очищення газів від сірчистого ангідриду та окислів азоту на Бурштинській ТЕС.

Охарактеризовано Бурштинську ТЕС як джерела забруднення гідросфери і літосфери.

ВСТУП

Актуальність теми. На сьогоднішній день для сучасного виробництва та побуту людини загальновідомою є необхідність електричної енергії. Відомо, що основою розвитку народного господарства є електрофікація країни. Промисловість – це основний споживач електроенергії. Повне забезпечення праці електроенергією – це важливий показник споживання, який означає кількість електроенергії, що витрачається на одного робітника в рік. При цьому також враховується динаміка витрат електроенергії на одиницю продукції [12,19,22] .

На електричних станціях продукують електричну енергію, на що затрачають різні види природної енергії. Теплова хімічно-зв'язана енергія органічного палива, енергія розпаду атома (ядерного палива) мають промислове значення. Теплові електричні станції на органічному паливі (ТЕС) є основними, оскільки виробляють понад 82% електроенергії в світі.

Теплові електростанції в основному працюють на твердому паливі (вугілля, торф, сланці), рідкому (мазут), газоподібному (природній газ).

Близько 25% валового викиду шкідливих речовин викидається в атмосферу тепловими електростанціями та котельнями країни. Більше половини загального скиду підприємствами всіх галузей народного господарства складають стічні води ТЕС [4,17,19].

Негативний локальний і глобальний вплив на навколишнє середовище, обумовлений традиційними способами виробництва теплової й електричної енергії в котельних і ТЕС, а саме викидами в атмосферне повітря оксидів сірки та азоту, монооксидів вуглецю, твердих частинок золи, значних кількостей вуглекислого газу, від якого залежить виникнення «парникового ефекту», забруднення ландшафту тощо [6,8, 27].

Мета кваліфікаційної роботи. Стан повітряного та водного басейнів території району біля Бурштинської ТЕС, в основному, залежить від виду палива, його використання та спалювання, а також від роботи

пилегазовловлюючих та водоочисних споруд, контрольних пристроїв, організації експлуатації обладнання та інших умов. Метою кваліфікаційної роботи є аналіз впливу Відокремленого підрозділу «Бурштинська теплова електрична станція Акціонерного товариства «ДТЕК «Західенерго» на стан атмосфери, екологічна оцінка вмісту забруднюючих речовин у атмосферному повітрі, аналіз якості води на території Бурштинської територіальної громади.

Об'єкт дослідження – Бурштинська ТЕС.

Предмет дослідження – екологічний стан повітряного та водного басейнів району Бурштинської ТЕС.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Енергетика і навколишнє середовище

Енергетика та навколишнє середовище мають тісний взаємозв'язок. Видобуток, виробництво та споживання енергії мають значний вплив на навколишнє середовище.

Основні види впливу енергетики на навколишнє середовище включають [6,32]:

Забруднення повітря. Виробництво електроенергії, транспорт та промисловість є основними джерелами забруднення повітря. Вихлопні гази, що виділяються при спалюванні викопного палива, містять оксиди сірки, оксиди азоту, вуглекислий газ та інші забруднюючі речовини. Ці забруднюючі речовини можуть викликати кислотні дощі, смог, утворення смогу, а також проблеми зі здоров'ям людини, такі як респіраторні захворювання та рак.

Забруднення води. Видобуток, виробництво та транспортування енергії можуть призвести до забруднення води. Нафтогазовидобуток може призвести до забруднення нафтою та нафтопродуктами, а видобуток вугілля може призвести до забруднення шахтними водами. Крім того, теплові електростанції можуть спричинити нагрівання води, що може негативно вплинути на флору та фауну водойм.

Зміна клімату. Вуглекислий газ, що виділяється при спалюванні викопного палива, є основним парниковим газом, який спричиняє глобальне потепління. Глобальне потепління може призвести до підвищення рівня моря, більш екстремальних погодних явищ, та інших змін клімату, які можуть мати значний вплив на навколишнє середовище та людське суспільство.

Вирубка лісів. Видобуток вугілля, нафти та газу часто пов'язаний з вирубкою лісів. Вирубка лісів може призвести до втрати біорізноманіття, ерозії ґрунту та інших проблем.

Радіоактивне забруднення. Атомна енергетика є джерелом радіоактивного забруднення. Аварії на атомних електростанціях, наприклад аварія на Чорнобильській АЕС, можуть призвести до вивільнення радіоактивних речовин у навколишнє середовище. Радіоактивне забруднення може мати тривалий вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище.

Щоб зменшити вплив енергетики на навколишнє середовище, необхідно перейти до більш чистих джерел енергії, таких як відновлювані джерела енергії (ВДЕ). ВДЕ, такі як сонячна, вітрова та гідроенергетика, не виробляють парникових газів та інших забруднюючих речовин. Крім того, вони можуть допомогти зменшити залежність від викопного палива, яка є обмеженим ресурсом [3,5,35].

Інші способи зменшити вплив енергетики на навколишнє середовище включають:

Покращення енергоефективності. Покращення енергоефективності означає використання менше енергії для виконання тієї ж роботи. Це можна зробити за допомогою таких заходів, як утеплення будинків, використання енергоефективних приладів та машин, та перехід до енергоефективних технологій.

Зменшення споживання енергії. Зменшення споживання енергії означає використання менше енергії взагалі. Це можна зробити за допомогою таких заходів, як скорочення часу, проведеного вдома та на роботі, використання громадського транспорту або велосипеда, та відмова від непотрібних електроприладів.

Перехід до більш чистих джерел енергії та покращення енергоефективності є важливими кроками для зменшення впливу енергетики на навколишнє середовище. Це допоможе захистити нашу планету для майбутніх поколінь [8,13,23].

1.2 Екологічні аспекти використання органічного палива в енергетиці

Органічне паливо, таке як вугілля, нафта та природний газ, є основними джерелами енергії в світі. Вони забезпечують близько 80% світового споживання енергії. Однак використання органічного палива має значний вплив на навколишнє середовище [2,8,23].

Основні екологічні проблеми, як вказувалося у п. 1.1, пов'язані з використанням органічного палива, включають: забруднення повітря, забруднення води, зміну клімату, а також вирубку лісів.

Щоб зменшити вплив використання органічного палива на навколишнє середовище, необхідно вжити наступних заходів [7,31,33]:

1. Перехід до відновлюваних джерел енергії. ВДЕ, такі як сонячна, вітрова та гідроенергетика, не виробляють парникових газів та інших забруднюючих речовин.

2. Покращення енергоефективності. Покращення енергоефективності означає використання менше енергії для виконання тієї ж роботи. Це можна зробити за допомогою таких заходів, як утеплення будинків, використання енергоефективних приладів та машин, та перехід до енергоефективних технологій.

3. Зменшення споживання енергії. Зменшення споживання енергії означає використання менше енергії взагалі. Це можна зробити за допомогою таких заходів, як скорочення часу, проведеного вдома та на роботі, використання громадського транспорту або велосипеда, та відмова від непотрібних електроприладів.

Перехід до більш чистих джерел енергії та покращення енергоефективності є важливими кроками для зменшення впливу енергетики на навколишнє середовище. Це допоможе захистити нашу планету для майбутніх поколінь.

До забруднювальних викидів об'єктів енергетики належать викиди, що порушують рівновагу природного середовища в місцевих, регіональних і глобальних масштабах, і, звичайно, умови проживання живих організмів [18,34].

Найбільш імовірні забруднювальні викиди енергетичного об'єкта наведено в табл. 1.2.1. В основному це газові та аерозольні забруднювачі.

Таблиця 1.2.1. - **Основні види газових і аерозольних забруднюючих викидів енергетичних об'єктів [36,37]**

Паливо	Аерозолі		Гази					
	Зола	Сажа	CO ₂	H ₂ O	NO ₂	SO ₂	NO	CO
Природний газ	-	-	+	+	+	-	+	+
Мазут	+	+	+	+	+	+	+	+
Вугілля	++	+	+	+	+	+	+	+

У табл. 1.2.1 використано умовні позначення, які характеризують імовірність появи тих або тих викидів під час спалювання різних видів палива: «++» - дуже висока; «+» - висока; «-» - низька або немає.

Згоряючи, рідке і тверде паливо перетворюється на тверді частинки які, потрапляють в атмосферу і утворюють так звані аерозолі. Існують нетоксичні (зола) і токсичні аерозолі (частинки вуглецю). На поверхні останнього може адсорбуватися бенз(а)пірен, котрий проявляє сильнодіючу канцерогенну дію.

До токсичних газових викидів також належать (NO₂, SO₂, NO, CO та ін.), до нетоксичних - CO₂ і H₂O. Трьохатомні газы (H₂O, NO₂, SO₂ і особливо CO₂) належать до «парникових газів». В інфрачервоній області теплового випромінювання вони характеризуються селективною поглинальною спроможністю і, тому сприяють утворенню парникового ефекту.

У глобальних масштабах прямі теплові викиди від енергетичних об'єктів не можуть вплинути на тепловий баланс. Але вони змінюють локальний тепловий баланс в атмосфері і гідросфері, що напряму пов'язано із зміною мікроклімату. Насамперед це стосується місць високої концентрації

виробництва та споживання електроенергії. Дослідження [20,28] показали перевищення температури повітря на 2...3 °С у великих містах порівняно із сільськими регіонами. Такий феномен, очевидно, пов'язаний з утворенням областей з підвищеним локальним викидом теплової енергії в атмосферу або як їх ще називають «острів теплоти» (рис. 1.2.1). Через вплив вітру чи інших атмосферних факторів вони нестійкі в часі.

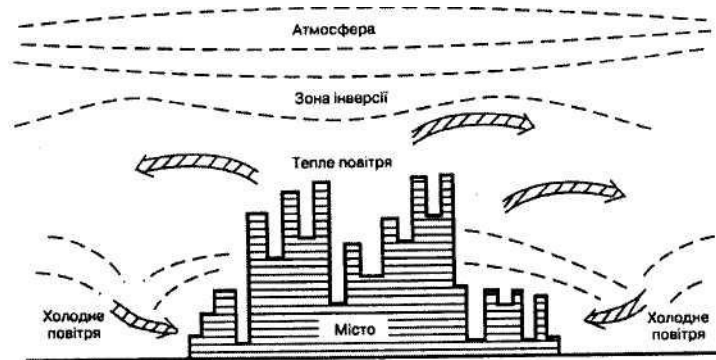


Рис. 1.2.1. Утворення циркуляції атмосферного повітря в районі «острова теплоти» [20].

У таких регіонах утворюється стійкий просторовий «купол» з вищою температурою - на 1 ...4 °С ніж рівноважна природна температура [20]. Інші атмосферні процеси змінюються під впливом «острова теплоти», а саме утворюються тумани, збільшуються атмосферні опади.

Основним фактор теплового впливу на об'єкти гідросфери є підвищення температури води річки чи водойми в місці скидання нагрітої води.

Наведемо деякі конкретні приклади того, як можна зменшити екологічний вплив використання органічного палива [19,23]. Сюди належать:

- Використання вугілля низького вмісту сірки. Вугілля низького вмісту сірки виробляє менше оксидів сірки, які є одними з основних забруднювачів повітря.

- Використання технологій очищення викидів. Технології очищення викидів можуть допомогти зменшити викиди шкідливих речовин у повітря.

- Використання нових технологій виробництва енергії. Нові технології, такі як вуглецевий уловлення та зберігання (CCS), можуть допомогти зменшити викиди вуглекислого газу.

Важливо зазначити, що навіть ці заходи не можуть повністю усунути екологічний вплив використання органічного палива. Однак вони можуть допомогти зменшити цей вплив і зробити енергетику більш екологічно безпечною.

1.3. Закономірності утворення екологічно шкідливих речовин під час горіння палива

Закономірності утворення екологічно шкідливих речовин під час горіння палива залежать від таких факторів [1,18,32]:

А) Хімічного складу палива. Склад палива визначає основні продукти горіння, такі як вуглекислий газ, вода, оксиди сірки та оксиди азоту. Наприклад, вугілля містить більше сірки, ніж нафта, тому при його спалюванні утворюється більше оксидів сірки.

Б) Співвідношення повітря та палива. Нестача повітря призводить до неповного згоряння палива, в результаті чого утворюються такі шкідливі речовини, як чадний газ, вуглеводні та оксиди азоту.

В) Температури горіння. Висока температура горіння сприяє утворенню оксидів азоту.

Г) Тривалості горіння. Довге горіння палива призводить до накопичення шкідливих речовин у продуктах згоряння.

Основними екологічно шкідливими речовинами, що утворюються під час горіння палива, є: вуглекислий газ (CO_2), який є парниковим газом, і сприяє глобальному потеплінню; Оксиди Сульфуру (SO_x), котрі викликають кислотні дощі, утворення смогу та інші проблеми зі здоров'ям людини; оксиди Нітрогену (NO_x), які викликають утворення смогу та інші проблеми зі здоров'ям людини; чадний газ (CO), що є отруйною речовиною, яка може призвести до отруєння; вуглеводні (HC), що є токсичними речовинами, які можуть викликати проблеми зі здоров'ям людини.

Щоб зменшити утворення екологічно шкідливих речовин під час горіння палива, необхідно вжити таких заходів [23,27]:

1. Використовувати паливо з низьким вмістом шкідливих речовин. Наприклад, можна використовувати вугілля низького вмісту сірки.
2. Забезпечити оптимальне співвідношення повітря та палива.
3. Знизити температуру горіння.
- 4 Зменшити тривалість горіння.

Крім того, можна використовувати технології очищення викидів, які допомагають зменшити кількість шкідливих речовин у продуктах згорання.

1.4 Вплив теплової енергетики на навколишнє природне середовище

Теплова енергетика є одним з основних джерел енергії в світі. Вона забезпечує близько 60% світового споживання електроенергії. Теплові електростанції (ТЕС) використовують різні види палива, такі як вугілля, нафта, природний газ та біомаса. Це є основні джерела забруднення навколишнього середовища [35,38]. На рисунку 1.4 представлено схему взаємодії теплових електростанцій з навколишнім середовищем. Звичайно, робота ТЕС негативно впливає на атмосферу, гідросферу та літосферу.

Щоб зменшити вплив теплової енергетики на навколишнє середовище, необхідно вжити таких заходів [8,36]:

1. Перехід до відновлюваних джерел енергії. ВДЕ, такі як сонячна, вітрова та гідроенергетика, не виробляють парникових газів та інших забруднюючих речовин.
2. Покращення енергоефективності. Покращення енергоефективності означає використання менше енергії для виконання тієї ж роботи. Це можна зробити за допомогою таких заходів, як утеплення будинків, використання енергоефективних приладів та машин, та перехід до енергоефективних технологій.

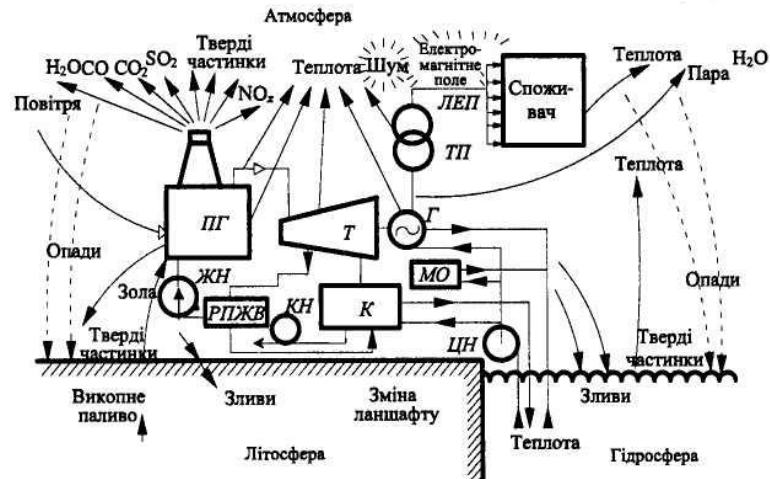


Рис. 1.4.1. Схема взаємодії ТЕС з навколишнім середовищем [36]

ПГ- парогенератор; *Т*- турбіна; *К* - конденсатор; *ЖН*, *КН*, *ЦН*- відповідно живильні, конденсаті і циркуляційні насоси; *РПЖВ* - регенеративний підігрів живильної води; *Г*- генератор електричного струму; *МО* - масоохолоджувач; *ТП*- трансформаторна підстанція; *ЛЕП* - лінії електропередач.

3. Зменшення споживання енергії. Зменшення споживання енергії означає використання менше енергії взагалі. Це можна зробити за допомогою таких заходів, як скорочення часу, проведеного вдома та на роботі, використання громадського транспорту або велосипеда, та відмова від непотрібних електроприладів.

Перехід до більш чистих джерел енергії та покращення енергоефективності є важливими кроками для зменшення впливу теплової енергетики на навколишнє середовище. Це допоможе захистити нашу планету для майбутніх поколінь.

Тепловий вплив об'єктів енергетики на навколишнє середовище може бути як прямим, так і непрямим.

Прямий тепловий вплив об'єктів енергетики проявляється в нагріванні навколишнього середовища [8,17]. Це може призвести до таких наслідків:

- Порушення теплової рівноваги. Нагрівання навколишнього середовища може призвести до збільшення температури повітря, води та

грунту. Це може негативно вплинути на флору та фауну, а також на здоров'я людини.

- Зміна клімату. Нагрівання навколишнього середовища є одним з основних факторів, що спричиняють глобальне потепління. Глобальне потепління може призвести до підвищення рівня моря, більш екстремальних погодних явищ, та інших змін клімату.

- Утворення туману та смогу. Нагрівання навколишнього середовища може призвести до утворення туману та смогу. Це може ускладнити дихання та призвести до інших проблем зі здоров'ям людини.

Непрямий тепловий вплив об'єктів енергетики проявляється в зміні режиму річок та озер. Це може призвести до таких наслідків:

- Зміна температурного режиму. Нагрівання води в річках та озерах може призвести до зміни їх температурного режиму. Це може негативно вплинути на флору та фауну водойм.

- Зміна хімічного складу. Нагрівання води в річках та озерах може призвести до зміни її хімічного складу. Це може призвести до загибелі флори та фауни.

- Зміна режиму стоку. Нагрівання води в річках та озерах може призвести до зміни їх режиму стоку. Це може призвести до затоплення прибережних територій або до посухи.

Щоб зменшити тепловий вплив об'єктів енергетики необхідно:

1. Використання конденсаційної технології на теплових електростанціях може допомогти зменшити теплові викиди.

2. Впровадження систем теплоутилізації на промислових підприємствах може допомогти використовувати теплові викиди для інших цілей.

3. Впровадження енергоефективних технологій в побуті та на виробництві може допомогти зменшити споживання енергії.

Впровадження цих заходів вимагає значних інвестицій та зусиль. Однак вони є важливими для захисту навколишнього середовища і для забезпечення сталого розвитку енергетики.

1.5. Вплив діяльності теплоелектростанцій на об'єкти гідросфери

Діяльність теплоелектростанцій (ТЕС) має значний вплив на гідросферу. Цей вплив можна розділити на три основні категорії:

- Теплове забруднення. Під час виробництва електроенергії на ТЕС вода, що використовується для охолодження обладнання, нагрівається. Ця підігріта вода потім спускається у водойми, де вона може негативно впливати на екосистеми. Теплове забруднення може призвести до:

- Зниження вмісту кисню у воді, що може вбити рибу та інші водні організми.

- Змінення температурного режиму водойм, що може призвести до зміни біологічного різноманіття.

- Утворення шкідливих речовин, таких як діоксид вуглецю та сірчистий газ.

Теплоелектростанції також виробляють стічні води, які містять різні забруднюючі речовини, такі як:

- Тверді речовини, такі як пісок та глина.

- Хімічні речовини, такі як хімікати для очищення води та продукти згоряння.

- Біологічні речовини, такі як бактерії та мікроорганізми. Це забруднення може негативно впливати на екосистеми водойм, призводити до забруднення ґрунту та підземних вод.

- Зайняття земель. Будівництво ТЕС вимагає значних площ земель, які можуть бути затоплені або зайняті під спорудження. Це може призвести до знищення природних середовищ існування, таких як ліси та болота.

Щоб зменшити негативний вплив діяльності ТЕС на гідросферу, необхідно впроваджувати технології, що дозволяють зменшити теплове забруднення, очищати стічні води та використовувати менші площі земель. Наприклад, можна використовувати технології повторного використання тепла, що дозволяє використовувати підігріту воду для інших цілей, таких як опалення або виробництво гарячої води. Також можна використовувати технології очищення стічних вод, що дозволяють видаляти шкідливі речовини з води перед її спуском у водойми [12,15].

2. ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика основного (базового) виробництва

2.1.1 Опис та дані електростанції

Бурштинська ПТЕС розміщена в Івано-Франківській області України. Відстань до Івано-Франківська – 35 км, до Львова – 100 км, до Тернополя – 100 км.

Поблизу Бу ПТЕС проходить шосейна дорога Івано-Франківськ –Львів, а також залізна дорога. Природний газ на Бу ПТЕС підводиться від магістрального трубопроводу Київ- Захід України -2, який проходить на відстані 22 км від ПТЕС.

Бурштинська ПТЕС призначена для забезпечення електроенергією Львівської енергосистеми, а також для постачання енергії на експорт через енерговузол «Мукачево».

2.1.2 Короткий опис паливного господарства

Паливне господарство Бурштинської ПТЕС складається із наступних споруд [25,26]:

закритого двошляхового розвантажувального пристрою, обладнаного стаціонарними боковими вагоноопрокидувачами, живильниками і дискозубовими драбарками;

4-ох блочного дрибильного пристрою, обладнаного молотковими дробарками;

вузла пересипання головного корпусу і бункерної етажерки, обладнаних стрічковими конвеєрами, пробовідбірною та проборозподільною установками;

складу палива, обладнаного перакторами, причіпними колісними скреперами, бульдозерами, причіпними катками, коливальними живильниками і стрічковими конвеєрами;

підземних галерей і наземних естакад з вузлами пересипання, обладнаних стрічковими конвеєрами і пересипними бункерами.



Прямуючи на північ гамірливою автострадою Івано-Франківськ-Львів, ще здалеку видно велетенські труби, а відтак і силует промислового підприємства. Перед Вами Бурштинська ТЕС - одна з найпотужніших на Україні теплових електростанцій, її споруджено на берегах ріки Гнила Липа із збірного залізобетону у рекордно короткий строк (1962-1969 рр.) за новим на той час, експериментальним методом потокового будівництва. Навесні 1965 року Бурштинська ТЕС дала промисловий струм, а в грудні 1969 року, що на рік скоріше від запланованого, став до ладу її 12-й енергоблок і станція вийшла на проектну потужність 2 млн. 400 тис. кВт.

Розвантаження палива із залізо- дорожніх вагонів, вантажопідйомністю 60 і 90 т, проводиться з допомогою приймальних бункерів, стрічкових живильників, далі подається на дискозубову дробарку попереднього подрібнення, а з останньої поступає на стрічкові конвеєри №1, якими транспортується до вузла пересипання на конвеєри №2.

У вузлі пересипання, паливо може направлятися з кожної лінії конвеєрів №1 на іншу лінію конвеєрів №2, якими транспортується в приміщення дробильного блоку.

В дробильному блоці паливо, з конвеєрів №2, подається по системі жолобів в дробарки, або, з допомогою плужкових скидувачів, встановлених на конвеєрі №4 подається на конвеєр №5 для видачі його на склад.

З дробильного корпусу паливо, після тонкого подрібнення в молоткових дробарках, конвеєрами №3 транспортується на вузол

пересипання головного корпусу. У вузлі пересипання, з допомогою жолобів та перекидувальних шиберів, паливо може направлятися з кожної лінії конвеєра №3 на іншу конвеєра №4, яким даліше транспортується в бункери котельні.

Подача палива з конвеєрів №4 в бункери котельні здійснюється автоматичноплужковими зкидувачами.

Для відбору проб палива, яке поступає в бункери, у вузлі пересипання, після конвеєрів №3, передбачається пробовідбірна та проборозподільча установки.

Подача палива на склад з конвеєра №5 здійснюється або плужковими скидувачами, або через головну воронку. Для зменшення розсипання палива при видачі його на склад, передбачаються телескопічні труби.

Склад палива механізований бульдозерами, причіпними колісними скреперами та катками. Видача палива зі складу здійснюється через завантажувальні бункери. Із бункерів паливо видається на стрічкові конвеєри коливальними живильниками. На складі встановлені стрічкові конвеєри №6, №7 і №8, якими паливо від завантажувальних бункерів транспортується у вузол пересипання у конвеєри №2. Передбачена можливість подачі палива з конвеєрів №6 і №8 на іншу лінію конвеєра №2.

Над естакадою стрічкового конвеєра №5 передбачається буферна ємність, куди паливо поступає в період коли бункери котельні заповнені.

Видача палива з буферної ємності у завантажувальні бункери проводиться з допомогою бульдозерів.

Обладнання тракту паливоподачі вибрано виходячи із розрахункової продуктивності 900 т/год, що відповідає витраті палива при потужності Бурштинської ПТЕС 2400 ·кВт.

Зола і особливо шлак успішно використовуються на підприємствах будівельної індустрії (цементні заводи, заводи залізобетонних виробів).

2.1.3 Теплотехнічні і технологічні показники

Встановлена електрична потужність рівна 2400 мВт.

Кількість блоків - 12.

Коефіцієнт використання встановленої потужності – 73.0 %.

Розхід електроенергії на власні потреби – 6.92%

Режим роботи – розрахункове навантаження.

Режим роботи із скидом навантаження :

- мінімальне навантаження блоку при роботі на вугіллі – 130 мВт;
- при роботі на мазуті або газі – 50 мВт

Метод охолодження – охолодження по замкнутому циклу.

Котельня установка

Нормативні дані

Живильна вода:

- розхід(Д) – 564 – 333 т/год (200 – 130 мВт),
- температура (Т) – 273 °С,
- тиск (Р) – 230 ат.

Дуття (топосне повітря) :

- кількість, продуктивність ДВ = 435 000 м³/год,
- (на один блок встановлено 2 ДВ),
- температура гарячого повітря – 390 - 240 °С,
 - тиск 80 – 100 мм. в. ст. (після 2-ого ступеня П.В.П.)

Димовий газ :

- кількість 1200 – 1300 тис. м³/год,
- температура 140 °С для замкнутих пилесистем, 128 °С для розімкнених пилесистем,
- розрідження – 280 – 320 мм. в. ст.,
- температура точки роси для газу - 127 °С, для вугілля - 140 °С,

- пилевміст неочищеного газу – 18 – 22 г/м³,
- кількість NO₂ - 350 – 790 мг/м³,
- пилу – 4- 5 г/м³.

Розхід палива – 120 м/год.

Тепловий ККД :

- ККД котла брутто – 90 – 91.5% - для замкнутих пилесистем, 90.5 – 92% - для розімкнених пилесистем.

-

Топка

- Вид топки – призматична, розділена на дві півтопки двосвітним екраном (січення півтопок 9м x 9м),
- Подача палива – на 1 котел 2 пилесистеми (розімкнені або замкнуті) з шаровими барабанами, млинами і прамбункерами,
- Температура в топочній камері:
 - В ядрі – 1800 – 2000 °С,
 - на виході із топки – 1060 °С,
 - після ширмового n/n - 960 °С,
 - за пароперегрівачем – 450 °С,
 - за 2-ю ступінню ТВП - 350 °С,
 - за водяним економойзером - 280 °С,
 - на виході із котла – 140 - 150 °С.

Кількість млинів : 2 млини,

тип : Ш – 50 або Ш – 50 А, В = 50м/год (АШ).

Золовидалення в зоні котла :

- вихід золи, кількість золи
- рідке шлаковидалення – 25%
- винос сухої золи – 75%
- метод або пристрій для золовидалення

- електрофільтри типу: блоки N 1- 7 УГ – 2 (ВТІ), блоки № 8 – 12 ПГДС – 4 x 70.

Газовипускна система

Димососна установка

- тип використання – з електричним приводом, двостороннього всасування, центробіжна.

Котли № 1- 9 тип Д – 25 x 2 ШУ В = 653400 м³/год, напір – 500 мм. в. ст., число оборотів – 597/497 об/хв, потужність приводу – 850/1500 кВт.

Котли № 10 – 12 тип Д – 55 x 2 ШБ, В = 653400 м³/год, напір – 500 мм. в. ст.,

число обертів – 598/748 об/хв, потужність - 625/1100 кВт.

Пилевловлююча установка :

- тип : блоки № 1- 7 УГ – 2, блоки № 8 – 12 ПГДС – 4 x 70.
- ступінь очищення 92 – 96%, вихід золи – запыленість димових газів на виході з електрофільтрів 1.0 – 1.3 г/м³ або 1.5 – 2.0 т/год (1 блок), поверхня січення активної зони УГ – 2 – 42 м³, ПГДС – 470 м².

Димовий газ на виході з димової труби :

- кількість – 1.300 – 1.400 тис.м³/год,
- температура – 120 – 135 °С.

Система паливоподачі

На кожному вузлі пересипання встановлено аспіраційний пристрій для вловлювання пилу.

- очищення :

очищення бункерів від застрявання палива – ручне.

- Протипожежний захист конвейєрів – водяний з допомогою переносних пожежних шлангів
- .

2.2 Хімічні методи аналізу повітря

Більшість шкідливих речовин в повітрі контролюють лабораторними хімічними і фізико-хімічними методами [30]. До аналітичних лабораторних методів контролю забруднюючих речовин в повітрі належить: відбір проб, їх транспортуванням, проведення аналізу у відповідних лабораторіях. Однак, такі умови проведення аналізу не завжди дозволяють вживати заходів щоб забезпечити безпечні умови праці.

Система моніторингу атмосферного повітря на території Бурштинської територіальної громади дозволяє автоматизовано отримувати і накопичувати дані показників атмосферного повітря на відповідних пунктах контролю.

Система моніторингу атмосферного повітря на території Бурштинської ТЕС включає наступні основні завдання [14]:

А) систематичні спостереження за станом атмосферного повітря та в разі необхідності - виявлення регіонів екологічної небезпеки;

Б) організація спостережень та виявлення джерел негативного антропогенного впливу на атмосферне повітря, і на здоров'я людей;

В) створення та ведення баз інформаційних ресурсів;

Г) оцінювання та прогнозування стану атмосферного повітря;

Д) розробка рекомендацій щодо дотримання вимог екологічної безпеки, збереження довкілля;

Компонентами системи моніторингу атмосферного повітря на досліджуваній території є: а) стаціонарний референтний пост, який оснащений необхідними приладами та засобами передачі даних; б) вісімнадцять одиниць індикативних станці; в) канали зв'язку з сервером; г) програмні засоби збору інформації та обробки даних, а саме мережеве обладнання, сервери і системи управління; д) обладнання для диспетчерського центру.

Існує дві черги системи моніторингу атмосферного повітря на території Бурштинської територіальної громади:

До першої черги належить центр збору та обробки даних, сюди включено технологічне програмне забезпечення, стаціонарний пост (для визначення SO₂, NO_x, CO, PM₁₀, H₂S), індикативні станції та мобільний калібрувальний пристрій.

До другої черги належить стаціонарний пост для моніторингу в атмосферному повітрі бензолу, толуолу, етилбензолу, ксилолу, озону, а також лабораторний аналіз відібраних проб повітря на вміст важких металів, бенз(а)пірену, пристрій для вимірювання показників та складових атмосферних опадів. Схема розміщення стаціонарного посту спостереження за забрудненням атмосферного повітря та індикативних станцій наведена на рисунку 3.



Рис. 3 Схема розміщення стаціонарного посту спостереження за забрудненням атмосферного повітря та індикативних станцій *стаціонарний пост вимірювання атмосферного повітря (референтний)

Прилади для моніторингу атмо сферного повітря, що використовуються на території Бурштинської територіальної громади

Газоаналізатор CO.

Аналізатор «APMA-370» призначений для визначення вмісту оксиду (II) вуглецю (CO) в атмосферному повітрі. Принцип роботи полягає у перехресній модуляції потоку, технологія поглинання – інфрачервоне (ІЧ) випромінювання

Газоаналізатор SO₂

Аналізатор «APSA-370» призначений для визначення вмісту оксиду (IV) сірки (SO₂) в атмосферному повітрі. Принцип роботи полягає в ультрафіолетовій (УФ) флуоресценції.

Газоаналізатор NO_x

Аналізатор «APNA-370» призначений для визначення вмісту оксидів азоту (NO_x) в атмосферному повітрі. Принцип роботи ґрунтується на перехресній модуляції, хемілюмінесценція.

Газоаналізатор C₆H₆

Аналізатор для визначення вмісту вуглеводнів ВТЕХ (NMHC і CH₄) в атмосферному повітрі. Принцип роботи- перехресна модуляція потоку. Вимірювання проводиться методом без дисперсної ІЧ-спектроскопії та газової хроматографії.

Аналізатор для визначення вмісту сірководню (H₂S).

Аналізатор для визначення вмісту сірководню (H₂S) в атмосферному повітрі. Принцип роботи, як і у випадку виявлення SO₂ в атмосферному повітрі, полягає в ультрафіолетовій (УФ) флуоресценції.

Газоаналізатор PM₁₀, PM_{2.5}

Аналізатор «APDA-372». Вимірювання пилу PM₁₀, та зважених частинок PM_{2.5} проводиться методом поглинання бета випромінювання чи методом гравіметричного аналізу.

Точність вимірювання відповідає існуючим стандартам [24,29,32].

Методика відбору проб ґрунту

Відбір проби ґрунту проведено згідно: ДСТУ 4287:2004 [9,16]

Кількість відібраної проби: 1 кг

Глибина відбору проби: 5 – 15 см

При відборі проб ґрунту та його дослідженнях використовували наступне обладнання: рН-метр рН-150МІ, Вага лабораторна, модель «ТВЕ 0,3-0,01-С2»

Вага електронна AS 220/с , Спектрофотометр атомно-абсорбційний ААS3,

Сушильна шафа.

3. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ БУРШТИНСЬКОЇ ТЕС

3.1 Джерела шкідливих викидів

Основними джерелами викидів ТЕС є:

1. Відпрацьовані гази, які виходять з димарів і містять у своєму складі багато різних речовин і в першу чергу окисли і двоокисли вуглецю (CO , CO_2), окисли сірки і азоту, сполуки фтору, свинцю, миш'яку, селену, бору, складних ароматичних вуглеводнів, сажа, зола та інші. Ці речовини присутні в них як в газоподібному так і в рідкому та твердому станах. Характер викидів, що поступають в атмосферу і їх кількість залежить від виду палива, від технологій, режимів спалювання, технічного стану обладнання.

Паливо

- вид походження :

Львівсько – Волинський ГСШ крупність від 3 мм до 6 см.

Склад:

Зола A^P – 28.7%,

вода – 8.4%,

горюча маса – 36.8%,

теплота згоряння – 3990 ккал/кг.

Донецький промпродукт крупністю від 3мм до 6 см.

Склад:

Зола A^P – 37.4%,

вода – 8.4%,

горюча маса – 36.8%,

теплота згоряння Q_m^P – 3700 ккал/кг.

Елементарний склад суміші Львівсько – Волинського і Донецького вугілля:

C – 43/8%, H_2O – 3.0%, O_2 – 6.3%, N_2 - 0.8% , S – 2.4%.

Втрати пари, конденсату і живильної води по ТЕС 3.2 – 3.5% від розходу живильної води.

Дані по паливу «природний газ» :

- густина 0.687 – 0.733 кг/м³,
- теплотвірна здатність – 7842 – 8190 ккал/м³,
- наявна кількість газу – 1.4 млрд. Нм³/год.

Склад палива (проектні дані газопроводу Київ – Захід України 2) :

- метан	92.359 – 93.982%
- етан	3.195 – 1.679%
- пропан	1.289 – 0.647%
- н - бутан	0.239 – 0.289%
- ізобутан	0.144%
- CO ₂	0.355 – 0.943%
- сірководень	відсутній

Дані по паливу «мазут» :

- марка	М – 40, М- 100
- густина	0.862 – 0.922 г/см ³
- теплотвірна здатність	9582 – 9918 ккал/кг
- наявна кількість мазути	64 тис. т.

Склад палива:

C – 85.7%, H₂ – 10.6%, S – 1%.

В даній роботі вивчали основні види негативних впливів ТЕС на навколишнє природне середовище, а саме: викиди в атмосферу продуктів згорання палива; тверді відходи у вигляді золи та шлаку, які потрапляють у золовідвал.

Основні види енергоресурсів, які споживає Бурштинська ТЕС для виробництва електроенергії, - вугілля, газ та мазут. За останні роки використання мазуту і газу зменшилось, а вугілля – збільшилось (табл.3.1, рис. 3.1).

Таблиця 3.1- Використання палива на Бурштинській ТЕС (%)

	2019	2020	2021	2022	2023
Вугілля	43,4	65,2	68,1	55,9	76,5
Мазут	0,5	1,3	1,3	0,2	0,1
Газ	56,1	33,5	30,6	43,9	23,4

З таблиці 3.1 і рис. 3.1 видно, що у 2019 р. основним видом палива на ТЕС був газ, який становив 56,1%, дещо менше використовувалось вугілля – 43,4% і 0,5% припадало на мазут. У 2020-2021 р.р. при виробництві електроенергії, в якості палива, більше використовувалось вугілля - 65,2 % і 68,1%, і незначний відсоток мазуту – 1,3 %. У 2022 р. на підприємстві зросло використання газу до 43,9%, і дещо знизився процент вугілля як палива – 55,9% (порівняно з 2020 і 2021 рр.). У 2023 р. вугілля стало основним видом палива на Бурштинській ТЕС.

Бурштинська ТЕС має дві черги. На першій черзі використовується вугілля, газ та мазут, на другій — в останні роки лише газ. В атмосферу потрапляють викиди через димові труби № 1 та № 2 висотою 180 м і діаметром 9,6 м і 7,2 м (відповідно I-а та II черги). Основними забрудниками атмосфери, що утворились при згорянні палива, — зола, оксиди азоту, сірчистий ангідрид, оксид вуглецю та бензопірен (табл. 3.2). Серед токсичних компонентів у складі продуктів згорання ТЕС аналізували основні викиди димових труб I-ї і II-ї черги.

Як видно з таблиці 3.2, на першій черзі в якості палива використовується вугілля, газ і мазут і в атмосферу повітря потрапляють диоксид азоту, диоксид сірки, оксид вуглецю і бензопірен з фактичними концентраціями $0,031 \text{ мг/м}^3$, $0,040 \text{ мг/м}^3$, $1,67 \text{ мг/м}^3$, $1,5 \cdot 10^{-7} \text{ мг/м}^3$ відповідно, які не перевищують гранично встановлені норми викидів цих сполук.

ЗМІНИ У ВИКОРИСТАННІ ПАЛИВА НА БУРШТИНСЬКІЙ ТЕС

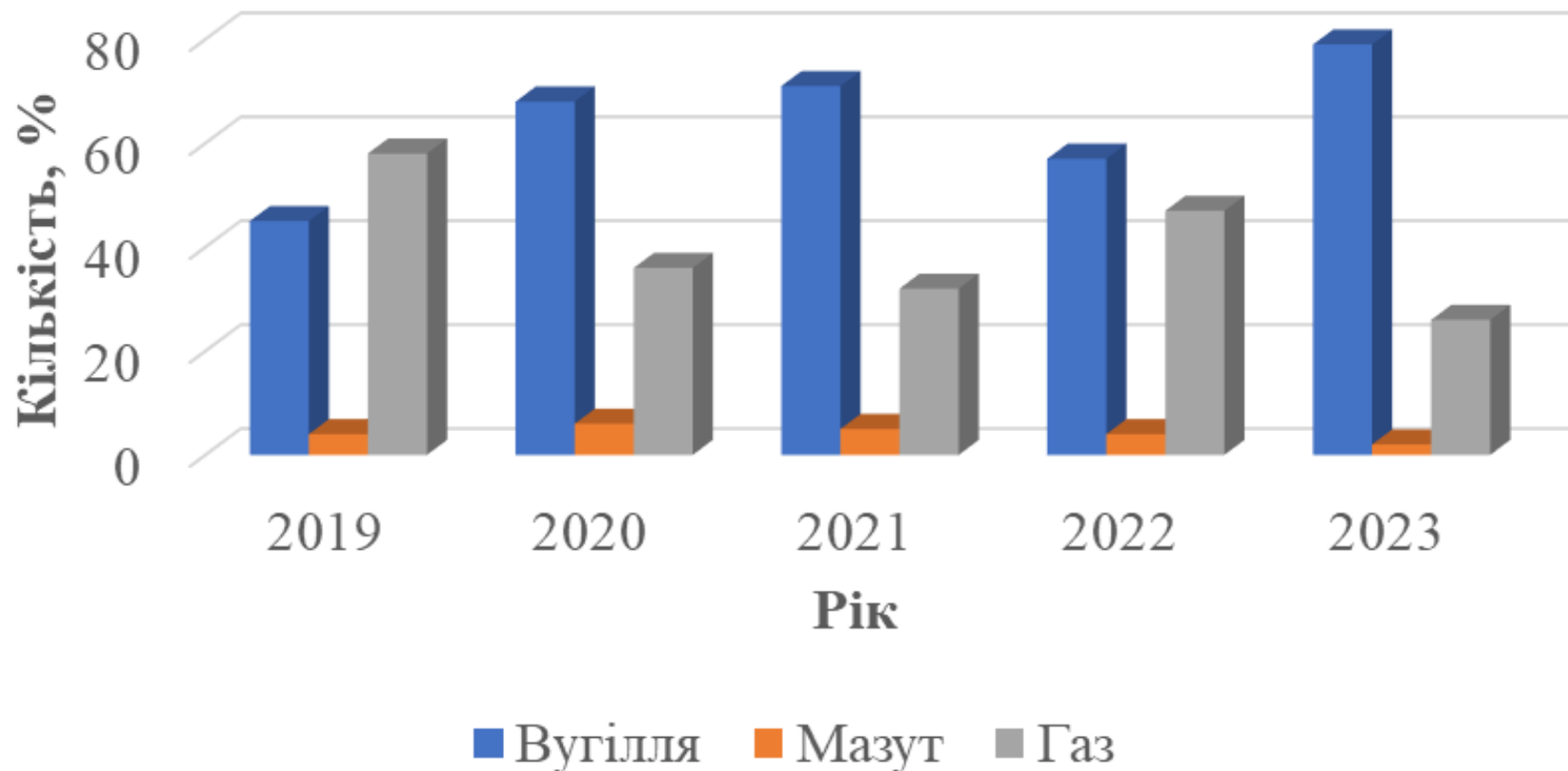


РИС. 3.1. ЗМІНИ У ВИКОРИСТАННІ ПАЛИВА НА БУРШТИНСЬКІЙ ТЕС

Таблиця 3.2 - Характеристика джерел викидів забруднюючих

речовин

Найменування джерела викиду	Параметри джерел викидів		Характеристика пилогазоповітряної суміші на виході		ЗР	Факт. конц., мг/м ³	ГДК _{с.д} , мг/м ³
	Висота, м	Діаметр, м	Об'єм, м ³ /с	Т, °С			
Димова труба I-ї черги	180	9,6	1982,1	170	Зола	0,034	0,05
					NO ₂	0,031	0,04
					SO ₂	0,040	0,05
					CO	1,67	3,0
					C ₂₀ H ₁₂	1.5·10 ⁻⁷	10 ⁻⁶
Димова труба II-ї черги	180	7,2	1077,0	147	NO ₂	0,018	0,04
					SO ₂	0,022	0,05
					CO	1,10	3,0
					C ₂₀ H ₁₂	3·10 ⁻⁷	10 ⁻⁶

Присутність твердих речовин (золи) у викидах I-ї черги обумовлено спалюванням вугілля. Їх концентрація становить 0,034 мг/м³ і є досить високою порівняно з нормами викиду – 0,05 мг/м³. Очевидно, високий вміст перелічених забруднюючих речовин також пов'язаний із фізичними параметрами джерел викидів, зокрема з діаметрами димових труб.

У викидах димової труби II-ї черги також присутні вищевказані забруднюючі речовини, але у значно менших концентраціях – 0,018 мг/м³ NO₂, 0,022 мг/м³ SO₂, 1,10 мг/м³ CO, 3·10⁻⁷ мг/м³ бензапірен, тому що як паливо в даному випадку використовується лише газ.

Таким чином, як видно з таблиці 3.2, внаслідок роботи першої черги Бурштинської ТЕС в атмосферу повітря потрапляють підвищені концентрації основних токсичних речовин відносно вмісту цих компонентів

в атмосфері повітря, які утворюються на другій черзі. Однак ГДК вказані забруднюючі речовини не перевищують.

Загалом валовий викид забруднюючих речовин протягом 2019 - 2023 рр. на Бурштинській ТЕС складає в середньому 67765,2 т (табл. 3.3).

У 2022 році зменшились викиди твердих речовин на 6110,692 т й ангідриду сірки на 11062,496 т в порівнянні з 2019 роком, що пояснюється зменшенням виробітку електроенергії, та зменшенням кількості спаленого вугілля на 472500 т і мазуту на 18399 т. У 2022 році було збільшено спалювання газу на 794,089 т, що призвело до збільшення кількості викидів окису азоту.

Таблиця 3.3 - Валовий викид забруднюючих речовин 2019 – 2023 р.р.

Рік	Всього	в т.ч.	
		газоподібних	твердих
2019	64 495,2	44 869,7	19 625,5
2020	69 811,6	50 914,8	18 896,8
2021	77 854,5	53 894,2	23 960, 3
2022	58 899,5	41 056,3	17 843, 2
2023	29 251,5	9 339,7	19 911,8

Зменшення кількості викидів забруднюючих речовин у 2023 році пояснюється зменшенням виробітку електроенергії і, відповідно, зменшенням кількості спаленого вугілля та мазуту.

Дані по існуючому рівні забруднення шкідливими речовинами:

на території електростанції:

пил	1.5 мг/м ³
SO ₂	0.27 мг/м ³
NO ₂	0.034 мг/м ³

3.2 Повторюваність і сила вітрів у зоні впливу Бурштинської ТЕС

Для визначення динаміки форми і характеристичних розмірів зони впливу ТЕС на навколишнє природне середовище необхідно мати дані про повторюваність напрямків та швидкостей вітру. Найближчі до Бурштинської ТЕС станції метеорологічної служби знаходяться в містах Івано-Франківськ і Галич, — відповідно у західному і північному напрямках на відстані близько 30 км. Скористаємось даними їх спостережень вітрових режимів місцевості [20,25,26].

В холодний період року тут переважають вітри південно-західних, західних та північно-західних напрямків. У грудні та лютому велика повторюваність (11,1% та 16,8%) південно-східного вітру, в січні (18,2%) — східного напрямку. В теплий період року найбільше повторювання (85,8%) північно-західного та (49,3%) північно-східного вітру (табл. 3.4).

За даними, наведеними в таблиці, побудовано річну розу вітрів (рис. 3.2) та річний хід повторюваності вітру різних напрямків (рис. 3.3).

Дані спостережень метеорологічної станції дещо відрізняються від попередніх. В холодний період переважає вітер південного, південно-західного, південно-східного та східного напрямів. У теплий період —

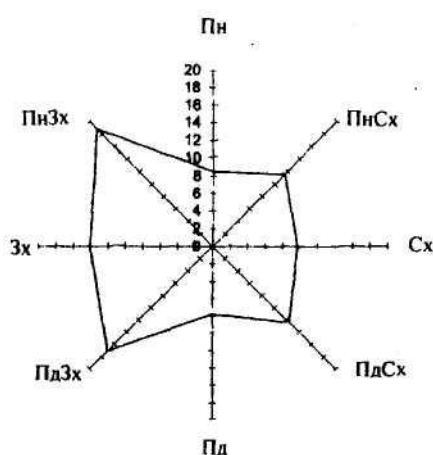


Рис. 3.2. Річна роза вітрів.

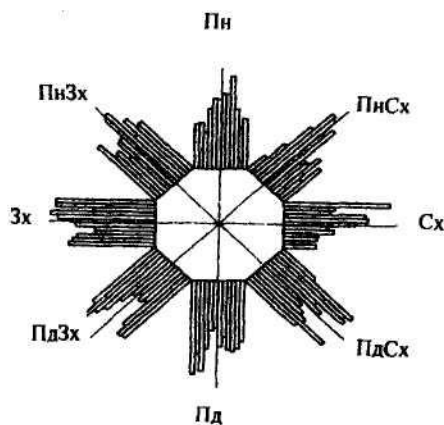


Рис. 3.3. Річний хід повторюваності вітру різних напрямків.

Таблиця 3.4 - Повторюваність (%) напрямку вітру по місяцях

Напрямок вітру	Місяці												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Пн	6,2	6,4	5,1	8,3	9,7	9,6	10,4	10,3	12,8	8,2	5,7	7,0	8,5
ПнСх	4,2	8,4	14,2	19,0	18,2	14,6	16,5	7,6	8,6	10,7	5,2	9,3	11,6
Сх	18,2	8,7	7,9	13,9	14,4	12,3	7,5	8,7	6,1	5,8	4,4	5,7	9,7
ПдСх	7,5	16,8	15,6	16,2	10,7	12,4	8,0	9,2	10,5	11,7	16,6	11,1	12,4
Пд	6,8	7,6	8,0	7,8	6,3	7,4	5,3	5,6	7,7	10,2	8,2	10,6	7,8
ПдЗх	20,7	21,2	18,6	10,9	11,9	10,6	11,8	14,6	18,6	20,7	23,4	19,4	17,1
Зх	16,2	15,4	14,6	11,1	11,2	15,0	15,8	18,4	19,7	11,6	18,6	18,6	14,1
ПнЗх	20,2	15,5	16,0	12,8	17,6	18,1	24,7	25,4	16,0	21,1	17,9	18,3	18,8

Західний та південно-західний вітер (табл. 3.5).

На Україні найбільшу повторюваність мають вітри слабкі та помірні зі швидкістю 0—5 м/сек, (повторюваність 70—90% на рік). В річному ході повторюваність швидкостей 2—3 м/с приблизно однакова протягом року, а повторюваність швидкостей 4—5 м/с в холодну половину року (жовтень — березень) більша, ніж у теплу. Швидкість 6—10 м/с частіш усього спостерігається в холодну пору року або в перехідні сезони. Швидкість понад 10 м/с спостерігається порівняно рідко. З 2010-го по 2020-й фіксувалися випадки швидкості 15 м/с та більше. З року в рік повторюваність сильного вітру значно змінюється. За 10 років відмічено 86 випадків сильного вітру. Найбільше випадків (17) відмічалось у 2014 році, найменше — в 2011 та 2016 роках. За даними багаторічних спостережень, найбільша кількість днів сильних вітрів спостерігається в січні, березні, квітні та грудні, що загалом складає 27 днів (табл. 3.6).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2017	2	-	1	-	-	-	2	-	-	2	-	-	7
2018	1	3	-	-	-	-	1	1	5	2	2	1	16
2019	1	-	-	-	1	-	-	-	2	2	1	-	7
Σ	12	8	11	9	10	1	6	2	8	8	5	7	86

Наведені дані свідчать, що найбільша річна повторюваність вітру спостерігалася у південному, південно-західному та західному напрямках.

3.3 Способи зменшення викидів

Найбільша кількість сірчистого ангідрида SO_2 викидується тепловими електростанціями, які працюють на паливі багатому на сірку [26].

Для вилучення сірчистого ангідрида із газів застосовуються абсорбційні (рідкими поглинаючими) і каталітичні (окислення сірчистого ангідрида в присутності каталізатора до сірчаного ангідрида SO_3 з поглинанням останнього водою і утворення сірчаної кислоти H_2SO_4) методи, а також окислення в рідкій фазі до сірчаного ангідрида, котрий потім перетворюється в сірчану кислоту (з допомогою перекису водню, азотної кислоти та інших окислювачів).

Найбільш поширені абсорбційні методи, які поділяються на групи - в залежності від природи поглинача, методу поглинання і характеристики кінцевого продукту :

- вилучення сірчистого ангідрида з переробкою в продукти окислення та нейтралізації (вловлювання сірчистого ангідрида основами і отримання сірчистоокислих або сірчаноокислих солей натрію, амонію, кальцію; обробка мінеральної сировини розбавленим сірчистим газом або переробка останнього в сірчану кислоту);
- комбіновані методи видалення сірчистого ангідрида з виліленням концентрованого двоокислу сірки і попутніх продуктів (очищення основами з додаванням якої-небудь сильної кислоти) окислення сірчистого ангідрида

з наступним відновленням, комбінована переробка мінеральної сировини і розбавленого сірчистого газу;

- циклічне очищення від сірчистого ангідрида з отриманням концентрованого двоокислу сірки (вилучення сірчистого газу при низькій температурі і виділення концентрованого двоокислу сірки при нагріванні).

Менш поширені адсорбційні методи. Їх можна рекомендувати для випадків, коли в газах присутні не більше 0.1 – 0.15% SO_2 , немає пилу і домішок, які забруднюють або руйнують адсорбенти. Адсорбентами служать активоване вугілля, срібно-марганцеві композиції, сладкі сорбенти на основі окислів амонію, заліза, кобальта та ін.

Каталітичні способи (частіше всього з застосуванням ванадієвих каталізаторів) придатні тільки для гзів, які не містять пилу і каталізаторних ядів. Вони мало придатні для газів енергетичних та металургійних підприємств. Окислення здійснюється і в розчині – при наявності каталізаторів або перекісом водню, озоном, азотною кислотою та ін.

Для очищення газів котельних установок використовують такі методи: содовий, цинковий, аміачний (не циклічний).

Для даного випадку обрано аміачний метод.

Різновидність аміачного способу- розробленого в Дніпропетровському хіміко-технологічному інституті компактний метод поглинання сірчистого ангідрида безпосередньо димових трубах. Він придатний для діючих енергетичних і металургійних заводів з висотними трубами.

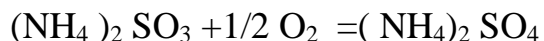
3.4 Очищення газів від сірчистого ангідрида та окислів азоту на Бурштинській ТЕС

Спочатку димові гази після очищення від пилу (сухим, мокрим або комбінованим способами) поступають через газохід в димову трубу, в нижній частині якої розміщений резервуар (якщо його не можна розмістити в трубі, він робиться виносним) для збору рециркуляційного рідкого поглинача. В якості поглинача доцільно використовувати 12-15% -ний

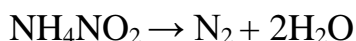
розчин аміака в воді. Аміачна вода зберігається в резервуарі, звідки насосом (під тиском) подається в колектор і розпилюється з допомогою форсунок, що направлені вгору. На висоті 15-20 м каплі рідини падають вниз та збираються в спеціальному резервуарі. Попаданню м'яких крапель у верхню частину труби запобігає другий кільцевий колектор з форсунками, направлених вниз. Сюди попадає до 30% поглинача, причому розпилююча рідина рухається вниз. Вона циркулює до переробки аміака на 75-80%.

Частина відпрацьованого розчину, яка представляє рідке азотне добриво, передається споживачам.

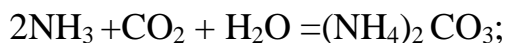
Аміачна вода взаємодіє з сірчистим ангідридом та окислами азота (NO і NO₂) з утворенням сульфїта і бісульфїта амонїю, а також елементарного азоту. В подальшому сульфїт і бісульфїт амонїю окислюються киснем повітря до сульфату амонїю в процесі рециркуляції поглинального розчину (процес прискорюється при наявності в газах 0,4-0,8 % окислів азоту)



Під дією аміака проходить дефіксація окислів азоту



В димових газах міститься також значна кількість двоокису вуглецю CO₂, при взаємодії котрої з аміаком і водою (температура нижче 70°C) отримують вуглеамонійні солі цінні азотно-карбонатні добрива



Реалізація цих добрив може компенсувати всі експлуатаційні витрати і дати значний економічний ефект.

3.5 Характеристика Бурштинської ТЕС як джерела забруднення гідросфери

3.5.1 Характеристика системи водопостачання та водовідведення

Системи водоспоживання. Джерело технічного водопостачання ТЕЦ – р. Гнила Липа. У долині цієї річки побудовано водосховище площа якого становить 1260 га. Це водосховище прісних підземних вод забезпечує водою Бурштинську ТЕС. Система технічного водопостачання БТЕС є зворотною зі ставом-охолоджувачем (водосховищем) площею 920 га. Технічні характеристики Бурштинського водосховища наведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Основні технічні характеристики Бурштинського водосховища

Характеристики	Значення
1	2
1 Відмітка нормального підпірного півня (НПР), м	304,0
2 Найнижчий рівень спрацювання (НРС), м	280,5
3 Площа дзеркал при нормально підпертому рівні, км ²	8,65
4 Площа дзеркал при найнижчому рівні спрацювання, км ²	7,95
5 Повний об'єм при НПР, млн.м ³	16,4
6 Об'єм води при НРС, млн.м ³	18,7
7 Природне випаровування, тис.м ³ /рік	250

В структурі оборотної системи технічного водопостачання на конденсатори турбін припадають найбільші витрати води. Технічна вода з циркуляційної системи охолоджує пару в конденсаторах турбін. Також технічна вода застосовується при охолодженні допоміжного обладнання і для поповнення втрат парового циклу, системі гідрозоловидалення (ГЗВ).

Берегова насосна станція (БНС), зокрема циркуляційні насоси (ЦН) типу ОПВ-110 з продуктивністю 19000-23000 м³/год та напором 19-23 м.в.ст. здійснюють постачання води в станційний водовід, який є загальним для всіх турбоагрегатів. Насосами технічної води (НТВ) типу 5НДВ з продуктивністю 190 м³/год з циркуляційної системи забирається вода для допоміжного обладнання Бурштинської ТЕС та хімводоочистку (ХВО).

Водовідведення. В Бурштинське водосховище повертається нагріта циркуляційна вода як від основного обладнання так і від конденсаторів турбін. У золові або шлакові канали системи гідрозоловидалення (ГЗВ) здійснюється відведення води від іншого технологічного обладнання ТЕС. Також вода повторно використовується в локальному водообігу.

Гідрозолошлаковидалення. Ця система є замкнутою, сумісною, а також охоплює шлакові і золові канали, багерні та шламкові насосні станції, пульпопроводи, відкритий золошлаковідвал (ЗШВ), і, звичайно, насосну станцію освітленої води (НОВ) .

3.5.2 Розрахунок норм водоспоживання та водовідведення на основні технологічні потреби

Циркуляційна система охолодження основного обладнання. Обсяги водоспоживання Бурштинської ТЕС для конденсації пари в конденсаторах турбін, для охолодження обладнання турбоагрегатів є найбільшими. Показники витрат води на конденсатор, в основному, залежать від температури охолоджувальної води та потужності турбогенератора. Витрати охолоджуючої води для Бурштинської ТЕС наведені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 - Витрати охолоджуючої води для Бурштинської ТЕС

Тип турбоагрегата	Витрати охолодж. Води в конденсаторах, м ³ /год.		Витрати охолодж. Води на газомаслоповітряохолодж., м ³ /год.	Загальні витрати охолоджуючої води, м ³ /год.	
	зимою	літом		зимою	літом
1	2	3	4	5	6
К-100-90	12000	20000	675	12675	20675
К-100-90	12000	20000	675	12675	20675
Всього по II ч.	24000	40000	1350	25350	41350
К-160-130	15500	36000	1200	16700	37200
К-160-130	15500	36000	1200	16700	37200
Всього по III ч.	31000	72000	2110	33400	74400

Розрахунки повторно-послідовної води. Згідно з проектом реконструкції і розширення Бурштинської ТЕС, у таблиці 3.9 представлені сезонні витрати води (беззворотні) в системі гідрозоловидалення та джерела її поповнення..

Таблиця 3.9 - Беззворотні втрати води в системі ГЗВ та джерела її поповнення

№ п/п	Назва втрати води та джерела її поповнення	Сезонні втрати, м ³ /год	
		літо	зима
1	2	3	4
1.	Втрати внутрішнього ГЗВ	59	59
2.	Фільтрація	60	60
3.	Додаткове випаровування	8	15
4.	Заповнення пор золошлака	20	20
5.	Випаровування з врахуванням опадів	78	21
	Всього:	195	175
	Джерела поповнення		
1.	Стічні води водопідготовки	40	60
2.	Повторне використання технічної води	61	61
3.	Стічні води комплексних очисних уд	94	54
	Всього:	195	175

3.5.3 Моніторинг якості води на території Бурштинської територіальної громади

Система моніторингу якості питної води повинна відповідати вимогам нормативно-технічних документів, а саме державним санітарним нормам і правилам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», затверджених Міністерством охорони здоров'я 12.05.2010 р., що набрали чинності від 01.07.2010 р [21,32].

На території Бурштинської територіальної громади проводили моніторинг якості питної води. Тобто за допомогою спеціального обладнання (станції моніторингу якості води), а також програмного забезпечення досліджували основні фізичні та хімічні показники якості питної води.

Проводили систематичні спостереження, збирали, аналізували та оцінювали інформацію про фізичні та хімічні показники якості питної води. Вивчали фактори впливу на якість води, та заходи щодо дотримання вимог санітарно-екологічної безпеки, збереження навколишнього середовища і здоров'я жителів даної територіальної громади [25,32].

Станції моніторингу якості питної води – це компактні станції, які підключені до систем водопостачання з допомогою яких проводять вимірювання якості питної води. Система моніторингу якості питної води провидить автоматичний забір проб питної води, аналізує їх, передає до серверної частини, проводить обробку надісланих даних, а також відображає поточний стан якості питної води.

До основних показників, які визначають станції моніторингу належать значення рН, каламутність, забарвлення, твердість води, загальна мінералізація, концентрація нітрат-іонів. У таблицях 3.10 – 3.13 представлені деякі забруднюючі речовини, які виявлені у питній воді у деяких районах Бурштинської територіальної громади. Аналіз проводили у період з 29 травня 2022 року по 4 червня 2022 року.

Таблиця 3.10 - Аналіз питної води місто Бурштин (школа)

№ з/п	Назва забруднюючої речовини	Одиниці вимірювання	Фактична концентрація	ГДН з колодязів
1	2	3	4	5
1	Водневий показник рН		7,98	6,5 – 8,5
2	Прозорість	см	17,8	-
3	Лужність	мг/дм ³	629,74	-
4	Загальна твердість	мг/екв/л	26,4	≤ 7
5	Сухий залишок	мг/дм ³	967,0	≤ 1000
6	Смак	бали	1	≤ 3,0
7	Запах при 20 °С	бали	0	≤ 3,0
8	Перманганатна окиснюваність	мг/дм ³	4,15	≤ 5,0
9	Азот амонійний	мг/дм ³	0,5	≤ 0,5
10	Нітрати	мг/дм ³	8,7	≤ 50,0
11	Нітрити	мг/дм ³	0,02	≤ 0,5
12	Хлориди	мг/дм ³	49,37	≤ 250
13	Залізо загальне	мг/дм ³	0,59	≤ 0,2

Як видно з таблиці перевищують гранично-допустиму норму питної води у колодязях це показник загальної твердості та заліза загального. Достатньо високими, як бачимо, є параметри сухого залишку і перманганатної окиснюваності. Решта показників не перевищують граничних норм.

Таблиця 3.11 - Аналіз питної води село Вигівка (криниця на вулиці Перемоги)

№з/п	Назва забруднюючої речовини	Одиниці вимірювання	Фактична концентрація	ГДН з колодязів
1	2	3	4	5
1	Водневий показник рН		8,01	6,5 – 8,5
2	Прозорість	см	18,9	-
3	Лужність	мг/дм ³	285,11	-
4	Загальна твердість	мг/екв/л	30,4	≤ 7
5	Сухий залишок	мг/дм ³	1458,0	≤ 1000

1	2	3	4	5
6	Смак	бали	1	≤ 3,0
7	Запах при 20 °С	бали	0	≤ 3,0
8	Перманганатна окиснюваність	мг/дм ³	0,01	≤ 5,0
9	Азот амонійний	мг/дм ³	0,47	≤ 0,5
10	Нітрати	мг/дм ³	256,8	≤ 50,0
11	Нітрити	мг/дм ³	0,004	≤ 0,5
12	Хлориди	мг/дм ³	154,48	≤ 250
13	Залізо загальне	мг/дм ³	0,01	≤ 0,2

Аналіз питної води у колодязі села Вигівка показує, що гранично-допустиму норму питної води значно перевищують показники загальної твердості, сухого залишку, та нітратів. Вміст азоту амонійного у воді колодязя близький до граничної норми. Решта показників не перевищують граничних норм.

Таблиця 3.12 - Аналіз питної води село Сарники (школа)

№з/п	Назва забруднюючої речовини	Одиниці вимірювання	Фактична концентрація	ГДН колодязів
1	2	3	4	5
1	Водневий показник рН		7,42	6,5 – 8,5
2	Прозорість	см	19,4	-
3	Лужність	мг/дм ³	-	-
4	Загальна твердість	мг/екв/л	22,7	≤ 7
5	Сухий залишок	мг/дм ³	845,1	≤ 1000
6	Смак	бали	1	≤ 3,0
7	Запах при 20 °С	бали	0	≤ 3,0
8	Перманганатна окиснюваність	мг/дм ³	0,01	≤ 5,0
9	Азот амонійний	мг/дм ³	0,21	≤ 0,5
10	Нітрати	мг/дм ³	46,7	≤ 50,0
11	Нітрити	мг/дм ³	0,018	≤ 0,5
12	Хлориди	мг/дм ³	17,48	≤ 250
13	Залізо загальне	мг/дм ³	0,01	≤ 0,2

Аналіз питної води у школі села Сарники показує, що гранично-допустиму норму питної води перевищують лише показник загальної твердості. Вміст нітратів у воді є високим 46,7 мг/дм³, однак до граничної норми (50,0 мг/дм³) не перевищує. Решта показників знаходяться у межах норми.

Таблиця 3.13 - Аналіз питної води село Задністрянське (школа)

№з/п	Назва забруднюючої речовини	Одиниці вимірювання	Фактична концентрація	ГДН колодязів з
1	2	3	4	5
1	Водневий показник рН		8,19	6,5 – 8,5
2	Прозорість	см	17,0	-
1	2	3	4	5
3	Лужність	мг/дм ³	353,9	-
4	Загальна твердість	мг/екв/л	29,2	≤ 7
5	Сухий залишок	мг/дм ³	1021,0	≤ 1000
6	Смак	бали	1	≤ 3,0
7	Запах при 20 °С	бали	0	≤ 3,0
8	Перманганатна окиснюваність	мг/дм ³	1,81	≤ 5,0
9	Азот амонійний	мг/дм ³	0,6	≤ 0,5
10	Нітрати	мг/дм ³	4,7	≤ 50,0
11	Нітрити	мг/дм ³	0,058	≤ 0,5
12	Хлориди	мг/дм ³	37,85	≤ 250
13	Залізо загальне	мг/дм ³	0,01	≤ 0,2

Аналіз питної води у школі села Задністрянське показує, перевищення (більше, ніж у 4 рази) гранично-допустимих норм показників загальної твердості та незначне перевищення вмісту сухого залишку у досліджуваній воді. Вміст нітратів у цій воді (порівняно із концентраціями цього забруднювача у питній воді у колодязі села Вигівка - 256,8 мг/дм³, та школи у селі Сарники - 46,7 мг/дм³) знаходиться у межах норми і становить 4,7 мг/дм³. Однак, водневий показник досліджуваної води достатньо високий - 8,19, але граничної норми 6,5 – 8,5 не перевищує. Решта показників знаходяться у межах норми.

Таким чином, як показали лабораторні дослідження питної води, відібрані у вищевказаних районах (м. Бурштин, с. Вигівка, с. Сарники, с. Задністрянське), показник загальної твердості води у всіх чотирьох місцях перевищує гранично-допустиму концентрацію. Така ж закономірність спостерігалася при дослідженні проб води відібраних у с. Вигівка, с. Задністрянське, у яких концентрація сухого залишку також перевищує показник. ГДН. Дослідження проб води (с. Вигівка) вказують на перевищення гранично-допустимих норм нітратів. У с. Сарники даний забруднювач у воді також високий, у досліджуваній воді с. Вигівка міститься висока концентрація азоту амонійного.

3.5.4 Моніторинг якості ґрунту на території Бурштинської територіальної громади

Відбір проб ґрунту та вимірювання показників складу і його властивостей проводили у с. **Вигівка**, центр села (біля церкви), Бурштинська міська громада, Івано-Франківський р-н., Івано-Франківська обл. Відбір проби проводили 29 травня 2022 р. Вимірювання здійснювали 25 червня 2022 р. Відбір проби ґрунту проведено згідно: ДСТУ 4287:2004 [9,16].

Кількість відібраної проби: 1 кг

Глибина відбору проби: 5 – 15 см

Таблиця 3.14 -Аналіз показників складу та властивостей ґрунту с.

Вигівка

№ з/п	Найменування забруднюючої речовини (рухома форма), одиниці вимірювання	Фактичний показник вимірювання	ГДК*, не більше
1	2	3	4
1	Водневий показник, рН		-
2	Кадмій, мг/мг	0,15	0,7
3	Кобальт, мг/мг	0,4	5,0
4	Марганець, мг/мг	13,9	100,0
5	Мідь, мг/мг	0,28	3,0
6	Нікель, мг/мг	0,5	4,0

1	2	3	4
7	Свинець, мг/мг	0,6	6,0
8	Хром, мг/мг	3,5	6,0
9	Цинк, мг/мг	5,65	23,0

ГДК* згідно Наказу МОЗ України № 1595 від 14.07.2020 «Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті».

Як видно з таблиці, фактичні концентрації забруднюючих речовин у відібраних пробах ґрунту не перевищують гранично-допустимого вмісту даних хімічних речовин.

Відбір проб ґрунту та вимірювання показників складу і його властивостей проводили у с. **Сарники** біля школи, Бурштинська міська громада, Івано-Франківський р-н., Івано-Франківська обл. Відбір проби проводили 29 травня 2022 р. Вимірювання здійснювали 25 червня 2022 р. Відбір проби ґрунту проведено згідно: ДСТУ 4287:2004 [9,16].

Кількість відібраної проби: 1 кг

Глибина відбору проби: 5 – 15 см

Таблиця 3.15 - Аналіз показників складу та властивостей ґрунту с.

Сарники

№ з/п	Найменування забруднюючої речовини (рухома форма), одиниці вимірювання	Фактичний показник вимірювання	ГДК* , не більше
1	Водневий показник, рН		-
2	Кадмій, мг/мг	0,11	0,7
3	Кобальт, мг/мг	0,4	5,0
4	Марганець, мг/мг	90	100,0
5	Мідь, мг/мг	0,2	3,0
6	Нікель, мг/мг	1,0	4,0
7	Свинець, мг/мг	0,6	6,0
8	Хром, мг/мг	2,5	6,0
9	Цинк, мг/мг	4,35	23,0

Результати вимірювань показали, що у досліджуваному ґрунті проби якого відбиралися біля школи с. Сарники, міститься підвищений вміст іонів

Марганцю. Хоча гранично-допустимої межі він не перевищує. Решта рухомих форм концентрацій забруднюючих речовин знаходяться у межах норми.

1) Відбір проб ґрунту та вимірювання показників складу і його властивостей проводили у **с. Задністрянськ**, край села, на півдні, Бурштинська міська громада, Івано-Франківський р-н., Івано-Франківська обл. Відбір проби проводили 29 травня 2022 р. Вимірювання здійснювали 25 червня 2022 р. Відбір проби ґрунту проведено згідно: ДСТУ 4287:2004 [9,16].

Кількість відібраної проби: 1 кг

Глибина відбору проби: 5 – 15 см

Таблиця 3.16 - Аналіз показників складу та властивостей ґрунту

с. Задністрянськ

№ з/п	Найменування забруднюючої речовини (рухома форма), одиниці вимірювання	Фактичний показник вимірювання	ГДК* , не більше
1	Водневий показник, рН		-
2	Кадмій, мг/мг	0,15	0,7
3	Кобальт, мг/мг	0,4	5,0
4	Марганець, мг/мг	55,2	100,0
5	Мідь, мг/мг	0,15	3,0
6	Нікель, мг/мг	0,5	4,0
7	Свинець, мг/мг	0,6	6,0
8	Хром, мг/мг	3,5	6,0
9	Цинк, мг/мг	1,15	23,0

З таблиці видно, що фактичні концентрації забруднюючих речовин, у ґрунті відібраному на півдні села Задністрянське (край села), не перевищують гранично – допустимих норм.

Відбір проб ґрунту та вимірювання показників складу і його властивостей проводили у **м. Бурштин**, біля будинку культури «Енергетик»,

Бурштинська міська громада, Івано-Франківський р-н., Івано-Франківська обл. Відбір проби проводили 29 травня 2022 р. Вимірювання здійснювали 25 червня 2022 р. Відбір проби ґрунту проведено згідно: ДСТУ 4287:2004 [9,16].

Кількість відібраної проби: 1 кг

Глибина відбору проби: 5 – 15 см

Таблиця 3.17 - Аналіз показників складу та властивостей ґрунту

м. Бурштин

№ з/п	Найменування забруднюючої речовини (рухома форма), одиниці вимірювання	Фактичний показник вимірювання	ГДК* , не більше
1	Водневий показник, рН		-
2	Кадмій, мг/мг	0,15	0,7
3	Кобальт, мг/мг	0,4	5,0
4	Марганець, мг/мг	51,6	100,0
5	Мідь, мг/мг	1,20	3,0
6	Нікель, мг/мг	0,95	4,0
7	Свинець, мг/мг	2,5	6,0
8	Хром, мг/мг	2,5	6,0
9	Цинк, мг/мг	2,18	23,0

Як видно з таблиці, перевищення гранично-допустимих концентрацій забруднюючих речовин у пробах ґрунту відібраного у м. Бурштин, біля будинку культури «Енергетик» не спостерігається.

Таким чином, дослідження ґрунтових витяжок на вміст вищеперерахованих забруднюючих речовин показали, що їх концентрації знаходяться в межах гранично-допустимих норм.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз стану охорони праці та захист населення

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

Основними виробничими об'єктами підприємства, які мають найвищий ступінь небезпеки травмування і отруєння працівників, викидів небезпечних речовин в повітря виробничих приміщень є такі [14,26]:

- котельні установки (парові), що виробляють водяну пару потрібних параметрів;
- котельні установки (водогрійні), що видають гарячу воду визначеної температури та тиску;
- молоткові та шарові барабанні млини, які встановлюють у системах пилоприготування для подрібнення кам'яного вугілля.

Посадові інструкції інженерно-технічних працівників відповідають і вимогам положень, затверджених Держнаглядом охорони праці України від 03.07.1993 р. На підприємстві розроблено та затверджено положення про службу охорони праці на підприємстві, затверджено перелік інструкцій по

охороні праці. Щорічну перевірку знань працівників професій підвищеної небезпеки проведено в березні 2023р.

4.2 Техніка безпеки при експлуатації котельних установок. Організація керування котлами

Система керування котла має забезпечувати його роботу з заданими оптимальними техніко-економічними показниками. Вирішення цього завдання визначається досконалістю комплексу устаткування котельної установки, а також кваліфікацією і досвідом персоналу [10,11].

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

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

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

Розвиток централізації керування на потужних електростанціях зумовив обслуговування всього устаткування блока *котел - турбіна* черговим персоналом з одного щита керування [11].

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

Ступінь оснащення котельних установок цими підсистемами визначається їх призначенням (виробничі й опалювальні котельні установки, котли електростанцій), потужністю й умовами роботи. Загальною тенденцією розвитку автоматизації котельних установок є перехід від автоматизації окремих процесів операцій до їх повної, комплексної автоматизації, що особливо наочно виявляється на потужних сучасних електростанціях.

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

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

Порядок пуску та зупину котла встановлено інструкцією. Перед прогріванням котла проводять його зовнішній огляд, щоб переконатися в справності всіх елементів устаткування і готовності до пуску. Усі повітряні крани мають бути відкриті, а всі продувні і спускні пристрої закриті, за винятком клапанів для продування пароперегрівника і системи ре-

циркуляції води в економайзері. Котел наповнюють живильною деаеро-ваною водою, температура якої на початку заповнення 60...70 °С, а наприкінці - не вище 100 °С.

Нерівномірний прогрів барабана котла під час швидкого наповнення його гарячою водою може спричинити небезпечні температурні напруги всередині його стінок. Щоб уникнути виникнення великих внутрішніх напруг в металі барабана, заповнювати котел водою треба при середньому тиску протягом 1-1,5 год, при високому тиску- протягом 1,5-2,5 год. Заповнювати котел водою слід до нижньої позначки водомірного скла, тому що з початком випаровування рівень її підвищиться. Газоходи котла перед прогрівом треба провентилювати протягом 10-15 хв за рахунок природної тяги або включення в роботу димососа. Після заповнення водою котла, вентиляції газоходів і продувки газопроводів запалюють газові пальники, розтоплювальні мазутні форсунки або шар твердого палива на решітці. Одночасно спостерігають за щільністю водяного тракту котла за рівнем води у водомірному склі. З підвищенням тиску, після того як з повітряних і захисних клапанів почне виходити пара, їх треба закрити. Продувку водомірних приладів роблять при тиску 0,05...0,1 МПа. За наявності обхідного газоходу продукти згорання пропускають повз економайзер. Якщо такої можливості немає, то треба вмикати лінію рециркуляції води. Щоб уникнути корозії повітропідігрівників, вентилятори треба вмикати при температурі продуктів згорання не менше 120 °С або повітря пропускати повз них. Топкова камера має прогріватися рівномірно, для чого слід одночасно симетрично вмикати декілька пальників або форсунок.

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

Обслуговування під час робіт. Цю функцію виконує персонал відповідно до режимної карти, у якій зазначено рекомендовані технологічні та економічні показники роботи котла в умовах різних навантажень: тиск і температура пари і живильної води, уміст шкідливих домішок у димових

газах, температура димових газів і розрідження в газовому тракті, коефіцієнти надлишку повітря і його тиски у повітряному тракті та ін.

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

Регулювати температуру пари у відповідних межах можна зміною положення та структури факела в топці або зміною коефіцієнта надлишку повітря. Зовнішні забруднення поверхонь нагріву усувають за допомогою наявних пристроїв (обдувних, вібраційних і дробових) за розробленим графіком. Забруднення поверхонь нагріву контролюють за температурою димових газів і гідравлічним опором газового тракту.

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

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

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

аварійно зупинити котел, негайно відключивши його від парової магістралі у таких випадках:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Пожежобезпека.

ГОСТ 12.1.004-85 ССБТ «Пожежна безпека. Загальні вимоги» поділяє хімічні речовини і матеріали на шість груп.

Аміак, згідно цього поділу, належить до груп Па – стиснені та зрідженні гази (спалені та вибухонебезпечні).

Сумісне зберігання аміаку з іншими речовинами забороняється.

Згідно з ПУЄ приміщення поділяються на вибухо- та пожежонебезпечні.

За вибухонебезпечністю приміщення де розтошовані ємності з аміачним розчином, належить до класу – В-Ia – зовнішні установки, які містять вибухонебезпечні гази, пари, рідини, при цьому вибухонебезпечні концентрації можуть утворитися лише внаслідок аварії або несправності.

За пожежонебезпечністю вони належать до класу П-І-зони приміщень, в яких застосовують або зберігають горючі рідини з температурою спалаху вище 61°C.

Згідно з ПУЄ в пожежонебезпечних зонах використовується електрообладнання закритого типу, середина порожнина якого відділена від зовнішнього середовища оболонкою.

У вибухонебезпечних зонах і зовнішніх установках необхідно використовувати вибухозахищене електрообладнання, виготовлене згідно ГОСТ 12.2.020-76 «Електрообладнання вибухозахищене».

Згідно з вимогами ГД 34.21.122-87 «Інструкції з вмонтування блискавкозахисту в будинків і споруд» всі будівлі поділяються на 3 категорії. Приміщення з ємностями з аміаком належать до третьої категорії – будинки і споруди, для яких прямий удар блискавки може викликати пожежу, механічне руйнування будівель та ураження людей. Блискавкозахист досягається блискавковідводами будь-якої модифікації.

Згідно із СНіПом 2.01.02-85 евакуаційних виходів з приміщень кожного поверху має бути не менше двох. Мінімальна ширина шляхів евакуації – не менше 1м, дверей – 6.8м.

У приміщенні сумішеприготування є евакуаційний вихід, який веде у сусіднє приміщення на цьому ж поверсі, яке має виходи, що виводять з приміщення через коридор.

У виробничому приміщенні є зовнішнє то, внутрішнє протипожежне водопостачання; піногенератори та пінні вогнегасники; в стаціонарних установках використовується CO₂ для гоління електрообладнання, а також первинні засоби пожежогасіння – вогнегасники, пісок, ковдри, лопати.

Встановлені також системи пожежної сигналізації для виявлення початкової стадії пожежі, передачі повідомлення про місце та час її виникнення.

4.3 Захист населення у надзвичайних ситуаціях

В останні роки актуальність проблеми природно – техногенної безпеки населення України і її території обумовлена тривожною тенденцією зростання числа небезпечних природних явищ, промислових аварій та катастроф, які призводять до значних матеріальних втрат, пошкодження здоров'я та загибелі людей. У зв'язку з цим зростає роль цивільного захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій різного походження [10].

Законодавче оформлення принципу цивільного захисту населення державою, що проявилось у прийнятті 3 лютого 1993 року Закону „ Про цивільну оборону ” та ряду інших нормативно – правових актів, почалося із набуттям Україною незалежності. Відповідно до цих документів місцеві адміністрації, виконавчі органи влади на місцях у межах своїх повноважень забезпечують вирішення питань цивільної оборони, здійснення заходів щодо захисту населення і місцевості під час надзвичайних ситуацій (НС) різного походження. Керівництво організацій, установ та закладів, незалежно від форми власності і підпорядкування, створює сили для ліквідації наслідків НС та забезпечує постійну готовність до практичних дій, організовує забезпечення своїх працівників засобами індивідуального захисту та проведення при потребі евакуаційних робіт та інших заходів цивільної оборони, передбачених законодавством.

На Бурштинській ТЕС проводиться певна робота по забезпеченню цивільного захисту своїх працівників та населення. Створений штаб цивільної оборони ТЕС, який очолює директор, ряд служб і формувань по забезпеченню різних галузей і об'єктів від НС, зокрема: служба оповіщення, служба зв'язку, медична, аварійно – технічна служба, служби захисту рослин, тварин. Проте, у зв'язку із великими фінансовими труднощами ці формування є недостатньо дієздатними і потребують значно більших коштів і уваги з боку адміністрації.

На прилеглих територіях в межах ТЕС знаходиться декілька потенційно – небезпечних об'єктів техногенного та природного походження, до яких можна віднести: автомагістралі районного значення; високовольтну ЛЕП та трансформаторну підстанцію; підземний газопровід та лінії зв'язку, пошкодження яких загрожує життю людей; заправочні пункти ПММ. До НС природного походження треба віднести: великі лісові масиви, які в літні місяці можуть загорятись внаслідок необережного поводження з вогнем і загрожують тривалими і важкогасимими пожежами; часті природні кліматичні НС, а саме урагани, град, заметілі, шквальні вітри (зі швидкістю понад 25 м/с) та інші, які можуть паралізувати життєдіяльність мешканців міста.

Адміністрацією підприємства розроблені плани ліквідації аварій та рятувальних невідкладних аварійно – відновних робіт (РНАВР) при різних НС. Для реалізації цих планів виділяються наявні матеріально – технічні засоби ТЕС та інших організацій та установ, які розміщені на даній території. Плани ліквідації аварій та аварійно – відновних робіт повинні вводитись в дію відразу ж після отримання сигналу про НС, який поступає по радіо, телебаченню і іншими джерелами зв'язку. Дуже важливим є оперативність і швидкість реагування на НС, тому що при запізненні значно зростають розміри втрат та можливі жертви серед населення. Населення, яке попало в епіцентр НС і підлягає евакуації, отримавши повідомлення про це, повинно неухильно виконувати розпорядження уповноважених осіб, взявши з собою документи, медикаменти, гроші та речі першої необхідності.

Велику роль у набутті навиків поведінки при НС має навчання населення з питань цивільного захисту. З цією метою регулярно проводяться лекції і заняття з ЦО з працівниками ТЕС, які проводять викладачі з курсів ЦО. Основною метою такого навчання є прищеплення навичок і вмінь практичного використання засобів індивідуального захисту, надання само – та взаємодопомоги при травмуваннях та пошкодженнях, поведінки при

сигналах цивільної оборони та інших важливих діях. Виконання покладених завдань і функцій на формування ЦО у їх Структурі вимагають створення таких служб і підрозділів: служба оповіщення та зв'язку, яка своєчасно інформує керівний склад, працівників і все населення про загрозу і виникнення НС; медична служба, яка забезпечує комплектування і готовність медичних формувань; служба охорони громадського порядку; служба енергопостачання, що забезпечує безперебійне постачання газу, тепла, електроенергії на об'єкти; аварійно – технічної служби, яка здійснює заходи з підвищення стійкості інженерного обладнання, роботи по розбиранню завалів, локалізації і ліквідації аварій на комунальних об'єктах міста; служби сховищ та укриттів, що забезпечує разом із транспортною службою евакуацію та укриття населення, а також участь у рятувальних роботах; служби матеріально – технічного постачання, яка своєчасно забезпечує формування ЦО всіма необхідними матеріально – технічними ресурсами.

З метою підвищення дієздатності формувань цивільної оборони підприємства та рівня захисту цивільного населення від НС його адміністрації необхідно виділяти кошти в необхідних розмірах для різних служб і підрозділів ЦО, регулярно проводити з персоналом навчання з питань цивільного захисту населення та перевіряти технічну несправність і правильність експлуатації всіх потенційно – небезпечних об'єктів на своїй території.

Для посилення охорони праці і техніки безпеки керівництву Бурштинської ТЕС треба дотримуватись трудової угоди, щодо виділення коштів на покращення умов праці і гігієни праці; впроваджувати у виробництво сучасну техніку і розробити та впровадити у виробництво систему охорони праці; посилити контроль за проведенням інструктажів з працюючими перед початком роботи, безпосередньо на робочому місці.

ВИСНОВКИ

1. В даній роботі була розглянута проблема забруднення атмосферного повітря шкідливими викидами Бурштинської ТЕС.

2. Проведений огляд літератури стосується забруднення атмосферного повітря енергетичними підприємствами, а саме впливом теплових електростанцій на атмосферу, гідросферу, забруднення шкідливими речовинами ґрунтів.

3. Приведені деякі методики визначення забруднюючих речовин в атмосфері повітря.

4. Проаналізовано результати досліджень забруднюючих викидів Бурштинської ТЕС. Виявлено, що вигоди Co , SO_2 , NO_2 , зола не перевищують гранично допустимої норми за основними забруднювачами атмосфери повітря, однак є достатньо високими. Серед токсичних компонентів у складі продуктів згорання ТЕС аналізували основні викиди димових труб I-ї і II-ї черги.

А) На першій черзі використовується вугілля, газ та мазут і в атмосферне повітря внаслідок згорання палива потрапляють значні викиди золи - $0,034 \text{ мг/м}^3$ порівняно із ГДВ, які становлять $0,05 \text{ мг/м}^3$. Високими є значення фактичної концентрації діоксиду азоту - $0,031 \text{ мг/м}^3$ відносно дозволеного викиду, що складає $0,04 \text{ мг/м}^3$ і сірчистого ангідриду - $0,04 \text{ мг/м}^3$ проти ГДВ, який становить $0,05 \text{ мг/м}^3$. Вміст оксиду вуглецю та бензопірену повітрі є незначними порівняно з нормативно встановленими значеннями викиду цих забруднюючих речовин.

Б) У викидах димової труби II-ї черги, внаслідок використання газу як палива також присутні вищевказані забруднюючі речовини, але у значно менших концентраціях – $0,018 \text{ мг/м}^3$ - NO_2 , $0,022 \text{ мг/м}^3$ - SO_2 , $1,10 \text{ мг/м}^3$ - CO , $3 \cdot 10^{-7} \text{ мг/м}^3$ бензапірену.

5. Розрахований валовий викид забруднюючих речовин протягом 2019—2023 рр. на Бурштинській ТЕС.

6. Виявлено зменшення кількості викидів забруднюючих речовин у 2021 році, що очевидно пояснюється зменшенням виробітку електроенергії і, відповідно, зменшенням кількості спаленого вугілля та мазуту.

7. Запропоновано метод очищення газів від сірчистого ангідриду та окислів азоту на Бурштинській ТЕС методом абсорбції з використанням димаря як абсорбера та одночасним виготовленням азотних мінеральних добрив.

8. Охарактеризовано Бурштинську ТЕС як джерела забруднення гідросфери. А саме описано системи водопостачання та водовідведення, приведений розрахунок норм водоспоживання та водовідведення на основні технологічні потреби.

9. Досліджували якість питної води та якість ґрунту на території Бурштинської територіальної громади.

Список використаної літератури

1. Бакка М.Т., Гуменик І.Л., Редчиць В.С. Екологія гірничого виробництва: навчальний посібник. – Житомир: ЖДТУ, – 2004. – 307 с.
2. Боголюбов В.М. Моніторинг довкілля: підручник / [Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мокін В. Б. та ін.] ; під ред. В. М. Боголюбова. - Вінниця : ВНТУ, 2010. — 232 с.
3. Боголюбов В.М., Прилипко В.А. Стратегія сталого розвитку: Навчальний посібник / Боголюбов В.М., Прилипко В.А./ Херсон: Олді-плюс, 2009.-322с.
4. Варламов Г. Б. Оцінка негативного впливу та концепція енерго-екологічного моніторингу паливоспалювальних енергооб'єктів // Екотехнології та ресурсозбереження. - 2001. - № 4. - С. 53-57.
5. Войцицький А.П., Скрипниченко С.В. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище: Навч. посіб. — Житомир: ЖТДУ, 2007. – 201 с.
6. Воропай М. І., Славін Г. Б., Чельцов М. Б. Електроенергетика та екологічні аспекта національної безпеки // Енергетика: економіка, технологія, екологія. - 2000. - № 3. - С 4-9.
7. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект: Навч. посібник. – 2-е вид. доп. / В. М. Гуцуляк. – Чернівці: Наші книги, 2010. – 312с.
8. Директива Європарламенту 2008/50/ЕС (Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe) .
9. ДСТУ 3980-2000. Ґрунти. Фізико-хімія ґрунтів. Терміни та визначення
10. ДСТУ 7095:2009 Захист населення у надзвичайних ситуаціях. Основні положення.
11. ДСТУ 2156-93 Безпечність промислових підприємств. Терміни та визначення.
12. Дудник О. М. Енергетика на основі паливних елементів - стратегія на випередження // Енергетика та електрифікація. - 2000. - № 5. -С. 45-51.

13. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища».
14. Звіт з проведення моніторингу за станом атмосферного повітря на території м. Бурштин – містить протоколи контролю атмосферного повітря (станом на 28.05.2022), атмосферних опадів (станом на 18.10.2021), води криниць (станом на 28.05.2022), ґрунту (станом на 25.06.2022)
15. Звіт про проведення наукових досліджень природних вод на території Галицького району (Івано-Франківська область) від 05.12.2019. – Державна установа «Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва НАМН України».
16. Звіт про проведення наукових досліджень ґрунтів на території Галицького району (Івано-Франківська область) від 05.12.2019. – Державна установа «Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва НАМН України»
17. Качинський А.Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи / А.Б. Качинський – К.: Інститут проблем національної безпеки, 2004. – 472 с.
18. Клименко М.О., Залеський І.І. К49 Техноекологія: підручник. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. - Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017 - 348 с.
19. Комплексна державна програма енергозбереження України. - К.: Держком України з енергозбереження, 1996. - 218 с
20. Лист-відповідь на запит Івано-Франківського обласного центру з гідрометеорології (від 16.08.2019) – містить інформацію щодо температурних інверсій, переважаючих напрямів вітру.
21. Лист-відповідь на запит Івано-Франківського обласного центру з гідрометеорології (від 05.07.2019) – містить інформацію щодо кліматичних характеристик для обчислення ГДВ.
22. Любчик Г. М. Проблеми екології ТЕС. Метод, рек. до вивч. курсу «Основи екології». - К.: КПІ, 1995. - 24 с.
23. Любчик Г. М., Кравчук О. С, Варламов Г. Б. Екологічні аспекти термодинамічного аналізу циклів ГТУ // Наукові вісті НТУУ «КПІ». Серія теплоенергетики. - 1997. - С 101-106.

24. Орфанова М.М. Техноекологія. Лабораторний практикум / М.М. Орфанова. – Івано-Франківськ, 2010. – 40с.
25. Пендерецький О.В. Екологія Галицького району / О. В. Пендерецький. – Івано-Франківськ: Нова зоря, 2004. – 198с. Джерела хімічних аналізів 22
26. Побігун О.В. Геоєкологічний моніторинг Карпатського регіону України, як основа раціонального природокористування: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Львів, 2005. – 20с.
27. Приходько М.М. Екологічна безпека природних і антропогенно-модифікованих геосистем / М. М. Приходько. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2013. – 201с.
28. Приходько М.М. Оцінка антропогенного впливу на природне середовище та обґрунтування геоєкологічних засад раціонального природокористування в Івано-Франківській області: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Львів, 2005. – 18с.
29. Постанова №827 від 14 серпня 2019 р. «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря».
30. Полюжин І., Фізико-хімічні методи аналізу стану об'єктів навколишнього середовища. Матеріали до лекційного курсу та практичних занять. (ч.2). Державний університет "Львівська Політехніка". – Львів 1997. – 321с.
31. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д. Тверді відходи: збір, переробка, складування. Навчальний посібник. Київ Кондор, 2010. - 552 с.
32. Романенко І.С., Сбитнев А.І., Бутейко С.Г. Екологічний стан та методи його моніторингу: Навч. посіб. К., 2006. – 560 с.
33. Рудько Г.І., Адаменко О.М., Міщенко Л.В. Стратегічна екологічна оцінка та прогноз стану довкілля Західного регіону України: у 2 т. / За ред. Г. І. Рудька, О.М. Адаменка. – Київ Чернівці: Букрек, 2017.
34. Станкевич С. В. Техноекологія: навч. посіб. / С. В. Станкевич, Л.В. Головань; Харків. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. – Харків: Видавництво Іванченка І.С., 2020. – 338 с.

35. Титко Р. Відновлювальні джерела енергії (досвід Польщі для України) / Р. Титко, В. Калініченко. – Варшава: OWG, 2010. – 533 с.
36. Фецишин Б.М., Борисюк Б.В., Вовк М.В. та ін. Хімія та екологія атмосфери: Навч. посіб. – К.: Алетра, 2003. – 272 с.
37. Франчук Г.М. Урбоекологія і техноекоелогія / Г.М. Франчук, О.І. Запорожець, Г.І. Архіпова. – Київ: НАУ-друк, 2011. – 496 с