

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) Біотехнології та екологічного контролю
Кафедра Екологічної безпеки та охорони праці**

«До захисту в ЕК»
Директор інституту (декан факультету)
Наталія ГРЕГІРЧАК
(ім'я та прізвище)
(підпис)

«07» лютого 2023 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Ігор ЯКИМЕНКО
(ім'я та прізвище)
(підпис)

«07» лютого 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 101 «Екологія»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього
середовища»

на тему: Зменшення викидів парникових газів на Бурштинській ТЕС
шляхом модернізації спалювальної установки

Виконав: здобувач II курсу, групи ЗМ

Петроченко Катерина Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Якименко Ігор Леонідович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Анатолій Салюк
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Біотехнології та екологічного контролю

Кафедра Екологічної безпеки та охорони праці

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 101 «Екологія»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри проф. Якименко І.Л.

“ 01 ” листопада 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Петроченко Катерини Олександрівни,

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Зменшення викидів парникових газів на Бурштинській ТЕС шляхом модернізації спалювальної установки

керівник роботи Якименко Ігор Леонідович, доктор біологічних наук, професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “31” жовтня 2022 року №780к

2. Строк подання здобувачем роботи 02 лютого 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи дані про виробництво електроенергії на Бурштинській теплоелектростанції, роботу типової електростанції на вугіллі, негативний вплив на навколишнє середовище викидів парникових газів, розрахунки викидів парникових газів одного енергоблоку Бурштинської ТЕС

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Об'єкт та методи дослідження, проблема викидів парникових газів, результати досліджень

5. Перелік графічного матеріалу

-

АНОТАЦІЯ

Петроченко К. О. Зменшення викидів парникових газів на Бурштинській ТЕС шляхом модернізації спалювальної установки. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальність 101 «Екологія» (ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»). – Національний університет харчових технологій МОН України, Київ, 2023.

Проблема викидів парникових газів теплоелектростанціями завжди стояла гостро, але зараз коли зміна клімату відбувається швидко, потрібно починати скорочувати викиди парникових газів та модернізувати, переобладнувати великі спалювальні установки українських ТЕС для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

В магістерській роботі досліджено можливість зменшення викидів парникових газів, після проведення модернізації спалювальних установок маловитратним шляхом та за допомогою реконструкції з заміною турбіни. Розраховано зміну викидів парникових газів до та після модернізації одного енергоблоку.

Наукова новизна:

Показано, що викиди парникових газів після заміни та оновлення спалювальної установки Бурштинської ТЕС. Питомі викиди парникових газів одного енергоблоку потужністю 200 МВт дорівнюють 1131,66 кг CO₂ екв./на МВт год., після маловитратної модернізації питомі викиди парникових газів зменшилися на 6,3 %, а зробивши реконструкцію з заміною турбіни на 11 % від початкової кількості викидів.

Практичне значення: Модернізація спалювальних установок дасть змогу зменшити викиди парникових газів, зберегти енергоблоки від аварійних відключень та зменшити негативний вплив на довкілля.

Ключові слова: БУРШТИНСЬКА ТЕС, СПАЛЮВАЛЬНІ УСТАНОВКИ, ВИКИДИ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ, ОКСИД АЗОТУ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ.

Список публікацій здобувача

1. Петроченко К. Зменшення викидів парникових газів шляхом модернізації паливного котла. IV міжнародна науково-практична конференція «Європейські виміри сталого розвитку»; НУХТ: Київ, 2022, с. 89.

ANNOTATION

Petrochenko K. O. Reduction of greenhouse gas emissions at the Burshtynskaya TPP by modernization of the combustion plant. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Qualification work for obtaining a master's degree in the specialty 101 "Ecology" (EPP "Ecology and Environmental Protection"). - National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Culture of Ukraine, Kyiv, 2023.

The problem of greenhouse gas emissions by thermal power plants has always been acute, but now that the climate is changing rapidly, it is necessary to start reducing greenhouse gas emissions and to modernize and convert large combustion units of Ukrainian thermal power plants to reduce the negative impact on the environment.

In the master's thesis, the possibility of reducing greenhouse gas emissions was investigated after modernization of combustion plants in a low-cost way and with the help of reconstruction with replacement of the turbine. The change in greenhouse gas emissions before and after the modernization of one power unit was calculated.

Scientific novelty:

It is shown that greenhouse gas emissions after replacement and renewal of the combustion plant of the Burshtyn TPP. The specific emissions of greenhouse gases of one power unit with a capacity of 200 MW are equal to 1131.66 kg of CO₂ eq./per MWh. After the low-cost modernization, the specific emissions of greenhouse gases decreased by 6.3%, and after making the reconstruction with the replacement of the turbine by 11% of the initial amount of emissions.

Practical significance: Modernization of combustion plants will make it possible to reduce greenhouse gas emissions, save power units from emergency shutdowns and reduce the negative impact on the environment.

Keywords: BURSHTYNSKA TPP, COMBUSTION INSTALLATIONS, EMISSIONS OF GREENHOUSE GAS, NITROGEN OXIDE, MODERNIZATION, REDUCTION OF EMISSIONS.

List of publications of the acquirer

1. Petrochenko K. Reducing greenhouse gas emissions by modernizing a fuel boiler. IV international scientific and practical conference "European dimensions of the sustainable development"; NUFT: Kyiv, 2022, p. 89.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1	
ОБ’ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	11
1.1 Об’єкт дослідження.....	11
1.2 Охорона праці та довкілля на Бурштинській теплоелектростанції.....	21
1.3 Методи досліджень у роботі.....	28
1.4 Опис роботи типової теплоелектростанції на вугіллі.....	28
1.5 Джерела забруднень навколишнього середовища Бурштинської ТЕС.....	35
РОЗДІЛ 2	
ПРОБЛЕМА ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ.....	40
2.1 Викиди парникових газів Бурштинською теплоелектростанцією.....	40
2.2 Шляхи зменшення негативного впливу на навколишнє середовище парникових газів Бурштинської ТЕС.....	46
2.3 Стан котельного господарства України та модернізація спалювальної установки.....	60
РОЗДІЛ 3	
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	68
3.1 Розрахунки викидів парникових газів Бурштинської ТЕС одного енергоблоку.....	68
3.2 Розрахунки викидів парникових газів після модернізації паливного котла на Бурштинській ТЕС на одному з енергоблоків.....	71
ВИСНОВКИ.....	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	74

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

CFB	киплячий шар вугілля
IGCC	інтегрований комбінований цикл газифікації
ГДК	гранично допустима концентрація
ДТЕК	диверсифікований енергетичний холдинг
ЗШМ	золошлакові матеріали
ККД	коефіцієнт корисної дії
ЛЕП	лінії електропередач
НДЦ	Національний диспетчерський центр
НПСВ	Національний план скорочення викидів
РДЦ	регіональний диспетчерський центр
ТЕС	теплова електростанція

ВСТУП

Більшість теплоелектростанцій в Україні були побудовані в 60-70 роках ХХ століття і термін експлуатації майже закінчився. Застарілі котли вимагають негайної модернізації або заміни. В старих спалювальних установках потрібно постійно ремонтувати робочі частини особливо в зимовий період, під час опалювального сезону.

Для забезпечення нормального функціонування ТЕЦ та подальшого використання спалювальних агрегатів потрібні постійні значні фінансові витрати для підтримки агрегатів в робочому стані. Під час поломок та зупинок енергоблоків відбувається постійне навантаження та простої на спалювальні установки, через що, потрібно використовувати більше палива для відновлення роботи, залучати більше

Збільшення використання вугілля спричиняє велике навантаження на навколишнє середовище через велику кількість викидів шкідливих речовин, а особливо парникових газів, які в результаті, спричиняють парниковий ефект та як наслідок відбувається зміна клімату. Тому питання модернізації теплоелектростанцій є комплексним, постійні реновації та оптимізація роботи установок необхідна для зменшення постійного негативного впливу на довкілля.

Актуальність роботи. Важливим завданням для українських теплоелектростанцій є модернізація та реорганізація спалювальних установок з метою збільшення їх терміну експлуатації, ефективною роботою енергоблоків та зменшення кількості використання вугілля. Що допоможе зменшити викиди парникових газів, зменшити парниковий ефект та запобігти стрімкому підвищенню температури.

Мета роботи полягає в дослідженні негативного впливу Бурштинської теплоелектростанції на навколишнє середовище та розрахунок викидів оксиду азоту, діоксиду вуглецю, метану та загальні викиди парникових газів (валові та питомі).

Для виконання поставленої мети:

- було проведено аналіз роботи Бурштинській ТЕС;

- охарактеризовано негативний вплив на довкілля;
- обґрунтовано до яких негативних наслідків призведе робота енергоблоків на застарілому обладнанні;
- проаналізовано та пораховано викиди парникових газів від одного енергоблоку Бурштинської ТЕС;
- шляхи модернізації спалювальної установки та як зміняться викиди після двох типів модернізації.

Об’єкт дослідження: Бурштинська теплоелектростанція та її вплив на навколишнє природне середовище.

Предмет дослідження: викиди діоксиду вуглецю, оксиду азоту, метану, валові та питомі викиди парникових газів.

Методи дослідження: було використано аналітичний метод дослідження викидів діоксиду вуглецю, метану, оксиду азоту розрахунковим та теоретичним шляхом дослідження. Розрахунки викидів парникових газів були зроблені на основі Керівництва щодо національних кадастрів парникових газів Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC).

Наукова новизна:

Пораховано, на скільки зменшилися викиди парникових газів після заміни та оновлення спалювальної установки Бурштинської ТЕС. Початкові викиди парникових газів одного енергоблоку потужністю 200 МВт дорівнюють 1131,66 кг CO₂ екв./на МВт год., після маловитратної модернізації питомі викиди парникових газів зменшилися на 70,73 кг CO₂ екв./на МВт год, а зробивши реконструкцію з заміною турбіни на 118,23 кг CO₂ екв./на МВт год від початкової кількості викидів.

Практичне значення: Модернізація спалювальних установок дасть змогу зменшити викиди парникових газів, зберегти енергоблоки від аварійних відключень та зменшити негативний вплив на довкілля.

Особистий внесок здобувача: кваліфікаційна робота виконана самостійно здобувачем. На основі аналізу інтернет-джерел було викладено основний матеріал. Проведено аналітичну частину (розрахунки) в Інституті загальної енергетики НАН України, за керівництвом канд. техн. наук Нечаєвої Т. П.

Перевірка інформації, процес та план написання кваліфікаційної роботи здійснювались за безпосередньою участю наукового керівника проф. д.б.н. Якименко І. Л.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи: Робота складається зі вступу, 3 розділів, у тому числі висновків, списку використаних джерел із 20 найменувань. Роботу викладено на 76 сторінках друкованого тексту, ілюстровано 9 рисунками, 18 таблицями.

РОЗДІЛ 1

ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Об'єкт досліджень

ДТЕК Західенерго включає три ТЕС в Івано-Франківській, Львівській та Вінницькій областях — Бурштинська, Добротвірська й Ладизинська ТЕС відповідно. Встановлена потужність електростанцій компанії — 4 750 МВт.

Бурштинська ТЕС входить до складу ПАТ «ДТЕК Західенерго» і розташована в 6 км на південний схід від м. Бурштин Галицького району Івано-Франківської області, на річці Гнила Липа, на площі 25 га. На Бурштинську ТЕС припадає понад 24% промислового виробництва області. Потужність теплоелектростанції становить — 2 300 МВт. В таблиці 1.1 наведені основні запаси вугілля на складах «ДТЕК Західенерго» і основне технологічне паливо — газове вугілля вітчизняних вугільних басейнів, а також мається допоміжне — природний газ та мазут. Всі паливні котли обладнані комбінованими пилогазозмазутними пальниками.¹

Таблиця 1.1 – Запаси вугілля на складах «ДТЕК Західенерго»¹

Назва ТЕС	Запас вугілля станом на 25.17.2021 (тис. т)		Максимально можливі обсяги завантаження складу (тис. т)	Очікуваний термін спрацювання складів (діб)
	А (антр.)	Г (газове)		
Бурштинська ТЕС	-	53,3	610	4
Добротвірська ТЕС	-	8,7	220	2
Ладизинська ТЕС	-	18,2	488	3

Продукція ТЕС: електроенергія, теплова енергія, шлаковий гравій (керамзит), попіл сухий та зволожений, шлак паливний.

Електроенергія, вироблена ДТЕК Західенерго, постачається не лише українським споживачам, але і йде на експорт до країн Європи.

Бурштинська ТЕС відокремлена від об'єднаної енергосистеми України і працює у складі так званого «Бурштинського острова», до складу якого входять електричні мережі Бурштинської ТЕС, разом з прилеглою до неї електромережою та власними споживачами електроенергії в межах Закарпатської, Івано-Франківської та Львівської областей. Бурштинський енергоострів, на відміну від решти електромереж України, під'єднаний до електромереж країн ЄС і дозволяє експортувати українську електроенергію за кордон (Угорщина Румунія, Словаччина). Саме звідси електроенергія експортується в Європейські країни, і функціонує паралельно з об'єднаною енергетичною системою європейських країн (UCTE). Приєднання до UCTE відкрило можливості для збільшення експортних поставок електроенергії з України. Станція забезпечує покриття внутрішнього споживання енергоострова (приблизно 3 млн осіб) і передавання на експорт до 645 МВт енергії.¹

За даними за 2021 рік на теплоелектростанції працює всього 9 енергоблоків з можливих 12. Тенденція змін в кількості робочих енергоблоків на Бурштинській ТЕС наведена на рисунку 1.1.²

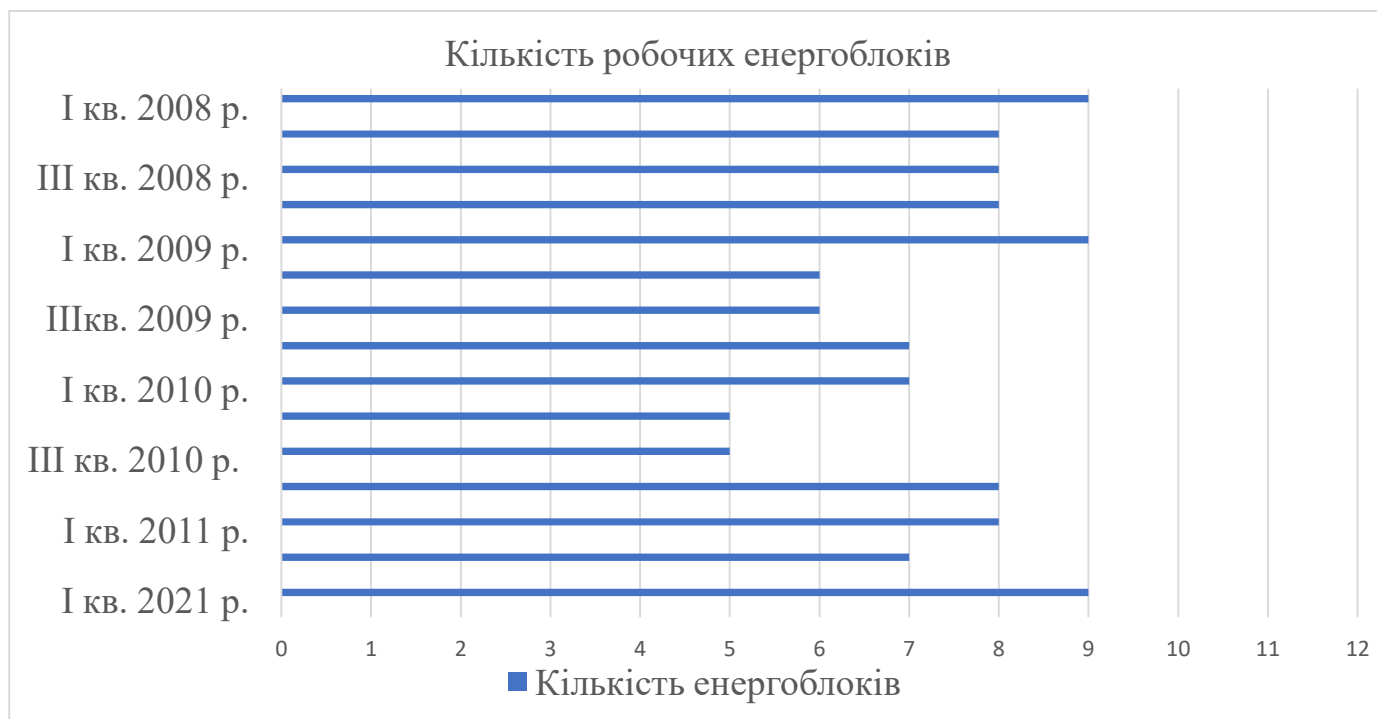


Рисунок 1.1 – Кількість робочих енергоблоків на Бурштинській ТЕС²

Загальна площа Бурштинської ТЕС на – 2922,5 га, в тому числі виробнича – 2525 га. Електростанція працює на базі озера-охолоджувача ємністю 50 млн.м³ води, площа охолодження – 1260 га. Максимальна глибина водоймища – 8 м, середня – 3-3,5 м. На промисловій площадці є артезіанські свердловини, вода з яких використовується на господарські потреби. Тепломережа станції працює на хімічно очищеній воді з озера-охолоджувача.

Об'єктом забирання води для виробничого й господарсько-питного водопостачання та об'єктом скидання виробничих стічних вод для Бурштинської ТЕС є водосховище-охолоджувач на р. Гнила Липа. Водосховище - охолоджувач показано на рисунку 1.2-1.3.²

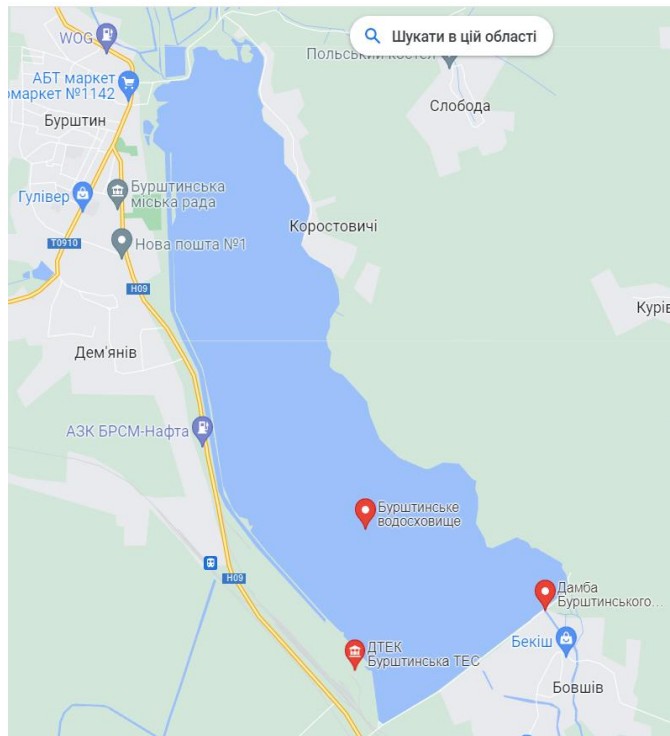


Рисунок 1.2 - Бурштинське водосховище на карті



Рисунок 1.3 - Бурштинське водосховище²

Бурштинська ТЕС від імені «ДТЕК Західенерго» діє на підставі Довіреності «ДТЕК Західенерго» на правах структурного підрозділу без статусу юридичної особи.

Згідно з чинним законодавством України має окремий баланс, рахунки в установах банків, печатку зі своїм найменуванням.

Бурштинська ТЕС планує і здійснює свою виробничо-господарську діяльність за погодженням «ДТЕК Західенерго» з врахуванням пріоритету Компанії, інтересів трудового колективу, кон'юнктури ринку та економічної ситуації.

«ДТЕК Західенерго» здійснює:

- одержання коштів за електроенергію;
- формування прибутку;
- фінансування по кошторису витрат структурних одиниць;
- фінансування капітального будівництва;
- взаєморозрахунки з бюджетом.

Майно Бурштинської ТЕС є власністю «ДТЕК Західенерго»

Бурштинська ТЕС розташована в 6 км на південний схід від м. Бурштин Галицького району Івано-Франківської області.

Основне призначення Бурштинської ТЕС – надійне і безперебійне постачання електроенергії споживачам Західного регіону України, країн Східної Європи. Крім цього – забезпечення тепловою енергією житлового і побутового секторів міста енергетиків Бурштина. Електрична енергія по лініях електропередач передається споживачам, а тепла енергія іде на опалення. Шлаковий гравій іде на виробництво будівельних матеріалів.

Основний вид діяльності ДТЕК Бурштинська ТЕС – виробництво електричної та теплової енергії. На сьогоднішній день Бурштинська ТЕС є єдиним централізованим джерелом постачання теплової енергії для м. Бурштин та с. Дем'янів.

«ДТЕК Західенерго» має ліцензії на наступні види діяльності:

- на виробництво теплової енергії (ліцензія видана 19.03.2015р. №819, переформовано рішенням від 27.10.2015р. №2648)

- на транспортування теплової енергії магістральними та місцевими (розподільчими) тепловими мережами (ліцензія видана рішенням №379 від 24.03.2011р., переоформлено рішенням від 18.08.2015 №2190);
- на постачання теплової енергії (ліцензія видана рішенням №379 від 24.03.2011р., переоформлено рішенням від 18.08.2015 №2190).

Джерелом тепла системи теплопостачання м. Бурштин є теплофікаційна установка ДТЕК Бурштинська ТЕС. Встановлена тепла потужність ДТЕК Бурштинська ТЕС складає 177,8 Гкал/год.

В тому числі:

- в гарячій воді – 160 Гкал/год.
- в парі – 17,8 Гкал/год.

Для відпуску теплової енергії в гарячій воді використовуються не регулюючі відбори турбін та нагрів парою мережної води в пароводяних підігрівачах (бойлерах), які встановлені на 11-ти енергоблоках(крім ен.бл.№5), та двох загально станційних пікових бойлерах.

Відпуск пари встановленою потужністю – 17,8 Гкал/год. можна здійснювати частково відпрацьованою парою з холодних ниток промперегріву через службові РОП 25/10 ата.

Наявна потужність складає 131,8 Гкал/год.

- в гарячій воді – 114 Гкал/год.
- в парі – 17,8 Гкал/год.

Причиною розбіжності розміру встановленої та наявної потужності теплової мережі по воді є: недостатня здатність енергоблоків нести встановлену потужність по причині старіння обладнання, та особливості роботи ДТЕК Бурштинська ТЕС в режимі енергетичного "Острова".

Транспортування теплової енергії по прямому та зворотному теплопроводах для потреб всіх тепло користувачів в кожній точці тепломережі міста, здійснюється за

рахунок циркуляції теплоносія, що забезпечується мережними насосами типу: ЦН1000-180 – 3шт; ЦН400 -1шт.; КРНА - 300/660/40А - 019 – 2 шт.; СЭ1250-140-11С – 1шт.

Для забезпечення гідравлічного режиму тиск в зворотному колекторі підтримується за допомогою підживлюючих насосів типу Д320/50 - 5 шт..

Підживлення теплової мережі здійснюється деаерованою хімічно очищеною водою, тиск у зворотній лінії підтримується регулятором підживлення.

Система теплопостачання – відкритого типу. Робота тепломережі - неперервна протягом року. Відпуск теплової енергії в гарячій воді здійснюється по температурному графіку 115-70 °С.

В опалювальний період для ДТЕК Бурштинська ТЕС прийнятий режим централізованого якісного регулювання відпуску тепла. Метод якісного регулювання базується на зміні температури мережної води в подавальному трубопроводі, в залежності від температур зовнішнього повітря при постійній витраті теплоносія.⁴

Виробництво електричної енергії здійснюється таким чином: в котлі за рахунок тепла, яке виділяється при спалюванні палива, виробляється пара, енергія якої в турбіні перетворюється в механічну енергію обертання ротора, а генератор перетворює її в електричну. На кожному блоці є трансформатори, які забезпечують потрібний рівень напруги, для включення в мережу.

Вироблена електроенергія розподіляється 10-ма лініями електропередачі високої напруги 220, 330, 400 кВ, які з'єднують станцію із споживачами та іншими енергосистемами. Передача електроенергії і зв'язок електростанції з енергосистемою здійснюється по наступній лініях електропередач:

- 1,2 ЛЕП 220 кВ в напрямку Калуш, Стрий;
- 1,2 ЛЕП 330 кВ в напрямку Івано-Франківськ, Чернівці, Тернопіль, Хмельницький, Вінниця;
- 1 ЛЕП 400 кВ в напрямку Мукачево.

Особливістю продукції є те, що її виробництво, передавання, розподіл і споживання в силу фізико-хімічної природи є безперервним, при цьому контроль, регулювання, подача палива, води, видача електричної і теплової енергії виконується під час роботи без зупинки агрегатів. Це дає можливість автоматизувати виробничий процес, однак робота виробничого персоналу організована цілодобово.

Тому виробництво здійснюється за допомогою агрегатів безперервної дії. Особливою рисою виробничих процесів в електроенергетиці є динамічність, яка обумовлена не тільки великою швидкістю їх протікання, але й постійною зміною в часі загального навантаження як на електростанції в цілому, так і на окремі її агрегати, змінюється в часі величина виробленої продукції, адже кількість і об'єм її залежить від споживання.³

Вся електроенергія Бурштинської ТЕС поступає в Національний диспетчерський центр через Західний регіональний диспетчерський центр. РДЦ щоденно задає графік навантаження енергоблоків на кожну годину. Згідно з цим графіком підприємство видає продукцію. Всі фінансові розрахунки ведуться через «ДТЕК Західенерго». Таким чином Бурштинська ТЕС реалізує електроенергію організації-посереднику і тому не має даних про структуру споживачів по секторах: промисловість, сільського господарства, населення, а також по галузях промисловості.

Тобто, виробництво електроенергії Бурштинської ТЕС регламентується балансом між генерацією і споживанням її в об'єднаній енергосистемі України згідно з прийнятими НДЦ заявками електростанції і «ДТЕК Західенерго», складеними на основі собівартості електроенергії і запасів палива, а також графіком експорту електроенергії, узгодженим з Західним регіональним диспетчерським центром (м. Львів). Виробництво тепла визначається відповідним температурним графіком. Отже режим роботи Бурштинської ТЕС задається графіком диспетчерських навантажень централізовано, а питання експорту електроенергії регулюються Міненерго і його структурами.

Робота в режимі «Острова» вимагала граничних зусиль експлуатаційного та ремонтного персоналу станції, апарату управління. Дуже жорсткі вимоги УСТЕ до підтримання технологічної дисципліни, параметрів регулювання, та резервування потужностей, якості електроенергії сприяли більш повному завантаженню енергообладнання, якісному проведенню ремонтної компанії, покращенню структури та якості палива для технологічних потреб.

Робота у так званому режимі «острова» – унікальна можливість для електростанції підвищити надійність і економічність роботи обладнання, повноцінно реалізувати експортний і транзитний потенціал української енергетики, що є головною передумовою залучення потенційних інвесторів для оновлення виробничих потужностей і всієї інфраструктури підприємства.⁴

По причині як фізичного зносу обладнання, так і недостатнього його ремонту через фінансову незабезпеченість, за останні роки енергоблоки різко знизили свої генеруючі можливості.

Крім основного енергетичного обладнання на підприємстві знаходиться загальностанційне обладнання, яке не є безпосереднім виробником енергії, але забезпечує нормальний хід процесу виробництва. До нього відноситься: обладнання хімічної водоочистки, паливоподачі, золошлаковидалення, установка по відбору сухої золи, берегова насосна станція, газорозподільчий пристрій, маслогосподарство, автоматична телефонна станція, електрообладнання.

Стан електротехнічного обладнання задовільний, необхідні роботи будуть виконуватись по ходу реконструкції станції.

З перших днів експлуатації спеціалісти Бурштинської ТЕС домагалися удосконалення процесу вироблення електроенергії, їх здешевлення, впровадження нової техніки, енерго- та ресурсозберігаючих технологій, нових, прогресивних форм організації праці.

Виробнича структура підприємства складається з цехів основного і допоміжного виробництва. В цехах основного виробництва здійснюється та чи інша стадія виробничого процесу пов'язана із виготовленням основної продукції, для випуску якої створене підприємство. На Бурштинській ТЕС до основних цехів відносять ті ділянки і стадії виробництва, в яких протікають виробничі процеси по перетворенню хімічної енергії палива в електричну і теплову, тобто в склад основних цехів включають котлотурбінний паливо-транспортний та електричний цехи.

До складу котлотурбінного цеху включають котельні і турбінні агрегати, дільниці подачі рідкого, твердого та газоподібного палива, дільниці пилеприготування та шлаковидалення, а також центральну насосну та водне господарство.

На Бурштинській ТЕС споруджено два вугільні склади, потужність яких складає місячний запас палива. Склади обладнані системою стрічкових конвеєрів подачі вугілля на склад, його видачі зі складу. Подача палива у головний корпус (котли) здійснюється з допомогою двох введів паливоподачі зі сторони торців. Кожен тракт включає в себе розвантажувальний пристрій з двома вагоноперекидачами, двониткову систему конвеєрів продуктивністю по 800 т/год кожен, дробильний корпус. Крім розпалювального мазутогосподарства на електростанції споруджено додаткове мазутне господарство з чотирма баками місткістю до 20000 м³ кожен з прийомно-зливним обладнанням і мазутонасосною.

В розпорядженні електричного цеху знаходиться все електричне обладнання Бурштинської ТЕС, а також електротехнічна лабораторія, масляне господарство і електроремонтна майстерня.

Цехами допоміжного виробництва є цехи, які, не будучи безпосередньо пов'язані з виготовленням основної продукції електростанції, матеріально і технічно обслуговують основне виробництво. Ці цехи забезпечують основному виробництву необхідні умови для нормальної роботи та виконання поставлених перед підприємством задач. До їх складу включають:

- хімічний цех - проводить підготовку технічної води, здійснює аналіз масел, палива, тощо;
- гідроцех призначений для подання охолоджуючої води в КТЦ;
- цех централізованого ремонту проводить ремонт теплотехнічного обладнання;
- ремонтно - будівельний цех проводить ремонт приміщень, будівель та споруд підприємства;
- лабораторія металів веде контроль якості металів, з яких виготовлене обладнання;
- золонавантажувальний цех обслуговує електрофільтри, які очищують димові гази; насоси що відкачують шлак і золу;
- цех наладки і випробовування обстежує обладнання, налагоджує його для нормальної роботи, удосконалює методи регулювання, керування об'єктами;
- цех теплової автоматики і вимірювань займається автоматизацією, вимірюванням теплотехнічних показників, та технологічним захистом основного та допоміжного обладнання теплової схеми енергоблоку.⁵

1.2 Охорона праці та довкілля на Бурштинській теплоелектростанції

Охорона праці — це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують збереження здоров'я, безпеку праці і працездатність людини в процесі праці; створення нормальних і безпечних умов праці для людей, система заходів направлених на забезпечення збереження працездатності і здоров'я людини в процесі праці, тобто заходів, пов'язаних із покращанням виробничої санітарії, удосконаленням техніки безпеки і пожежної безпеки.

Протягом останніх 2,5 років компанія інвестувала в охорону праці Бурштинської ТЕС більше 56 млн грн. Завдяки такому потужному фінансуванню ми реалізували понад сотню проектів, які сприяють безпечній роботі працівників, – сказав в.о.

директора ДТЕК Бурштинська ТЕС Олег Івахів. Щоб мотивувати співробітників дотримуватися безпеки праці на підприємствах ДТЕК щокварталу визначають кращого лідера та кращого аудитора з питань безпеки праці. За досягнення високих результатів кращі працівники отримують премії.⁵

З метою впровадження заходів з охорони праці на Бурштинській ТЕС адміністрація уклала колективний договір з трудовим колективом підприємства, згідно якого адміністрація зобов'язується забезпечити обладнання всіх робочих місць належним чином, тобто створити безпечні умови праці.

Інвестиції в безпеку: 10 млн грн спрямувала ДТЕК Бурштинська ТЕС в безпеку праці. Реалізували вже понад пів сотні проєктів, і все для того, щоб кожен працівник був захищений і працював безпечно.

Заміна старих ламп на нові у виробничих приміщеннях, оновлення та капітальний ремонт обладнання, модернізація системи пожежної безпеки, закупівля засобів індивідуального захисту, встановлення перильних огорожень у місцях підвищеної безпеки – ось у що вкладають кошти на Бурштинській ТЕС. Все задля того, аби не допустити нещасних випадків та непередбачуваних ситуацій. В охорону праці та промислову безпеку тут інвестують мільйони гривень щомісяця. З початку 2019 року вже спрямували більше 10 млн грн в створення безпечних умов праці.

Згідно до наведеними даними пошукової роботи, можна зробити висновок, що охороні праці на Бурштинській ТЕС приділяють значну увагу, про що свідчить величина коштів, що виділяється на впровадження заходів по охороні праці.

Проектування здорових і безпечних умов праці починається з правильного вибору території для розміщення на ній виробничих та допоміжних будівель та споруд.

Виходячи з цього, відзначимо, що Бурштинська ТЕС розміщена в 6 км зоні від м. Бурштин Галицького Івано-Франківської області. Площадка підприємства розташована на рівному місці з невеликим нахилом. Рівна поверхня станційної території забезпечує зручність і підвищує безпеку руху людей і транспортних засобів. Площадка

підприємства задовольняє санітарні вимоги у відношенні прямого сонячного випромінювання, природного провітрювання і розташування як найближче до водних комунікацій (водосховище).

Територія Бурштинська ТЕС впорядкована і спланована. Виробничі приміщення розміщені в корпусах, на особливих ділянках (відкриті розподільчі пристрої і т.д.). виробничі будівлі і споруди розміщені на території підприємства за фазою виробничого процесу з врахуванням спільності санітарних і протипожежних вимог. Виробництво, пов'язане з виникненням особливо різкого шуму (експлуатація котлоагрегатів, турбін, генераторів) розміщене в ізольованих приміщеннях.

Всі споруди, будівлі і склади, мазуто- і маслогосподарства розташовані по зонах відповідно за виробничими ознаками, характером небезпек і режимом роботи.

Дороги на території підприємства, як правило, прямолінійні, проїзна частина доріг має тверде асфальтове або залізобетонне покриття. Спеціально виділені також доріжки для руху людей.

Технологічне обладнання в цехах розміщене згідно вимог техніки безпеки, робочі місця зручні і не обмежують дії робітників під час виконання робіт. Бурштинська ТЕС забезпечена санітарно-побутовими приміщеннями на 100%.

Однією з необхідних умов здорової і високопродуктивної праці виступає забезпечення нормальних метеорологічних умов в робочих приміщеннях. Усунення дії таких шкідливих виробничих факторів, як надлишки тепла і вологи є дуже важливим завданням для організаторів виробництва, яке повинно вирішуватися комплексно, одночасно з вирішенням основних проблем виробництва. На Бурштинській ТЕС повітря робочої зони відповідає вимогам ГОСТу 12.1.005—76(ССБТ).

Оскільки в процесі виробництва електричної і теплової енергії відбувається забруднення певних місць роботи, то на місцях із шкідливими умовами праці робітникам і службовцям видаються засоби індивідуального захисту згідно ГОСТу 12.4.013-83 і ГОСТу 12.4.123-83.⁵

Охорона довкілля ДТЕК Бурштинська ТЕС

Загальний принцип управління водними ресурсами на виробничих підприємствах Групи ДТЕК — економне та раціональне використання. Для забезпечення оптимального водоспоживання підприємства використовують як оборотні системи водопостачання, так і повторне використання вод.

ДТЕК Бурштинська ТЕС реконструювала водогін від мазутонасосної до головного корпусу станції, що забезпечило економію питної води в 10 тис. кубометрів на місяць;

Основні заходи, спрямовані на запобігання та мінімізацію скидів стічних вод, реалізовані ТЕС «ДТЕК Енерго» 2018 року: на ДТЕК Бурштинська ТЕС розроблено проектну документацію на будівництво очисних споруд для господарсько-побутових стічних вод.

Задля підтримання у водосховищах необхідного рівня води, підвищення надійності та безпеки їх експлуатації у 2017–2018 роках ДТЕК Бурштинська ТЕС встановила нові сегментні затвори на водозливних греблях.

Також у 2017 році було оприлюднено екологічний моніторинг Бурштинської ТЕС та проведено демонстрація презентації від керівника департаменту з екологічної безпеки «ДТЕК Енерго» Ірини Вербіцької.

Під час презентації було повідомлено, що «Основні викиди Бурштинської ТЕС, яка генерує електроенергію, спалюючи вугілля: пил, оксиди сірки та азоту. Це 80% всіх викидів. Плюс значні викиди парникових газів, тобто оксид вуглецю». Фрагмент з презентації Вербіцької представлено на рисунку 1.4 - Структура викидів Бурштинської ТЕС.

За її словами, Бурштинська ТЕС працює переважно на експорт, лише два з 12 енергоблоків з 2015 року виробляють енергію для української території.

З 2012 року, відколи Бурштинська ТЕС була приватизована, динаміка викидів зростала, зменшення зафіксоване лише минулого року.

Наведені під час презентації цифри свідчать, що в атмосферу Прикарпаття у 2012 році викинули 174,4 тис. тонн відходів, у т. ч. пилю, твердих частинок, які залишаються після спалювання вугілля. У 2013 році – 182,4 тис. т, у 2014 – 199,7 тис. т, в 2015 – 198 тис. т та в 2016 році – 168,5 тис. тонн.⁶



Зниження викидів пилю ТЕС ДТЕК Енерго

№	Природоохоронний захід	Період	Зниження концентрацій пилю, мг/нм ³	Кількість разів
Реконструкція електрофільтрів				
1	№9 ДТЕК Курахівська ТЕС	2014-2015	2000 50	40
2	№8 ДТЕК Курахівська ТЕС	2010-2012	2449 50	49
3	№6 ДТЕК Курахівська ТЕС	2012-2013	2530 50	51
4	№13 ДТЕК Луганська ТЕС	2012-2014	2312 50	46
5	№1 ДТЕК Запорізька ТЕС	2011-2012	320 50	6
6	№3 ДТЕК Запорізька ТЕС	2013-2014	339 50	7
7	№7 ДТЕК Бурштинська ТЕС	2007-2012	954 44	22
8	№5 ДТЕК Бурштинська ТЕС	2012-2013	1215 50	24
9	№10 ДТЕК Бурштинська ТЕС	2016-2017	392 50	8
10	№4 ДТЕК Зуївська ТЕС	2012-2013	328 46	7
11	№ 1 ДТЕК Зуївська ТЕС	2009	400 160	3
12	№ 2 ДТЕК Зуївська ТЕС	2008	400 164	2
13	№9 ДТЕК Придніпровська ТЕС	2008-2012	1280 75	17
14	№11 ДТЕК Придніпровська ТЕС	2012	1230 50	25
15	№1 ДТЕК Криворізька ТЕС	2013-2017	1370 ... 50	27
16	№1 ДТЕК Ладизинська ТЕС	2017-2018	Триває реконструкція	
Заміна/ модернізація мокрих золовловлювачів на котлах/енергоблоках:				
17	№8 ДТЕК Добротвірська ТЕС	2013	1105 190	6
18	№12 ДТЕК Добротвірська ТЕС	2012-2014	1099 50	22
19	№10 ДТЕК Луганська ТЕС	2010-2012	2526 764	3

20
разів
середній показник
зниження
пилю

Рисунок 1.4 – Зниження викидів пилю ТЕС згідно презентації ДТЕК Енерго⁷

Зменшення викидів забезпечила реконструкція блоків і очищуючих електрофільтрів, яку розпочали в 2016 році. Упродовж 2017-2018 років, запевнило керівництво компанії, реконструкція одного 10 блоку дозволить зменшити викиди в 7 разів. Також на Бурштинській ТЕС планують втілити 4 проекти, спрямовані на

покращення екологічної ситуації. У таблиці 1.2 наведено яке зниження концентрації викидів пилю до європейських норм завдяки будівництву та модернізації електрофільтрів на Бурштинській ТЕС декількох енергоблоків.

Таблиця 1.2 - Зниження концентрації викидів пилю до європейських норм завдяки будівництву та модернізації електрофільтрів на Бурштинській ТЕС декількох енергоблоків⁷

Енергоблоки ТЕС (обладнання)	Зниження концентрації викидів пилю, кількість разів
№ 5 ДТЕК Бурштинська ТЕС (електрофільтри)	24,3
№ 7 ДТЕК Бурштинська ТЕС (електрофільтри)	21,7
№ 10 ДТЕК Бурштинська ТЕС (електрофільтри)	8,0
№ 12 ДТЕК Бурштинська ТЕС (електрофільтри)	2,7

Вимоги зі зниження концентрації забруднюючих речовин у викидах в повітря – це вимоги директив ЄС, зазначила Вербіцька. Так, станом на 2018 рік Україна має у 18 разів зменшити викиди пилю в атмосферу, щорічне зменшення забруднення повітря має протривати до 2028 року.

«На рівні держави прийнятий «Національний план скорочення викидів України», – зазначила вона, – відтак із діючих 223 ТЕС, які є в Україні, тільки 90 включені до національного плану модернізації. Решта будуть поступово виведені з експлуатації. До 2033 року їх закриють».

Бурштинська ТЕС серед підприємств, які будуть збережені. Енергоблоки, які не відповідають екологічним нормативам, також зупинятимуть – до 2023 року. Водночас до

2020 року на ТЕС мають визначитися з технологіями будівництва і розпочати зведення нових потужностей. Введення в дію нових енергоблоків запланували на 2025-2027 роки.⁶

Управління відходами та рекультивація земель 99,9% відходів, що утворюються в процесі виробничої діяльності підприємств «ДТЕК Енерго» є безпечними, але вимагають наявності вільних земель для розміщення. Тому одним із ключових завдань у сфері охорони довкілля є збільшення використання золошлакових матеріалів, які утворюються під час спалювання вугілля для виробництва електроенергії. ЗШМ можна застосовувати в будівельній промисловості для виробництва цементу та бетону, що сприятиме зменшенню обсягів використання природної сировини та зниженню викидів парникових газів.

В Україні поки будівельним організаціям передають незначні обсяги ЗШМ — у середньому 5–10%, тоді як у європейських країнах цей показник становить 95%. Для збільшення обсягів використання ЗШМ на всіх ТЕС ДТЕК Енерго розроблені та реалізуються програми зі збільшення використання золи-винесення, шлаку та золошлаків.

Також на енергоблоках №7 і 12 ДТЕК Бурштинська ТЕС переоснащено системи пневмозоловидалення, що дасть змогу збільшити обсяги утилізації золи до 70 тис. тонн на рік.

У 2018 році обсяг утилізації золошлаків становив 949,5 тис. тонн. Загалом ТЕС ДТЕК Енерго використали на власні потреби 516,3 тис. тонн і 433,2 тис. тонн реалізували зовнішнім споживачам. Це становить 21,8% від загального утворення золошлаків. Ще один перспективний напрям використання золошлаків — дорожнє будівництво. Задля цього були розроблені експертні висновки на застосування золошлаків ДТЕК Бурштинська ТЕС, у 2017 року затвердив Держдор НДІ ім. Шульгіна. Це дало змогу ввести використання ЗШМ до проектно-кошторисної документації на будівництво, реконструкцію та капітальні ремонти доріг державного й місцевого значення.⁷

1.3 Методи досліджень у роботі

Методами досліджень є аналітичні та розрахункові методи дослідження викидів парникових газів одного енергоблоку потужністю 200 МВт Бурштинської ТЕС. Використано аналітичний метод дослідження викидів діоксиду вуглецю, метану, оксиду азоту розрахунковим та теоретичним шляхом дослідження. Під час проведення аналізу впливу теплоелектростанції використовувалися інтернет-ресурси. Розрахунки викидів парникових газів були зроблені на основі Керівництва щодо національних кадастрів парникових газів Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), а також посилаючись на розрахунки викидів парникових газів Вольчина І.В та Гапонич Л. С. (Енерготехнології та ресурсозбереження 2019. №4)

1.4 Опис роботи типової теплоелектростанції на вугіллі

Спалювальна установка (згідно визначенню від Національного плану скорочення викидів від великих спалювальних установок) – будь-який технічний агрегат, в якому здійснюється високотемпературне окислення палива з метою використання виробленого таким чином тепла.

До спалювальних установок не відносяться (стаття 28 Директиви 2010/75/ЄС):

- установки, в яких продукти згоряння використовуються для безпосереднього нагрівання, сушіння або будь-якої іншої обробки об'єктів і матеріалів, зокрема печі для підігріву чи печі для теплової обробки;
- установки, в яких спалюються продукти згоряння, тобто будь-які технічні апарати, призначені для очищення відхідних газів шляхом спалювання;
- установки для регенерації каталізаторів для каталітичного крекінгу;
- установки для перетворення сульфїду водню в сірку;

- реактори, що використовуються у хімічній промисловості;
- батарейні коксові печі;
- каупери;
- будь-які технічні апарати, які використовуються на автомобілях, кораблях чи літаках;
- газові турбіни та газові двигуни на морських платформах;
- установки, в яких спалюються рідкі та тверді відходи, за виключенням біомаси та відходів вуглезабагачення.⁸

На схемі, представленій на рисунку 1.5, відображено основне устаткування теплової електричної станції та взаємозв'язок її систем. За цією схемою можна простежити загальну послідовність технологічних процесів, що протікають на ТЕС.

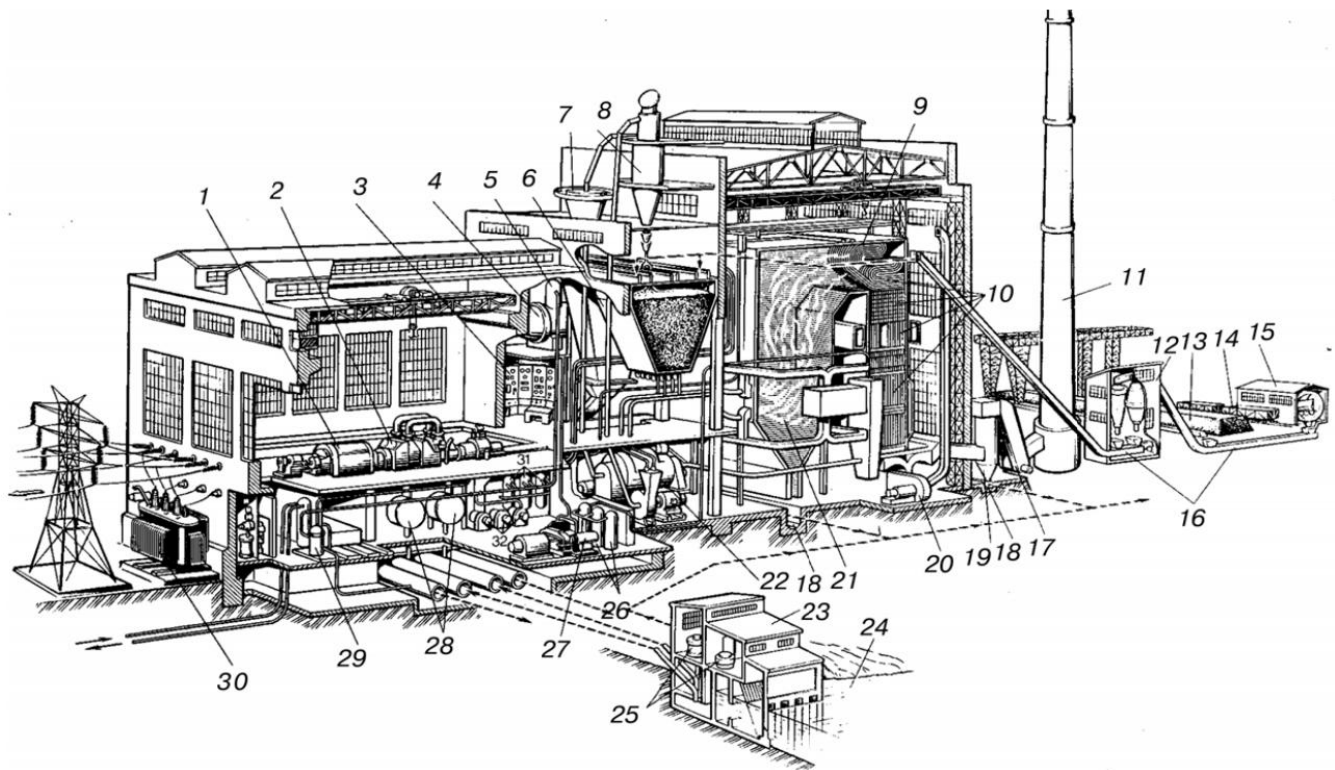


Рисунок 1.5 – Принципова схема теплової електричної станції⁹

1 - електричний генератор; 2 - парова турбіна, 3 - пульт управління; 4 - деаератор; 5 і 6 - бункери; 7 - сепаратор; 8 - циклон; 9 - котел; 10 - поверхня нагріву (теплообмінник); 11 - димова труба; 12 - дробильне приміщення; 13 - склад резервного палива; 14 - вагон; 15 - розвантажувальний пристрій; 16 - конвеєр; 17 - димосос; 18 - канал; 19 - зололовлювач; 20 - вентилятор; 21 - топка; 22 - млин; 23 - насосна станція; 24 - джерело води; 25 - циркуляційний насос; 26 - регенеративний підігрівач високого тиску; 27 - живильний насос; 28 - конденсатор; 29 - установка хімічної очистки води; 30 - підвищувальний трансформатор ; 31 - регенеративний підігрівач низького тиску; 32 - конденсатний насос.

На рисунку 1.6 наведено технологічну схему теплової електричної станції.⁹

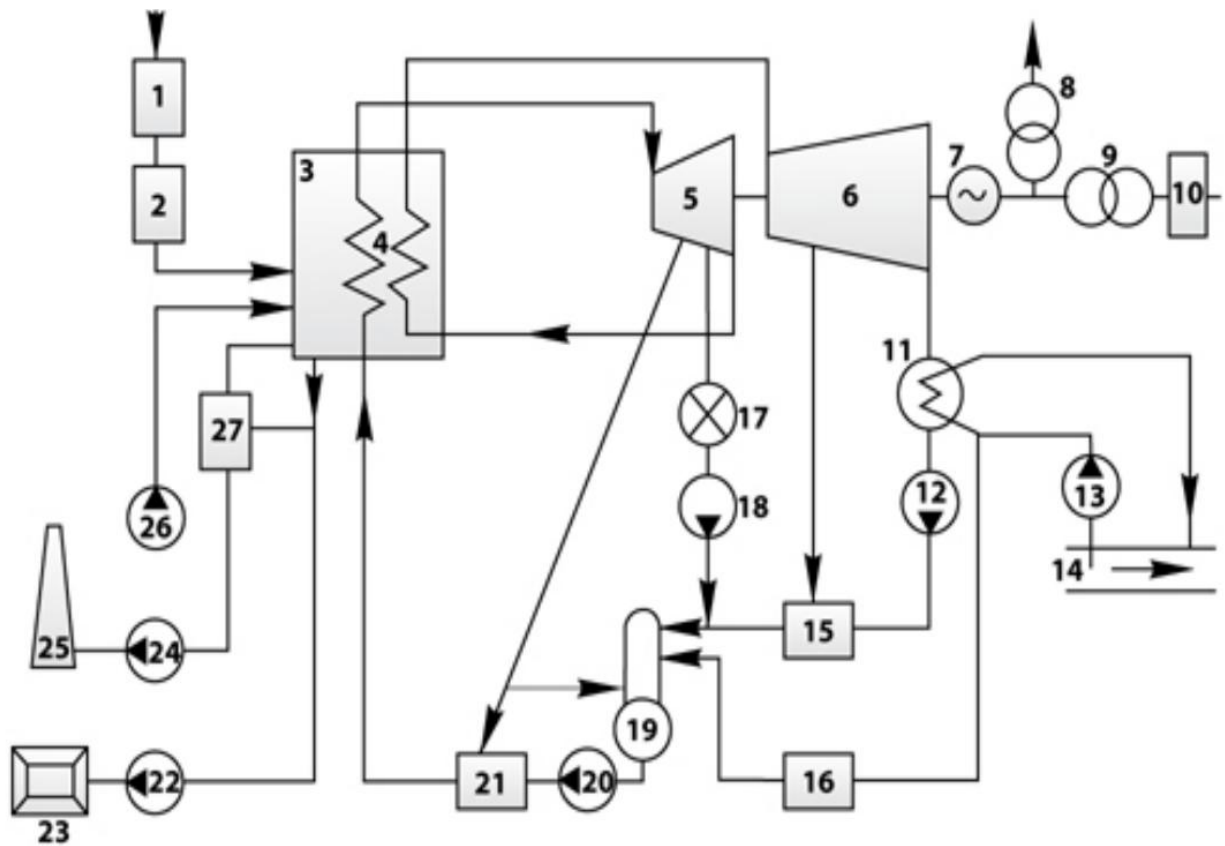


Рисунок 1.6 – технологічна схема теплової електростанції⁹

До складу технологічної схеми включено наступне обладнання:

1. Паливне господарство;
2. Підготовка палива;
3. Котел;
4. Проміжний пароперегрівач;
5. Частина високого тиску парової турбіни (ЧВТ або ЦВТ);
6. Частина низького тиску парової турбіни (ЧНТ або ЦНД);
7. Електричний генератор;
8. Трансформатор власних потреб;
9. Трансформатор зв'язку;
10. Головне розподільний пристрій;
11. Конденсатор;
12. Конденсатний насос;
13. Циркуляційний насос;
14. Джерело водопостачання (наприклад, річка);
15. Підігрівач низького тиску (ПНТ);
16. Водопідготовча установка (ВПУ);
17. Споживач теплової енергії;
18. Насос зворотного конденсату;
19. Деаератор;
20. Живильний насос;
21. Підігрівач високого тиску (ПВТ);
22. Шлакозоловидалення;
23. Золовідвал;
24. Димосос (ДС);
25. Димова труба;
26. Дуттьовий вентилятор (ДВ);

27. Золовлівлювач.

Виходячи з рисунків 1.5 - 1.6, отримуємо у складі теплової електростанції таке основне обладнання (системи):

- паливне господарство і система підготовки палива;
- котельня установка: сукупність самого котла і допоміжного обладнання;
- турбінна установка: парова турбіна та її допоміжне обладнання;
- установка водопідготовки та конденсатоочищення;
- система технічного водопостачання;
- система золошлаковидалення;
- електротехнічне обладнання та система управління електроустановками.

Паливне господарство, залежно від виду використаного на станції палива включає: приймально-розвантажувальний пристрій, транспортні механізми, паливні склади твердого та рідкого палива, пристрої для попередньої підготовки палива (дробильні установки для вугілля).

До складу мазутного господарства входять також насоси для перекачування мазуту, підігрівачі мазуту, фільтри. Підготовка твердого палива до спалювання складається з розмелювання і сушіння його в пилоприготувальній установці, а підготовка мазуту полягає в його підігріві, очистці від механічних домішок, іноді в обробці спецприсадками.

З газовим паливом все простіше. Підготовка газового палива зводиться в основному до регулювання тиску газу перед горілками котла. Необхідне для горіння палива повітря подається в топковий простір котла дуттьовими вентиляторами (ДВ).

Продукти згоряння палива - димові гази - відсмоктуються димососами (ДС) і відводяться через димові труби в атмосферу. Сукупність каналів (повітроводів і газоходів) і різних елементів обладнання, по яких проходить повітря та димові гази, утворює газоповітряний тракт теплової електростанції; димососи, димова труба і дуттьові вентилятори складають тягодуттьові установки. У зоні горіння палива, що

входять до його складу негорючі (мінеральні) домішки, зазнають хіміко-фізичні перетворення і видаляються з котла частково у вигляді шлаку. Значна їх частина виноситься димовими газами у вигляді дрібних частинок золи. Для захисту атмосферного повітря від викидів золи перед димососами встановлюють золоуловлювачі.

Шлак і вловлена зола видаляються зазвичай гідравлічним способом на золовідвали. При спалюванні мазуту і газу золоуловлювачі не встановлюються. При спалюванні палива хімічно зв'язана енергія перетворюється на теплову. В результаті утворюються продукти згоряння, які в поверхнях нагріву котла віддають теплоту воді і створеному з неї пару. Сукупність обладнання, окремих його елементів, трубопроводів, по яких рухаються вода і пар, утворюють пароводяної тракт станції.

У котлі вода нагрівається до температури насичення і випаровується, а утворений з киплячої води котла насичений пар перегрівається. З котла перегріта пара направляється по трубопроводах в турбіну, де його теплова енергія перетворюється в механічну, передану на вал турбіни. Відпрацьована в турбіні пара надходить у конденсатор, віддає теплоту охолоджуючій воді і конденсується.

На сучасних ТЕС з агрегатами одиничною потужністю 200 МВт і вище застосовують проміжний перегрів пари. У цьому випадку турбіна має дві частини: частина високого і частина низького тиску. Відпрацьовавши у частині високого тиску турбіни пар направляється в проміжний перегрівач, де до нього додатково підводиться теплота. Далі пара повертається в турбіну (в частину низького тиску) і з неї надходить в конденсатор.

Проміжний перегрів пари збільшує ККД турбінної установки і підвищує надійність її роботи. З конденсатора конденсат відкачується конденсаційним насосом і, пройшовши через підігрівачі низького тиску (ПНТ), надходить в деаератор. Тут він нагрівається парою до температури насичення, при цьому з нього відокремлюються і віддаляються в атмосферу кисень і вуглекислота для запобігання корозії обладнання.

Деаерована вода, названа живильною, насосом подається через підігрівачі високого тиску (ПВТ) в котел. Конденсат в ПНД і деаераторі, а також живильна вода в ПВД підігрівається пором, що відбирається з турбіни. Такий спосіб підігріву означає повернення (регенерацію) теплоти в цикл і називається регенеративним підігрівом. Завдяки йому зменшується надходження пари в конденсатор, а отже, і кількість теплоти, переданої охолоджуючої воді, що призводить до підвищенням ККД паротурбінної установки.

Сукупність елементів, що забезпечують конденсатори охолоджувальною водою, називається системою технічного водопостачання. До неї належать: джерело водопостачання (річка, водосховище, баштовий охолоджувач – градирня), циркуляційний насос, підвідні та відвідні водоводи. У конденсатор охолоджуваної воді передається приблизно 55% теплоти пари, що надходить у турбіну; ця частина теплоти не використовується для вироблення електроенергії і марно пропадає. Ці втрати значно зменшуються, якщо відбирати з турбіни частково відпрацьовану пару і його використовувати теплота для технологічних потреб промислових підприємств або підігріву води на опалення та гаряче водопостачання. Таким чином, станція стає теплоелектроцентральною, що забезпечує комбіноване вироблення електричної та теплової енергії.

На ТЕС існують внутрішні втрати пари і конденсату, обумовлені неповною герметичністю пароводяного тракту, а також безповоротною витратою пари і конденсату на технічні потреби станції. Вони складають приблизно 1 - 1,5% від загальної витрати пари на турбіни.

Електротехнічне господарство станції включає електричний генератор, трансформатор зв'язку, головний розподільний пристрій, систему електропостачання власних механізмів електростанції через трансформатор власних потреб. Система управління здійснює збір та обробку інформації про хід технологічного процесу і стан

обладнання, автоматичне і дистанційне управління механізмами, регулювання основних процесів, і автоматичний захист обладнання.⁹

1.5 Джерела забруднень навколишнього середовища Бурштинської ТЕС

Бурштинська ТЕС входить до списку 100 підприємств України, що завдають найбільшої шкоди довкіллю та здоров'ю населення Карпатського регіону. Викиди разносяться повітрям на відстань до 100 кілометрів. Понад 20 % шкідливих речовин розсіюються за певних погодних умов під час інверсійних процесів навіть за межі не тільки Карпатського регіону, але і нашої країни.¹

Екологічні дослідження, проведені в останні роки, показують, що зростаючий руйнівний вплив антропогенних факторів на навколишнє середовище привело до крайньої межі, а саме: зменшення тваринних ресурсів, нестача чистої прісної води, можливі кліматичні катастрофи, а особливо – забруднення незамінних природних ресурсів – повітря, води і ґрунту – відходами промисловості. У зв'язку з цим в сучасному суспільстві різко зростає роль задачі технічної екології, яка на основі оцінки ступеня шкідливості виробництва розробляє і вдосконалює інженерно-технічні засоби захисту навколишнього середовища. Перед усім людством в області охорони навколишнього середовища стоять завдання по вдосконаленню технічних процесів з метою скорочення викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище і покращання очистки відхідних газів від шкідливих сумішей, збільшення випуску високоефективних газозловлювачів і автоматичних станцій контролю за станом навколишнього середовища.

Теплоенергетика, як заключний елемент паливно-енергетичного комплексу, є одним з основних джерел забруднення довкілля. Вплив ТЕС на атмосферу, воду, середовище і ґрунт багатогранний і масштабний. Основним забруднювачем Карпатського регіону є Бурштинська ТЕС. За 30-річний період експлуатації, виробивши понад 382 млрд кВт год електроенергії, нею викинуто в атмосферу біля

11 млн т шкідливих речовин. Щорічно Бурштинська ТЕС складає понад 60 т золошлакових відходів. Під зберігання золи виділена земельна ділянка площею 80 га. Щогодини, виробляючи понад 1.5 млн кВт год електроенергії, Бурштинська ТЕС використовує 7 млн м³ відхідних газів.

В основному на Бурштинській ТЕС використовуються системи зворотнього і повторного водопостачання, які дозволяють знизити до мінімуму рівень стічних промислових вод. Використана технічна вода через деякий проміжок часу знову використовується на виробничі потреби.⁵

На території ТЕС можна виділити три основних джерела розповсюдження шкідливих викидів: золовідвали; три димові труби та стічні води.

Викиди із димових труб. Спалювання вугілля на теплоелектростанції пов'язане з утворенням продуктів згоряння, які містять летючу золу, частки недопаленого пилюватого вугілля, сірчистий ангідрид, оксиди азоту та газоподібні продукти неповного згоряння, а при спалюванні мазуту, окрім того, ще і сполуки ванадію, солі натрію, кокс та частки сажі.

Концентрація оксидів азоту у викидах залежить від температури в зоні горіння і вмісту в ній вільного кисню, тому для зниження викидів оксидів азоту можливе не лише за рахунок встановлення очисного обладнання, а й за рахунок використання режимно-технологічних заходів при модернізації та реконструкції енергоблоків. Режимно-технологічні заходи передбачають створення умов горіння палива з низьким рівнем утворення оксидів азоту. Одним з простих і легкоздійсненних заходів є зниження надлишкового вмісту кисню в активній зоні котла. При цьому шляхом зниження кількості повітря в зоні горіння до мінімально необхідної для повного згорання зменшується утворення оксидів азоту.

На ТЕС може бути встановлена установка одночасної очищення від оксидів сірки та оксидів азоту шляхом подачі озону в скруббер. Установка забезпечує очищення газів по сірчистому ангідриду до 90%, по оксидах азоту до 65%.²

У 2009 році зафіксовано викиди 190,9 тис. тонн шкідливих речовин — це конкретно 20,5 тис. т твердих частинок, 159,9 тис. сірчистого ангідриду, 9,4 тис. діоксиду азоту й 0,93 тис. т оксиду вуглецю.

Тверді частинки від спалювання вугілля - зола, які не вловило газоочисне обладнання, осідають у 30-кілометровому радіусі навколо станції.

Сірчистий ангідрид в атмосферному повітрі вступає в хімічні реакції з водою і вже у вигляді кислот може пролитися з дощем на землю. Наразі, викиди сірчистого ангідриду є найгострішою проблемою і не відповідають європейським нормам.

Діоксид азоту спричиняє смог.

Оксид вуглецю посилює парниковий ефект.

Екологічну ситуацію не лише в санітарно-захисній зоні підприємства, а й у Бурштині, сусідніх селах, на лівому березі водосховища, Касовій горі постійно відстежує відділ охорони навколишнього середовища ТЕС. До складу цього відділу входить санітарна лабораторія, яка контролює приземні концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі, а також опади і бере на аналіз проби ґрунту, ґрунтових, поверхневих та стічних вод.¹⁰

Наприкінці 2019 року кореспонденти Укрінформ провели розмову з тодішнім головою Івано-Франківської облдержадміністрації Денисом Шмигалем, який розповів про пріоритетні завдання з питань екологічної безпеки м. Бурштину та Бурштинської ТЕС. Далі хочу процитувати деякі фрагменти даного інтерв'ю, щоб можна було зрозуміти політику та принципи щодо екологічної політики на Бурштинська ТЕС:

Бурштинська ТЕС – один із великих агентів впливу на екологічну ситуацію області.

Втім, підприємство має державну програму щодо зменшення викидів, тобто є так званий національний план скорочення викидів від установок, які працюють на

твердому паливі. Він погоджений з Європейським Союзом і відноситься до третього пакету реформ Європи, а тому ми зобов'язані виконувати ці вимоги.

Відповідно до цього документа, з 2023 року має розпочатися черговий етап заміни фільтрів на Бурштинській ТЕС. Нині тут працює 12 енергоблоків, на усіх встановлені електрофільтри. З них на трьох блоках уже зведені нові фільтри, і викиди тут становлять 0,3 мг на куб м. Це – європейська норма. Коли працюють ці три блоки, диму з труби підприємства майже не помітно.

А коли працюють інші блоки?

- На 9-ти блоках стоять фільтри, зведені на початку 2000-х років, вони відповідають українським нормам. На цих дев'яти фільтрах викиди становлять до 600 мг на куб м. На двох із них зроблений капітальний ремонт, це блоки №9 і №12. Там норма викидів менша – до 300 міліграм на метр кубічний. Проте з 2028 року такі викиди не відповідатимуть європейським вимогам.

Треба розуміти, що фільтр – це аналог майже дев'ятиповерхової споруди, його неможливо витягнути, ніби прилад з автомобіля, – і просто замінити. Це будова вартістю у 140 млн грн. Перед власником станції нині стоїть питання: інвестувати кошти у заміну фільтрів чи зупиняти роботу блоків.

Втім тут одразу постає питання щодо всієї енергосистеми України, бо кожний блок Бурштинської ТЕС – це 200 МВт. Для порівняння: потужна сонячна електростанція, яку плануємо відкрити у Галичі, матиме 13 МВт. Тобто, виведення одного блоку на Бурштинській ТЕС – це втрата енергозабезпечення майже для однієї області, й щоб його замінити – треба звести 20 потужних сонячних електростанцій.

- Яке рішення може прийняти власник Бурштинської ТЕС? Чи вкладатиме він кошти в заміну фільтрів?

- Важко сказати. Блоки вичерпали свій ресурс, а їх заміна – це 1 млрд євро. Може бути і таке, що інвестор вирішить законсервувати роботу цих блоків. Держава свого часу не порахувала, що треба вкласти в оновлення електрофільтрів 8 млрд

американських доларів, а бізнес цього просто не потягне. Тому ми всі стоїмо перед вибором: закривати і згортати робочі місця чи працювати так, як 54 роки досі.

До речі, раніше викиди були ще більшими. Якщо сьогодні станція спалює до 15 тисяч тонн вугілля на добу, раніше були часи, коли спалювали 22 тисячі тонн і більше. Відключати фільтри неможливо. Нині на ТЕС працює близько трьох тисяч людей, це мешканці Бурштина і навколишніх сіл. Оперативний персонал координує роботу енергоблоків, і ці працівники точно не будуть відключати їх на ніч, аби нашкодити своїм дружинам та дітям, які на них чекають удома.¹⁰

РОЗДІЛ 2

ПРОБЛЕМА ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

2.1 Викиди парникових газів Бурштинською теплоелектростанцією

«ДТЕК Західенерго» — п'ята за величиною енергогенеруюча компанія України з встановленою потужністю 4707,5 МВт, що становить близько 9 % від загальної потужності електроенергетики України. За обсягами виробництва електричної енергії «ДТЕК Західенерго» займає одне з чільних місць серед теплових енергогенеруючих компаній.

У 2021 році викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря в області становили 210,3 тис. т, в тому числі 172,4 тис. т від стаціонарних джерел забруднення та 37,9 тис. т від пересувних джерел (автомобільного транспорту). В порівнянні з 2020 роком викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря збільшилися на 15,3%. Від стаціонарних джерел забруднення у повітряний басейн надійшло 12,0 млн. т. діоксиду вуглецю (на 15% більше порівняно з 2020 роком) – основного парникового газу, який впливає на зміну клімату. Основними забруднювачами повітря залишаються підприємства з постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, на які припадає 89,1% від загальнообласних обсягів викидів забруднюючих речовин. Зокрема, найбільшим забруднювачем атмосферного повітря залишається «Бурштинська ТЕС» АТ «ДТЕК Західенерго» на яку припадає 84,4% викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від загального обсягу викидів по області. Викиди в атмосферне повітря у 2021 році від виробничої діяльності підприємства «Бурштинська ТЕС» АТ «ДТЕК Західенерго» збільшились на 24,4% в порівнянні з 2020 роком і становили 145,6 тис. тонн. Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря по області наведено в таблиці 2.1 та на рисунку 2.1.¹¹

Структура викидів ТЕС

Приклад валових викидів ЗР
ДТЕК Бурштинська ТЕС, 2016 р.:

Викиди, тис т		
Всього забруднюючих речовин	168,4	% розподіл забруднюючих речовин
SO ₂	127,1	75,5%
NO ₂	10,9	6,5%
пил	27,9	16,5%
інші	2,5	1,5%

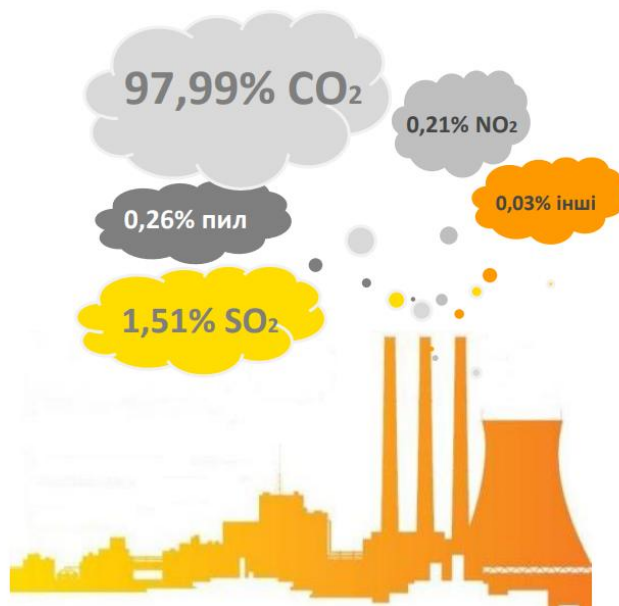


Рисунок 2.1 - Структура викидів Бурштинської ТЕС

Таблиця 2.1 - Динаміка викидів в атмосферне повітря по Івано-Франківській області, тис.т*

Роки	Викиди в атмосферне повітря			Щільність викидів у розрахунку на 1 км ² , т	Обсяги викидів у розрахунку на 1 особу, кг
	Всього	У тому числі			
		Стационарними джерелами	Пересувними джерелами		
2017	198,3	198,3	-	14,2	143,8
2018	221,4	221,4	-	15,9	161,0
2019	205,02	205,02	-	14,7	149,6
2020	178,1	140,4	37,7	-	-
2021	210,3	172,4	37,9	-	-

*За даними Головного управління статистики Івано-Франківської області

Динаміка викидів найпоширеніших забруднюючих речовин в атмосферне повітря у районах За даними Головного управління статистики в Івано-Франківській області у структурі викидів забруднюючих речовин в 2021 році переважали діоксид та інші сполуки сірки – 119803,4 тонни речовини, зокрема найвищий показник становив в Івано-Франківському районі - 115016,5 тонн, а найнижчий у Косівському районі 1,9 тонн, найменший обсяг викидів в області встановлено по оксиду вуглецю – 3569,4 тонн. (таблиця: 2.2).¹¹

Таблиця 2.2 - Викиди окремих забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення за районами у 2021 році*

Район	Обсяги викидів забруднюючих речовин усього	У тому числі						
		SO ₂ та інші сполуки сірки	Сполук азоту	CH ₄	CO	Речовини у вигляді суспензованих твердих частинок	Неметанових летких органічних сполук	CO ₂ (тис. т)
Верховинський	6,1	2,2	0,8	-	3,1	0,0	-	-
Івано-Франківський	152179,1	115016,5	12074,5	2312,7	1616,6	19353,6	1736,7	10942,8
Калуський	15526,6	4746,8	2252,7	2776,8	1506,2	1968,8	2208,8	1030,1
Коломийський	402,0	6,0	80,0	39,8	144,1	109,2	22,0	16,8
Косівський	95,3	1,9	21,1	41,7	17,2	1,7	11,7	3,5
Надвірнянський	4216,2	30,0	529,9	2140,6	282,2	96,8	1135,4	73,9
Загалом по області	172425,3	119803,4	14959,0	7311	3569,4	21530,1	5114,6	12067,1

*За даними Головного управління статистики Івано-Франківської області

Спостереження за рівнем забруднення атмосферного повітря проводять спеціалісти ДУ «Івано-Франківський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». Дані щодо якості атмосферного повітря в населених пунктах області представлені в таблиці 2.3 – Кількість досліджень забруднюючих речовин у атмосферному повітрі міст та районів Івано-Франківської області за 2021 рік*.¹¹

Таблиця 2.3 - Кількість досліджень забруднюючих речовин у атмосферному повітрі міст та районів Івано-Франківської області за 2021 рік*

№ з/п	Забруднюючі речовини	Кількість досліджень	З них, що перевищують ГДК	Питома вага досліджень з перевищенням ГДК, %	
				Вище 1 ГДК	Вище 5 ГДК
1	Пил	2887	88	3,04	-
2	Діоксид сірки	1579	19	1,2	-
3	Сірководень	709	0	0	-
4	Оксид вуглецю	2162	14	0,64	-
5	Діоксид азоту	2656	72	2,71	-
6	Аміак	876	6	0,68	-
7	Фенол	83	0	0	-
8	Формальдегід	941	11	1,17	-
9	Хром	15	0	0	-
10	Бензол	12	0	0	-
11	Ксилол	9	0	0	-
12	Оцтова кислота	44	0	0	-
13	Хлор	12	0	0	-
14	Інші	103	0	0	-

*За даними ДУ «Івано-Франківський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України»

Використання озоноруйнуючих речовин

15.07.2021 Верховна Рада України прийняла законопроект «Про внесення змін до статті 16 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» щодо регулювання господарської діяльності з озоноруйнівними речовинами та фторованими парниковими газами». Ухвалення Закону було необхідне для виконання Україною міжнародних зобов'язань у сфері охорони озонового шару та запобігання змінам клімату. Із внесення змін, Закон «Про охорону атмосферного повітря» буде приведений у відповідність із Законом «Про регулювання господарської діяльності з озоноруйнівними речовинами та фторованими парниковими газами», який регулює питання використання, імпорту, споживання озоноруйнівних речовин і фторованих парникових газів та товарів, що їх містять. Прийняття законопроекту дозволить Україні поступово скорочувати і в подальшому припинити споживання речовин, накопичення яких в атмосферному повітрі щодня призводить до кліматичних змін.

Вплив забруднюючих речовин на здоров'я людини та біорізноманіття

Забруднення атмосферного повітря за ступенем хімічної небезпеки для людини посідає перше місце, завдаючи негативних екологічних наслідків і для екосистем, чинить безпосередній вплив на рослинність і фауну, а також на якість води і ґрунту. Основними забруднюючими речовинами є: оксиди сірки та азоту, оксид вуглецю і тверді частинки, на частку яких припадає близько 98% від загального обсягу викидів шкідливих речовин в атмосферу.

На сьогодні наявність ризику для здоров'я від забруднення повітря не викликає сумніву, разом з тим якісні дані про кількісні ефекти впливу зустрічаються тільки внаслідок промислових аварій або значущих залпових викидів, аномальними атмосферними явищами (смог).

Викиди, хімічні реакції в атмосфері та опади, що містять сполуки сірки і азоту, зумовлюють підкислення в наземних та водних екосистемах, порушується структура та

функціонування екосистем, шкідливо впливають на здоров'я людей (ураження дихальних шляхів), нищать рослинність, знижують родючість ґрунтів, пришвидшують корозію металів, руйнують кам'яні будівлі та металоконструкції, прискорюють зменшення риб у водоймах та збільшують кількість водоростей.

Хронічні (постійні) впливи шкідливих хімічних речовин присутніх в атмосферному повітрі залишаються проблемою в оцінці ризиків і пов'язані з тим, що:

- концентрація атмосферних домішок надзвичайно нестабільна і залежна від метеоумов;

- до хвороб, у виникненні і перебігу яких забруднення повітря відіграє значущу роль, відносяться, головним чином, хвороби дихальної системи;

але ці хвороби неспецифічні і можуть викликатися іншими факторами, наприклад, палінням, або професійним впливом, значну роль при цьому може відігравати дія внутрішніх алергенів.

Сучасний стан забруднення атмосфери є серйозною екологічною проблемою, яка негативно впливає на умови життя на Землі, здоров'я населення, та екосистеми в цілому. А також призводить до зміни клімату.

Головними причинами кліматичних змін є великий викид парникових газів, а також порушення енергетичного балансу біосфери та її складників. У зв'язку з цим, природні екосистеми не можуть самі стабілізувати ситуацію, внаслідок чого виникає дисбаланс. Порівняно з поточним періодом очікується, що протягом наступних 20 років кліматичні зміни призведуть до підвищення середньої річної температури в Україні у межах 0,8-1,1°C. У подальшому до кінця століття лише за прогнозом значного зменшення антропогенного впливу на кліматичну систему температурний режим залишатиметься в межах природної мінливості, тобто стабілізується на досягнутих показниках.

За інших прогнозів антропогенного впливу середня на кліматичну систему річна температура продовжуватиме зростати і на середину століття її підвищення становитиме 1,5-2°C, а на кінець - 2-4,3°C. Для всіх прогнозів антропогенного впливу на кліматичну систему максимальне підвищення температури в холодний період очікується на півночі та північному сході, а в теплий - на південному сході та півдні.

Річна кількість опадів за всіх прогнозів антропогенного впливу на кліматичну систему та протягом століття незначно зростатиме у середньому на 2-6% з максимальним значенням 8% для прогнозу надмірного антропогенного впливу. Але для всіх прогнозів антропогенного впливу на кліматичну систему характерно посилення перерозподілу опадів протягом року в межах ± 20 відсотків із їх збільшенням у холодний період і зменшенням у теплий, особливо у липні і серпні, а для прогнозу надмірного антропогенного впливу на кліматичну систему - і в червні, при цьому максимальне зменшення опадів очікується на південному сході та півдні, а на заході та північному заході навіть улітку опади, скоріше, збільшуватимуться.

Підвищення температури повітря призведе до збільшення кількості тропічних ночей, коли мінімальна температура вночі буде вище за 20°C, з максимальних 15-20°C у поточний період вздовж Чорного та Каспійського морів та у Криму до 30-40°C на кінець століття за прогнозом помірного антропогенного впливу і 70-80°C за прогнозом надмірного антропогенного впливу на кліматичну систему. До кінця 21 століття очікується посилення посушливості і розширення зони півдня на весь центральний регіон за реалізації прогнозу надмірного антропогенного впливу на кліматичну систему.¹¹

2.2 Шляхи зменшення негативного впливу на навколишнє середовище викидів парникових газів Бурштинської ТЕС

Незадовільний стан атмосферного повітря деяких населених пунктів обумовлений недотриманням підприємствами технологічного режиму експлуатації

пилогазоочисного устаткування, у тому числі внаслідок обмеження енергопостачання, яке не здатне працювати в межах екологічних і санітарних норм, невиконанням у встановлені терміни заходів щодо зниження обсягів викидів до нормативного рівня, низькими темпами впровадження сучасних технологій очищення викидів, відсутністю ефективного очищення викидів підприємств від газоподібних домішок, відсутністю нормативних санітарно-захисних зон між промисловими та житловими районами.

Впровадження нової системи регулювання викидів забруднюючих речовин від стаціонарних та пересувних джерел забруднення, видача дозволів на викиди, встановлення нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел, встановлення жорстких технологічних нормативів та нормативів якості атмосферного повітря передбачає не тільки попередження забруднення атмосфери, але і боротьбу з ним.

На виконання постанови Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» (зі змінами), рішенням обласної ради від 12.11.2021 № 277-10/2021 затверджено Програму державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря зони «Івано-Франківська» на 2021-2025 роки. Протягом 2021 року основними підприємствами забруднювачами за рахунок власних коштів проведено заходів на суму 19,8 млн. грн., які спрямовані на покращення якості атмосферного повітря.

«ДТЕК Західенерго» склав угоду з ТОВ «Електроналадка» про виконання підрядних робіт з реконструкції енергоблоку № 10 Бурштинської ТЕС починаючи з 2012 року та загальною сумою договору до 938 665 274,00 грн. до основних засобів увійшли будівлі та споруди, машини та обладнання, транспортні засоби та інше. Всі основні засоби «ДТЕК Західенерго» за місцем розташування ТЕС.

Характеристика основного обладнання. Бурштинська ТЕС: Моноблоки встановленою потужністю 8x195 МВт, 4x185 МВт з пиловугільними котлами ТП-100,

ТП-100А (номінальною продуктивністю 640 т/год., 12 шт.), турбінами К-200-130 (12 шт.).

На використанні активів «ДТЕК Західенерго» можуть позначитися наступні основні екологічні питання:

- викиди в атмосферне повітря;
- водоспоживання та скиди стічних вод;
- поводження з відходами.

У зв'язку з цим, основними напрямками Товариства в сфері охорони навколишнього середовища є заходи, що спрямовані на:

1) охорону атмосферного повітря (отримано дозволи на викиди для всіх промислових площадок ТЕС «ДТЕК Західенерго»; виконуються умови, встановлені в дозволах на викиди; ведеться періодичний контроль за якістю атмосферного повітря в зоні впливу ТЕС. Також, задля виконання вимог Європейської Директиви 2010/75/ЄС, Товариством прийнято участь у розробці Національного плану скорочення викидів забруднюючих речовин, який погоджено Секретаріатом Енергетичного Співтовариства та схвалено Розпорядженням Кабінету Міністрів України № 796-р від 8 листопада 2017 року).

2) охорону та раціональне використання водних ресурсів. З метою забезпечення оптимального використання води на виробничі потреби ТЕС використовуються оборотні системи охолодження основного та допоміжного устаткування, оборотні системи гідрозоловидалення, системи повторного використання води, реалізуються заходи з заміни запірної арматури і ділянок трубопроводів пожежно-питної і технічної води, ремонти та технічне обслуговування маслоснаповненого устаткування, проводиться моніторинг та контроль якості стічних і гуртових вод в районі розміщення золовідвалів.

3) охорону земель та поводження з відходами (нарощування дамб золовідвалів, збільшення обсягів використання золошлакових матеріалів).

Природоохоронна діяльність «ДТЕК Західенерго» базується на Екологічній політиці (3-я редакція, 2017 р.), що визначає цілі Товариства в сфері захисту довкілля:

- захищати довкілля, включаючи запобігання забруднень, раціональне використання ресурсів, зниження впливу на зміну клімату, захист біологічного різноманіття та екосистем;

- модернізувати традиційну генерацію ДТЕК;

- виконувати обов'язкові законодавчі та інші вимоги, прийняті ДТЕК;

- забезпечити екологічну безпеку підприємств ДТЕК;

- постійно вдосконалювати систему екологічного менеджменту для поліпшення показників екологічної діяльності. У 2017 році «ДТЕК Західенерго» успішно пройшло ре-сертифікаційний аудит щодо підтвердження запровадженої системи екологічного менеджменту у відповідності до вимог міжнародного стандарту ISO 14001:2015.

Витрати «ДТЕК Західенерго» в сфері охорони навколишнього середовища в 2017 році:

- капітальні інвестиції на охорону навколишнього середовища - 119 655,9 тис. грн;
- поточні витрати на охорону навколишнього середовища - 118 488,9 тис. грн;
- інші витрати на охорону навколишнього природного середовища - 4 497,1 тис. грн;
- всього – 242 641,9 тис. грн;
- фактично сплачений екологічний податок – 575 458,6 тис. грн.

Інформація щодо планів капітального будівництва, розширення або удосконалення основних засобів, суми видатків: В 2017 році по компанії «ДТЕК Західенерго» були здійснені інвестиції в реконструкцію та модернізацію енергоблоків, загально станційного обладнання, капітальні ремонти виробничого обладнання, придбання основних засобів, малоцінних матеріальних і нематеріальних активів.

Найбільш крупні проекти реалізовані в 2017 році на Бурштинській ТЕС:

- реконструкція і технічне переоснащення блоку №10 – 828 млн грн;

- капітальний ремонт котлу блоку 1 – 13 млн грн б ПДВ– 12 млн грн;
- заміна автотрансформатора 5АТ на ВРП-220 кВт – 28 млн грн.¹¹

До 2023 року НПСВ передбачає встановлення сучасних пилових фільтрів на 30 установок, а також будівництво 13 сіркоочисток. Також до 2023 року передбачається демонтаж 5-ти найстаріших енергоблоків на Бурштинський ТЕС та всіх котлів 2-ї черги Добротвірської ТЕС.

Згідно з НПСВ, на всіх включених до нього установках до кінця 2028 року мають з'явитись пилові фільтри та сіркоочистки. А до 31 грудня 2033 року всі вони мають встановити також азотоочистку та повністю відповідати європейським нормам викидів.

Основна ідея НПСВ — щоб індустріальні енергетичні монстри, побудовані мінімум півстоліття тому, перестали пожирати в необмеженій кількості дороге і брудне вугілля і "виплювати" у наші легені діоксид сірки, азоту і дрібнодисперсний пил.¹²

Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок розроблений Міністерством енергетики та вугільної промисловості з метою виконання зобов'язань України в рамках Договору про заснування Енергетичного Співтовариства. Як документ представляє наміри України, як члена Енергетичного співтовариства, суттєво скоротити викиди від існуючих великих спалювальних установок.

Національний план скорочення викидів поширюється на великі спалювальні установки, оператори яких добровільно прийняли рішення взяти участь у цьому механізмі відступу від негайного виконання вимог щодо граничних обсягів викидів, які визначено в Директиві 2010/75/ЄС.

Національний план скорочення викидів є базовим документом для міжнародних фінансових інституцій та потенціальних інвесторів, які планують інвестувати в енергетичний сектор України.

Виконання Національного плану скорочення викидів призведе до значного скорочення викидів SO₂, NO_x та пилу для всіх великих спалювальних установок

України, які включені до Національного плану скорочення викидів, шляхом удосконалення управління та впровадження технічних заходів, спрямованих на зменшення викидів забруднюючих речовин та пов'язаних з переобладнанням спалювальних установок.

Для досягнення цілей Національного плану скорочення викидів передбачені такі технічні заходи:

- модернізація існуючих спалювальних установок з метою підвищення ефективності використання енергії палива;
- спільне спалювання біомаси з твердим паливом (вугіллям);
- заміна існуючих пиловловлювачів на нові апарати пилоочищення димових газів (електрофільтри, тканинні фільтри);
- будівництво установок сіркоочищення димових газів для установок номінальною тепловою потужністю:
- від 50 до 500 МВт доцільно використовувати вугілля з низьким вмістом сірки та будувати установки напівсухої чи мокрої десульфуризації димових газів залежно від індивідуальних умов;
- $P > 500$ МВт доцільно застосовувати установки мокрої десульфуризації димових газів;
- первинні заходи: удосконалення процесів горіння палива з метою скорочення викидів NO_x (режимно-технологічні заходи – ступінчаста подача повітря та палива, низько-емісійні пальники, рециркуляція димових газів та їх комбінація);
- вторинні заходи: будівництво установок очищення димових газів від NO_x – технології селективного каталітичного відновлення та селективного некаталітичного відновлення залежно від індивідуальних умов.⁸

У Додатку 3 до Національного плану скорочення викидів наведено перелік запланованих заходів зі скорочення викидів SO₂, NO_x та пилу і дати їх впровадження для 32 великих спалювальних установок.

У таблиці 2.4 вказані загальні граничні обсяги викидів забруднюючих речовин від усіх великих спалювальних установок Бурштинської ТЕС, які включено до Національного плану скорочення викидів, на період з 2018 по 2033 роки.

Таблиця 2.4 - Загальні граничні обсяги викидів для усіх великих спалювальних установок, включених до Національного плану скорочення викидів (тонн за рік)⁸

Дата	SO ₂	NO _x	Пил
31 грудня 2018 року	1017034.5	191300.3	205878.2
31 грудня 2019 року	920431.5	182133.1	185807.6
31 грудня 2020 року	823968.6	172965.8	165737.0
31 грудня 2021 року	727225.5	163798.5	145666.3
31 грудня 2022 року	630622.5	154631.3	125595.7
31 грудня 2023 року	534019.5	145464.0	105525.1
31 грудня 2024 року	437416.5	136296.7	85454.5
31 грудня 2025 року	340813.5	127129.5	65383.9
31 грудня 2027 року	147607.4	108794.9	25242.6
31 грудня 2028 року	51004.4	99627.7	5172.0
31 грудня 2029 року	51004.4	90460.4	5172.0
31 грудня 2030 року	51004.4	81293.1	5172.0
31 грудня 2031 року	51004.4	72125.9	5172.0
31 грудня 2032 року	51004.4	62958.6	5172.0
31 грудня 2033 року	51004.4	53791.3	5172.0

Згідно Додатку 1 до Національного плану скорочення викидів від великих спалювальних установок відомо дані викиди забруднюючих речовин від великих спалювальних установок наведено в таблицях 2.5 – 2.9.

Таблиця 2.5 - Основні дані та поточні обсяги викидів забруднюючих речовин від великих спалювальних установок, згрупованих на одне джерело викидів⁸

№	Назва установки	Місце розташування	Оператор	Дата початку будівництва	Загальна потужність на 31 грудня 2012 року (МВт)	Річна кількість год експлуатації (середнє 2008-2012)
1	Бурштинська ТЕС (енергоблоки 9, 10, 11, 12)	м. Бурштин Галицького р-ну Івано-Франківської області	ДТЕК Західенерго	1968	2276,8	6630
2	Бурштинська ТЕС (енергоблоки 1,4)	м. Бурштин Галицького р-ну Івано-Франківської області	ДТЕК Західенерго	1968	1124,3	6630
3	Бурштинська ТЕС (енергоблоки 2,3)	м. Бурштин Галицького р-ну Івано-Франківської області	ДТЕК Західенерго	1964	1133,7	4673
4	Бурштинська ТЕС (енергоблок 8)	м. Бурштин Галицького р-ну Івано-Франківської області	ДТЕК Західенерго	1967	569,2	5721
5	Бурштинська ТЕС (енергоблоки 5,6,7)	м. Бурштин Галицького р-ну Івано-Франківської області	ДТЕК Західенерго	1967	1692,2	5712

Таблиця 2.6 - Поточні обсяги викидів⁸

№	Назва установки	Річне використання вугілля (середнє за 2008-2012рр) ТДж/рік	Останні дані по викидам (2014 або, якщо дані відсутні на час підготовки плану, то дані – за 2012 рік)		
			SO ₂	NO _x	Пил
			тонн	тонн	тонн
1	Бурштинська ТЕС (енергоблоки 9, 10, 11, 12)	34370,8	55557,9	5291,3	6460,3
2	Бурштинська ТЕС (енергоблоки 1,4)	17185,4	27778,9	2645,7	3230,2
3	Бурштинська ТЕС (power units 2,3)	10900,1	17575,9	1393,9	5101,9
4	Бурштинська ТЕС (енергоблок 8)	6840,4	9446,1	870,5	1677,8
5	Бурштинська ТЕС (енергоблоки 5,6,7)	20521,1	28338,6	2611,5	5033,3

Таблиця 2.7 - Вимоги до щорічного скорочення у період 2018-2033 років обсягів викидів діоксиду сірки (т/рік)⁸

№	Назва установки	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
1	Бурштинська ТЕС (енергоблоки 9,10,11,12)	55557.9	50254.0	44950.1	39646.2	34342.3	29038.4	23734.6	18430.7	13126.8	7822.9	3914.6
2	Бурштинська ТЕС (енергоблок 8)	9446.1	8552.2	7658.3	6764.3	5870.4	4976.5	4082.6	3188.6	2294.7	1400.8	506.9

Таблиця 2.8 - Вимоги до щорічного скорочення у період 2018-2033 років обсягів викидів оксидів азоту (т/рік)⁸

№	Назва установки	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	Бурштинськ а ТЕС (енергоблок и 9,10,11,12)	5291. 3	5106. 5	4921. 7	4736. 8	4552. 0	4367. 2	4182. 4	3997. 6	3812. 7	3627. 9	33443. 1	3258. 3	3073. 5	2888. 6	2703. 8	2519. 0
2	Бурштинськ а ТЕС (енергоблок 8)	870.5	846.3	822.0	797.8	773.5	749.3	725.0	700.8	676.6	652.3	628.1	603.8	579.6	555.4	531.1	506.9

Таблиця 2.9 - Вимоги до щорічного скорочення у період 2018-2033 років обсягів викидів пилу (т/рік)⁸

№	Назва установки	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
1	Бурштинська ТЕС (енергоблоки 9,10,11,12)	500.2	4527.6	4052.5	3577.4	3102.4	2627.3	2152.2	1667.1	1202.1	727.2	251.9
2	Бурштинська ТЕС (енергоблок 8)	1677.8	1515.1	1352.4	1189.7	1027.0	864.2	701.5	538.8	376.1	213.4	50.7

У Додатку 3 Національного плану скорочення викидів від великих спалювальних установок нормативні норми наведені у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 - План заходів для скорочення викидів забруднюючих речовин від вугільних великих спалювальних установок, включених до Національного плану скорочення викидів⁸

№	Назва установки	Блок №	Номинальна теплова потужність	Оператор	Технології скорочення викидів та рік введення в експлуатацію					
					Скорочення викидів пилу		Скорочення викидів SO ₂		Скорочення викидів NO _x	
			МВт		Тип	Рік	Тип	Рік	Тип	Рік
1	Бурштинська ТЕС (енергоблоки 9,10,11,12)	9	2267.6	ДТЕК Західенерго	ЕСФ	2023	МСДГ	2023	СКВ	2023
		10			ЕСФ	2018	МСДГ	2023	СКВ	2023
		11			ТФ	2027	НСД	2027	СНКВ +СКВ	2027
		12			ТФ	2028	НСД	2028	СНКВ +СКВ	2029
2	Бурштинська ТЕС (енергоблок 8)	8	566.9	ДТЕК Західенерго	ЕСФ	2026	МСДГ	2026	СКВ	2026

Примітки:

ТФ – тканинний фільтр

МСДГ – мокре сіркоочищення ДГ

НСД – напівсуха десульфуризація

СНКВ – селективне некаталітичне відновлення

СКВ – селективне каталітичне відновлення

НІД – новітня інтегрована десульфуризація

ЕСФ – електрофільтр

Додаток 4 до Національного плану скорочення викидів від великих спалювальних установок висвітлює перелік великих спалювальних установок, що не включені до Національного плану скорочення викидів та працюватимуть протягом обмеженого строку в період 2018-2033 рр. (таблиця 2.11; 2.12)

Таблиця 2.11 - Спалювальні установки, які працюватимуть менше 20000 годин (існуючі установки, які будуть замінені новими вугільними спалювальними установками в період 2018-2023 рр.)⁸

№	Назва установки	Оператор	Номінальна теплова потужність	Паливо	Рік закриття
1	Бурштинська ТЕС (енергоблок 1)	ДТЕК Західенерго	569.0 МВт	Вугілля	2023
2	Бурштинська ТЕС (енергоблок 4)	ДТЕК Західенерго	569.0 МВт	Вугілля	2023
3	Бурштинська ТЕС (енергоблок 2)	ДТЕК Західенерго	569.0 МВт	Вугілля	2023
4	Бурштинська ТЕС (енергоблок 3)	ДТЕК Західенерго	569.0 МВт	Вугілля	2023
5	Бурштинська ТЕС (енергоблок 6)	ДТЕК Західенерго	569.2 МВт	Вугілля	2023

Спалювальні установки, які працюватимуть менше 40000 годин (існуючі вугільні спалювальні установки, які будуть замінені новими вугільними спалювальними установками в період 2024-2033 рр.). Планове закриття енергоблоків показано в таблиці 2.12.⁸

Таблиця 2.12 – Спалювальні установки, які працюватимуть менше 40000 годин

№	Назва установки	Оператор	Номінальна теплова потужність	Рік закриття
1	Бурштинська ТЕС (енергоблок 5)	ДТЕК Західенерго	569.0 МВт	2032
2	Бурштинська ТЕС (енергоблок 7)		569.2 МВт	2032

Заходи по охороні навколишнього середовища:

- забезпечення повної утилізації шлакових відходів, рекультивація золошлаковідвалів, повне використання шлаку у будівництві;
- запровадження установки по відбору і відвантаженню заводом будіндустрії сухої золи;
- запровадження нової технології спалювання вугілля, що забезпечує знешкодження викидів азоту на 40-50%;
- запровадження екологічного моніторингу на базі імпортних приладів по контролю викидів в атмосферу на димовій трубі (250м);
- використання екологічно безпечних зольних мікросфер;
- ведення постійного контролю за вмістом сірки у паливі;
- застосування поширеного за кордоном вапнякового методу очистки димових газів, застосування сіркоуловлюючої установки;
- застосування розімкнених пилосистем і попередньо ввімкнених скляних підігрівачів;
- створення сучасної природоохоронної лабораторії з її оснащенням необхідними приладами, що дозволить застерегти перевищення ГДК.⁵

Що стосується попередження забруднення водного середовища, то якість води у водоймі Бурштинської ТЕС краща ніж прихідної води з річки Гнила Липа. Завдяки

проведенню технологічних циклів, в яких вода стикається з забруднювачами, на повернення водопостачання з замкнутою циркуляцією повного біоочищення побутових стоків, функціонуванню установки по очищенню промислових стоків і нейтралізації промивальних і відмивальних розчинів, практично виключене скидання стоків у водосховище Бурштинської ТЕС і басейн річки Дністер.

Екологічна паспортизація викидів і відходів Бурштинської ТЕС, комплексне запровадження еколотехнологічних заходів, використання вторинних ресурсів, енергоресурсозбереження, застосування засобів і систем контролю як величини викидів так і їх концентрації в атмосфері з створенням банку даних екологічного моніторингу дозволять значно зменшити несприятливий вплив станції на навколишнє середовище.

При спалюванні вугілля в котлі електростанції утворюється димовий газ. Основні складові в димових газів - це азот (N_2), вуглекислий газ (CO_2) і вода (H_2O). Він переносить тверді частинки та інші забруднювачі. Є сліди деяких оксидів, таких як оксиди сірки (SO_x) і оксиди азоту (NO_x) залежно від технології спалювання та використовуваного палива.

Властивості вугілля, що використовується в котлі, і екологічне законодавство та/або екологічні політика екологічного менеджменту заводу є двома основними факторами, які визначають природу процес очищення димових газів. У деяких країнах через суворе екологічне законодавство вугільні електростанції повинні встановити установки денітрифікації (DeNO_x) для оксиду азоту (NO_x) та установки десульфуризації димових газів для видалення оксиду сірки (SO_x)

Блок очищення димових газів включає все обладнання, необхідне для очищення димових газів. Потужність установка, показана на рисунку , включає установку DeNO_x для видалення NO_x, а потім електростатичну осадження (ESP) для видалення твердих частинок і мокра десульфурація димових газів для видалення SO_x з димових газів. Блок попереднього підігріву повітря розташований між DeNO_x і електростатичний

фільтр. Відбувається значна кількість теплової енергії через димовий газ, частина якого відновлюється за допомогою підігрівача повітря. Це покращує теплові характеристики процесу.¹⁴

Характерною для станції і надалі залишається проблема повернення коштів за відпущену на енергоринок України електроенергію. Бурштинська ТЕС недоотримує коштів навіть на відтворення основного технологічного процесу виробництва електроенергії. Зрозуміло, що за таких умов, коли оплата за спожиту електроенергію складає менше 100% та при відсутності власних оборотних коштів, всі кошти, які поступають на Бурштинську ТЕС використовуються в першочерговому порядку на виплату зарплати та на невідкладні експлуатаційні потреби.

Можна зробити висновок, що для того, щоб досягнути кращих результатів діяльності на підприємстві треба в першу чергу звернути увагу на зниження питомих витрат палива, а значить використовувати високоякісне паливо, використовувати оптимальну структуру палива, що в свою чергу призведе до покращення повітряного балансу, водних ресурсів, використання відходів виробництва. Поряд з цим необхідно провести ряд ремонтів енергообладнання для зменшення витрат енергоресурсів, адже більшість енергоблоків відпрацювали свій розрахунковий ресурс. Все це в свою чергу призведе до збільшення виробничої потужності підприємства.⁵

2.3 Стан котельного господарства України та модернізація спалювальної установки

На даний час все котельне господарство України можна розділити на три категорії: котли малої, середньої потужності, котли промислових підприємств й енергетичні котлоагрегати.

У теплоенергетиці України на даний час налічується 104 енергоблоки електричною потужністю більше 100 МВт, з них 91 – на твердому паливі. Кількість та тип котельних установок ДТЕК Західенерго наведено у таблиці 3.1.

Як видно з таблиці 2.13, основні потужності ТЕС України вводилися у 60–80-х роках ХХ століття з використанням технічних рішень того часу. Більшість енергетичних котлів ТЕС давно морально й фізично застаріла. Тому актуальною є задача реконструкції котлоагрегатів, що вичерпали ресурс, з використанням сучасних високоефективних й екологічно чистих технологій спалювання палива, зокрема низько реакційного антрацитового штибу, переважаючого серед енергетичного вугілля України. Вибираючи проект реконструкції, не менш важливо враховувати можливість розміщення нового устаткування у межах будівельних майданчиків існуючих котлоагрегатів, мінімізацію вартості реконструкції з досягненням максимального ефекту, можливість виконання робіт по реконструкції, подальшому обслуговуванню і ремонту українськими підприємствами.¹⁵

Таблиця 2.13 - Технічна характеристика котлоагрегатів найбільших ТЕС України¹⁵

ТЕС	Потужність МВт	Тип котла	Паропродуктивність т/год	Рік початку експлуатації	Паливо
Бурштинська	8x195	ТП-100А	640	1965–1969	Г
	4x185	ТП-100	640		
Ладизинська	6x300	ТПП-312	950	1970–1971	Г
Добротвірська	2x150	ТП-92	500	1963–1964	Г

З метою продовження терміну роботи котлоагрегату проводяться реконструкції та модернізуються за рахунок проведення якісних ремонтів, заміни і відновлення зношених і таких, що відпрацювали свій ресурс, найвідповідальніших вузлів і деталей самих агрегатів і пов'язаних з ними паротрубопроводів.

Враховуючи паливний баланс України, при реконструкції й модернізації котлоагрегатів більше опрацьовується питання переведення їх на спалювання відходів вуглезбагачення і високозольного вугілля.

У той же час за останні півстоліття у теплоенергетичній галузі розроблені нові високоефективні технології, з використанням яких створені могутні парогенератори на надкритичні параметри пари із системами сірко- азотоочистки, котли з низькотемпературним киплячим шаром, циркулюючим киплячим шаром і киплячим шаром під тиском для парогазових установок на твердому паливі. Ці нові технології дозволяють значно підняти ККД блоків ТЕС, а також знизити шкідливі викиди в навколишнє середовище.¹⁵

На прикладі США розглянемо 3 типи технологій уловлювання вуглецю та інших парникових газів, які доводять що викиди парникових газів можуть бути значно зменшені. Дані технології мають важливий внесок для досягнення мети по скороченню викидів парникових газів до 2050 року. Три типи технологій чистих вугільних електростанцій - це оксидне спалювання пиловугільного палива (ПК), комбінований цикл газифікації (IGCC) та вугільне кипляче ложе (CFB). Додатковою опцією є модернізація існуючих вугільних станцій за технологією CCS.

На електростанції ПК сире вугілля перемелюють в дрібний порошок в розпилувачі. Це збільшує площу поверхні для спалювання і дозволяє вугіллю швидше горіти. Порошкоподібне вугілля видувається в котел і спалюється при високій температурі. Вода, що циркулює по трубах в котлі, перетворюється в пар високого тиску, який згодом на високих швидкостях повертає вал турбіни. Вал турбіни з'єднаний з генератором, який виробляє електроенергію.

Типовий завод для ПК з чистими технологіями використовує вапняк для уловлювання SO_x. Селективна каталітична редукція зменшує NO_x, а тканинні фільтри, або електрофільтри, контролюють тверді частинки і допомагають контролювати ртуть. Електростанція спалювання ПК використовує в процесі горіння кисень, розбавлений

переробленими димовими газами. При цьому утворюється потік димових газів з CO_2 і води. Воду можна видалити, залишивши майже чистий потік CO_2 . CO_2 стискається і транспортується по трубопроводу до геологічної формації, де він зберігається.

Електростанція з кисневим спалюванням ПК використовує в процесі спалювання кисень, розбавлений переробленими димовими газами. При цьому утворюється потік димового газу з CO_2 і води. Воду можна видалити, залишаючи майже чистий потік CO_2 . CO_2 стискається та транспортується по трубопроводу до геологічної формації, де він зберігається. Геологічні утворення, які зазвичай розглядаються для зберігання, це глибокі соляні утворення та частково виснажені нафтові родовища.

На електростанції IGCC вугілля газифікується в високотемпературному високо температурному реакторі, який називається газифікатором. Сирий синтетичний газ охолоджується і очищається від твердих частинок, SO_x і NO_x . CO в сирому синтетичному газі перетворюється в CO_2 . CO_2 відокремлюється від сирого синтетичного газу, під тиском і секвеструється, у спосіб, подібний до процесу установки ПК, який використовувався до активності горіння. Сирий синтетичний газ, як правило, спалюється локально.

Теплота газотурбінного вихлопу використовується для створення пари для запуску парової турбіни в процесі комбінованого циклу, який є більш ефективним, ніж установка на ПК. Ефективність рослин до 60% можлива для рослин IGCC; порівняйте їх з ефективністю менше 40% для рослин ПК. Видаляючи складові, що утворюють викиди, з синтетичного газу перед спалюванням, викиди SO_x і NO_x значно зменшуються. Базова схема процесу силової установки IGCC наведена на рисунку 2.2.¹⁶

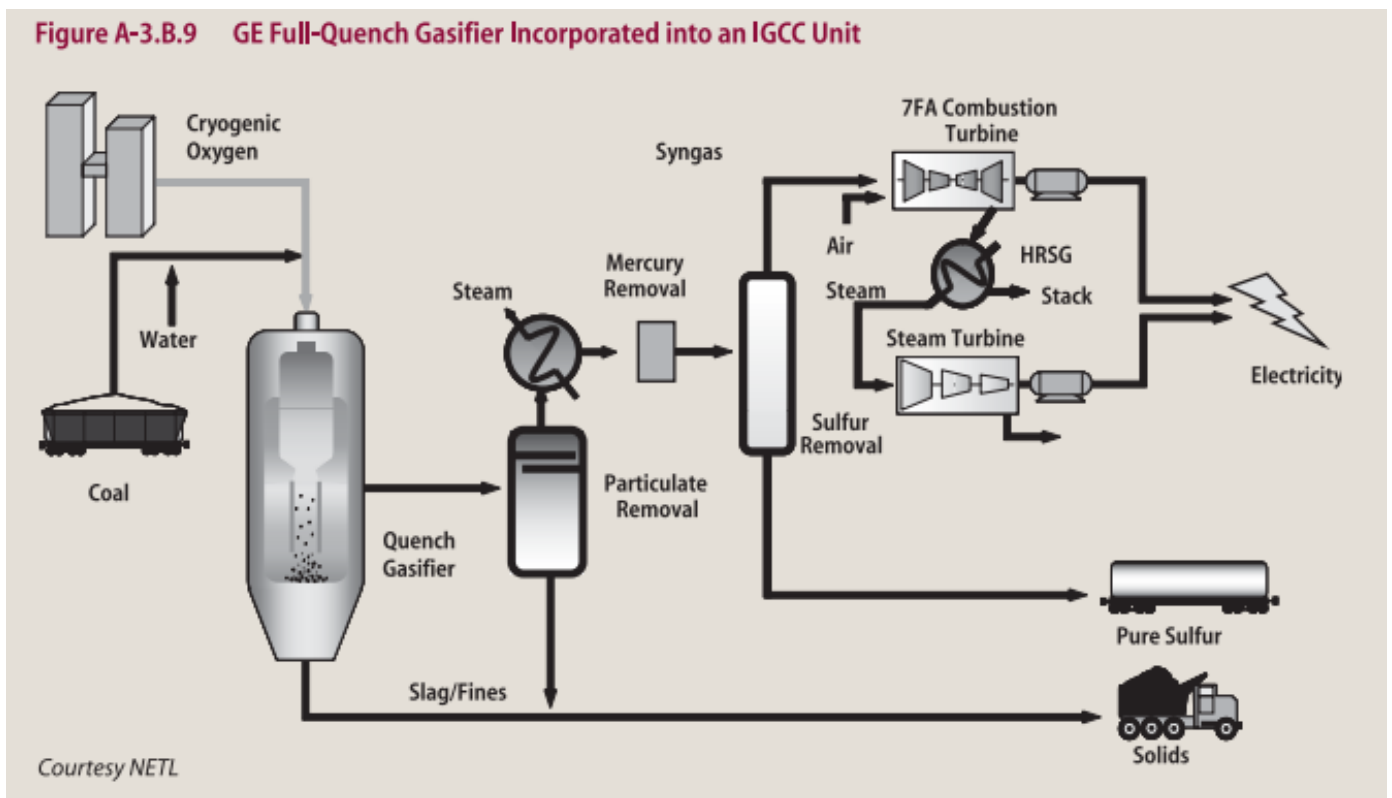


Рисунок 2.2 – Базова схема IGCC, потік вугілля та побічних продуктів¹⁶

На електростанції CFB вапняк або доломітовий сорбент змішують з вугіллям для уловлювання сірки, що виділяється в процесі спалювання вугілля. Видалення викидів РМ і NO_x схоже на те, що робиться на заводі з виробництва ПК. Повітря підвішує суміш палаючого вугілля і сорбентів в камері згоряння, щоб можна було циркулювати киплячу суміш. Гарячі гази згоряння з втягнутими твердими речовинами виходять у верхній частині камери згоряння в гарячий циклон. Циклон відокремлює тверді тіла від газів згоряння і повертає тверді речовини, включаючи будь-яке незгоріле тверде паливо, через немеханічне ущільнення петлі в камеру згоряння, де вони змішуються з надходить свіжим паливом.

Тривалий час перебування твердих речовин при температурі горіння і безперервна рециркуляція твердих речовин забезпечують високу ефективність горіння і уловлювання сірки. Теплота процесу горіння використовується для створення

перегрітої пари для роботи парової турбіни, яка має вищий ККД, ніж установка на ПК, і яка має одну десяту викидів SOx і NOx. Викиди CO2 можуть бути секвестровані подібно до процесу виробництва ПК. Базова схема заводу ЦКШ наведена на рисунку 2.3.¹⁶

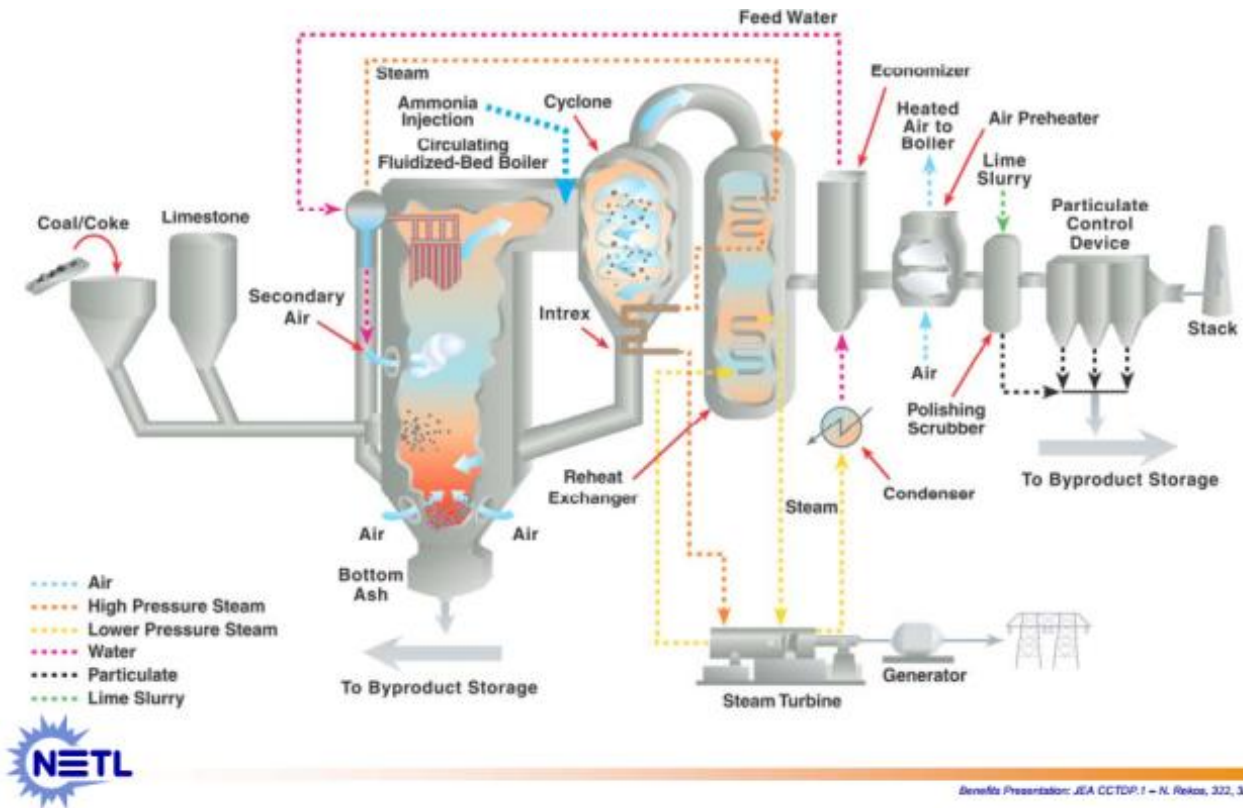


Рисунок 2.3 – Базова схема CFB¹⁶

Іншим варіантом, який може зменшити викиди CO₂, є модернізація існуючої електростанції ПК з обладнанням для контролю та секвестру. Обладнання для очищення та контролю вуглецю матиме значний слід на місці заводу, що може перешкодити розгляду деяких ділянок. Крім того, чисті втрати потужності в мережу відбуваються для обліку навантажень, пов'язаних з експлуатацією обладнання для контролю викидів та секвестру. Це виключає розгляд невеликих вугільних станцій для

модернізації. Крім того, вік або термін експлуатації існуючої вугільної станції необхідно враховувати при прийнятті будь-якого рішення про модернізацію заводу.¹⁶

Одним з ефективних методів маловитратної модернізації котлів з метою підвищення їх економічних показників є зниження температури відхідних газів за рахунок заміни зношених конвективних поверхонь нагріву на нові, тієї ж конструкції, або встановлення оребрених поверхонь нагріву замість гладкотрубних. Застосування в діючих котлах оребрених поверхонь нагріву дозволяє підвищити ККД, паропродуктивність та експлуатаційну надійність котла. При цьому, збільшується виробництво електроенергії паротурбінними установками, покращуються їх економічні та екологічні показники, а також є можливість отримати додаткову кількість теплоти для технологічних потреб (опалення, гаряче водопостачання).¹⁷

Український виробник ПАТ «Полтавський турбомеханічний завод» розробляє та впроваджує проекти модернізації існуючих парових турбін.

Основні завдання, які вирішуються модернізацією парових турбін: підвищення теплової та електричної потужності, економічності, надійності та ремонтпридатності, маневреності, експлуатаційних характеристик, відновлення ресурсу роботи,

Основні технічні рішення, реалізовані в проектах з модернізації парових турбін:

- модернізація проточних частин із виготовленням вузлів нової, більш досконалої конструкції з покращеними техніко-економічними показниками;
- модернізація кінцевих ущільнень з організацією сучасних схем подачі/відсмоктування пари з ущільнень;
- оптимізація температурних розширень;
- модернізація вузлів паророзподілу та регулювання з впровадженням сучасної електрогідравлічної системи регулювання;

- постачання сучасних систем контролю механічних величин та вібрації турбіни;
- ремонт чи заміна допоміжного устаткування;
- прив'язка нового обладнання до існуючих умов станції.¹⁸

В таблиці 2.14 представлені показники заходів модернізації енергоблоку 200 МВт, а під модернізацією енергоблоку мають на увазі реконструкцію котельного агрегату та парової турбіни за розрахунками харківського центрального конструкторського бюро «Енергопрогрес», філія ТОВ «Котлотрубпром».¹⁹

Таблиця 2.14 - Показники заходів технічного переозброєння енергоблоку 200 МВт з турбіною К-200-130 ХТГЗ¹⁹

Показники	Існуючий варіант	Ремонт	Маловитратна модернізація	Реконструкція з заміною турбіни на К-225-12,8
Електрична потужність турбіни, МВт	180-200	180-200	208-206	225
Питомі витрати палива, г/кВт*год	420-400	415-395	405-375	370-360
ККД котельної установки	0,84-0,85	0,85-0,855	0,88-0,8	0,88-0,9
Коефіцієнт особистих потреб	0,1-0,08	0,09-0,08	0,07-0,06	0,07-0,06
ККД енергоблоку, %	35	35,5	36,5	39
Економія палива, тис.туп/рік	-	10	22	50
Окупність затрат, років	-		4-5	6

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Розрахунки викидів парникових газів Бурштинської ТЕС

Під час проходження практики в Інституті загальної енергетики НАН України в відділі прогнозування розвитку електроенергетичного комплексу з науковим напрямом - системний аналіз і прогнозування розвитку енергетики та енергоспоживання мною були зроблені розрахунки специфічних коефіцієнтів вмісту вуглецю та коефіцієнтів викиду CO₂, валових викидів CO₂ та інших парникових газів на ТЕС Бурштинська у 2020 р. Всі показники та розрахунки були узгоджені з керівником відділу Інституту загальної енергетики НАН України.

Беремо до уваги розрахункові методи з наукової статті Вольчина І. А. та Гапонич Л. С., а також, проєкт Національного кадастру антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990-2020 роки (англійською мовою).²⁰

Візьмемо один уявний енергоблок Бурштинської ТЕС з потужністю 200 МВт, кількість годин роботи за рік 4200 год при цьому річне виробництво електроенергії становить 840000 МВт/год (200 МВт * 4200 МВт/год).

ККД існуючого енергоблоку $\approx 30\%$, питомі витрати умовного палива відпущеного на електроенергію = 410 кг/(МВт/год).

Кількість спожитого вугілля на виробництво електроенергії визначаємо за розрахунком: питомі витрати умовного палива на відпущену електроенергію множимо на річне виробництво електроенергії і отримуємо результат.

$$410 * 840000 * 10^{-6} = 344,4 \text{ тис.туп}$$

Розрахункові методи визначення викиду CO_2 , що утворюються при спалюванні вугілля, базуються на використанні коефіцієнта викиду (показника емісії, emission factor) та ступеня окислення вуглецю палива в котлі:

$$E_{\text{CO}_2} = 10^{-6} * k_{\text{CO}_2} * B * Q_i^r = 10^{-6} * k_{\text{CO}_2} * B^` \quad (3.1)$$

де E_{CO_2} — валовий викид CO_2 , тис. т;

k_{CO_2} — коефіцієнт викиду CO_2 , г/ГДж;

B — витрата вугілля за проміжок часу (рік), тис. т;

Q_i^r — нижча робоча теплота згоряння вугілля, МДж/кг;

$B^`$ — енергетичне споживання палива за проміжок часу (рік), ТДж.

Коефіцієнт викиду характеризує масову кількість забруднювальної речовини, яка викидається енергетичною установкою в атмосферне повітря разом з димовими газами, віднесена до одиниці енергії, що виділяється при згорянні палива. Він залежить від багатьох чинників.

Існують два коефіцієнти викиду — узагальнений і специфічний. При наявності обох коефіцієнтів необхідно використовувати специфічний. Узагальнений коефіцієнт викиду є середньою питомою величиною викиду для певної категорії енергетичних установок, певної технології спалювання палива, певного виду палива з урахуванням заходів щодо зниження викиду забруднювальної речовини. Він не враховує особливостей хімічного складу палива.

Специфічний коефіцієнт викиду є питомою величиною викиду, яка визначається для конкретної енергетичної установки з урахуванням індивідуальних характеристик

палива, конкретних характеристик процесу спалювання та заходів щодо зниження викиду забруднювальної речовини.

Специфічний коефіцієнт викиду CO₂ для вугілля можна записати:

$$k_{CO_2} = \frac{44}{12} * \frac{C^r}{100} * \frac{10^6}{Q_r^i} * \varepsilon_c = 3.67 * k_c * \varepsilon_c \quad (3.2)$$

де C^r — масовий вміст вуглецю в вугіллі на робочу масу, %;

Q_r^i — нижча робоча теплота згоряння вугілля, МДж/кг;

ε_c — ступінь окислення вуглецю палива;

k_c — коефіцієнт викиду вуглецю палива, г/ГДж.

Ступінь окислення вуглецю ε_c палива візьмемо з Національного кадастру і його значення = 0,987.

Специфічний коефіцієнт викиду вуглецю k_c — це відношення вмісту вуглецю вугілля до його теплоти згоряння: $k_c = 25680$. Узагальнений коефіцієнт викиду вуглецю для спалювання українського енергетичного вугілля різних марок [12].

Отже, специфічний коефіцієнт викиду CO₂ для вугілля:

$$k_{CO_2} = 3,67 * 25680 * 0,987 = 93020,40 \text{ г/ГДж}$$

За відсутності даних про вміст вуглецю у вугіллі та його теплоту згоряння для оціночних розрахунків можна користуватись узагальненими коефіцієнтами викиду вуглецю k_c , г/ГДж наведеними або в національному керуючому документі ГКД 34.02.305-2002, або у звіті Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)

З розрахунку специфічного коефіцієнту викиду CO₂ для вугілля розрахуємо валовий викид CO₂ за формулою (3.1):

$$E_{CO_2} = 10^{-6} * 93020,40 * 335,79 * 29,3$$

$$E_{CO_2} = 915,19 \text{ тис. т}$$

Загальні обсяги викидів ПГ від споживання викопного палива визначаються як підсумок обсягів викидів кожного ПГ, приведеного до CO₂ еквіваленту:

$$E_t^{CO_2} = \sum_g E_{gt} K_g^{CO_2} \quad (3.3)$$

де $E_t^{CO_2}$ – загальні обсяги викидів парникових газів у CO₂ еквіваленті у році t , тис. т;

$K_g^{CO_2}$ – коефіцієнт глобального потепління парникового газу g .

Питомі викиди CO₂, N₂O, CH₄ представлені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Питомі викиди парникових газів

Питомі викиди CO ₂	кг CO ₂ /на МВт год	1117,45
Викиди CH ₄	тис.т CH ₄	0,01
Викиди CH ₄	тис.т CO ₂ екв.	0,26
Викиди N ₂ O	тис.т N ₂ O	0,04
Викиди N ₂ O	тис.т CO ₂ екв.	11,92
Викиди ПГ всього	тис.т CO ₂ екв.	950,60
Питомі викиди ПГ	кг CO ₂ екв./на МВт год	1131,66

3.2 Розрахунки викидів парникових газів після модернізації спалювальної установки на Бурштинській ТЕС на одному з енергоблоків

Для розрахунку викидів парникових газів після модернізації енергоблоку рахуємо за аналогічним принципом.

Беремо до уваги що ККД після маловитратної модернізації збільшиться на 2% і буде = 32%.

Маловитратна модернізація зменшить питомі витрати умовного палива на відпущену електроенергію до 384,4 кг/(МВт/год), а споживання вугілля на виробництво електроенергії буде становити 322,9 тис. туп.

Якщо розраховувати викиди після реконструкції спалювальної установки з заміною турбіни то отримаємо ККД 33,5%, питомі витрати умовного палива на відпущену електроенергію = 367,2 і споживання вугілля = 308,4 кг/(МВт/год).

Для чіткості, всі отримані результати заносимо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2– Викиди парникових після модернізації спалювальної установки на Бурштинській теплоелектростанції

Бурштинська теплоелектростанція				
Показники	Одиниці вимірювання	Існуючий енергоблок	Маловитратна модернізація	Реконструкція з заміною турбіни
ККД	%	30	32	33,5
Питомі витрати умовного палива на відпущену електроен.	кг/МВт*год	410	384,4	367,2
Споживання вугілля на виробництво електроен.	тис.туп	344,4	322,9	308,4
Викиди CO ₂	тис.т CO ₂	938,66	880	840,59
Питомі викиди CO ₂	кг CO ₂ /на МВт*год	1117,45	1047,61	1000,71
Викиди CH ₄	тис.т CO ₂	0,01	0,0096	0,0091
Викиди CH ₄ екв.	тис.т CO ₂ екв	0,26	0,214	0,23
Викиди N ₂ O	тис.т CO ₂	0,04	0,038	0,036
Викиди N ₂ O екв.	тис.т CO ₂ екв	11,92	11,18	10,68
Викиди парникових газів разом	тис.т CO ₂ екв	950,60	891,18	851,28
Питомі викиди парникових газів	кг CO ₂ екв/на МВт*год	1131,66	1060,93	1013,43

ВИСНОВКИ

1. В роботі описано структуру та ефективність роботи Бурштинської ТЕС та її вплив на навколишнє середовище. Більш детально описано парникові гази, масштаби негативного впливу на довкілля та які зміни повинні відбутися після модернізації спалювальних установок з енергоблоками теплоелектростанції.
2. Наведено норми та заходи, що стосуються Бурштинської ТЕС згідно до Національного плану скорочення викидів від великих спалювальних установок.
3. Після оцінки негативного впливу Бурштинської ТЕС було пораховано яку кількість викидів вуглекислого газу, метану, азоту діоксиду та парникових газів загалом викинув один енергоблок потужність 200 МВт/год за 2020 рік.
Викиди $\text{CO}_2 = 117,45$ тис.т CO_2 ; викиди $\text{CH}_4 = 0,01$ тис.т CO_2 ; викиди $\text{N}_2\text{O} = 0,04$ тис.т CO_2 ; та в еквіваленті $\text{CH}_4 = 0,26$ тис.т $\text{CO}_{2\text{екв}}$; викиди $\text{N}_2\text{O} = 11,92$ тис.т $\text{CO}_{2\text{екв}}$.
4. Питомі викиди CO_2 Бурштинської теплоелектростанції = 117,45 кг CO_2 /на МВт год. Якщо провести маловитратну модернізацію кількість викидів зменшилася на 6,18 %, а після реконструкції турбіни на 10,4 % кг CO_2 /на МВт год. Отже питомі викиди парникових газів існуючого енергоблоку становлять 1131,66 кг CO_2 екв./на МВт год, після маловитратної модернізації – 1060,93 кг CO_2 екв./на МВт год, тобто зменшилась на 6,3 %. Після заміни турбіни – 1013, 43 кг CO_2 екв./на МВт год, що дорівнює 11%
5. Маловитратна модернізація допоможе зменшити викиди CO_2 та інших парникових газів, але через сьогоdnішній стан енергетичних блоків теплоелектростанцій більш ефективним буде реконструкція з заміною турбіни для спалювальної установки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Запорізька О. Українська аналітична біржа. Електроенергія: Україна та Європа 19-23 липня 2021 року.
<https://www.ueex.com.ua/presscenter/news/elektroenergiya-ukraina-ta-evropa-19-23-lipnya-2021-roku/> (дата звернення Лис 20, 2022)
2. Вікіпедія. Бурштинська ТЕС. [Бурштинська ТЕС — Вікіпедія \(wikipedia.org\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Бурштинська_ТЕС) (дата звернення Лис 20, 2022)
3. Офіційний сайт ДТЕК. Загальна інформація Бурштинська ТЕС.
https://energo.dtek.com/ru/business/generation/zapadenergo/zagalna_info_bt/ (дата звернення Лис 7, 2022)
4. Бурштинська міська рада. Інвестиції в безпеку.
<https://burshtyn-rada.if.gov.ua/novyny/investytsiyi-v-bezpeku-10-mln-grn-spryamuvala-dtek-burshtynska-tes-v-bezpeku-pratsi/> (дата звернення Лис 20, 2022)
5. Івано-Франківський інститут нафти та газу. Аналіз ефективності діяльності ТЕС.
<https://studfile.net/preview/8915361/> (дата звернення Лис 21, 2022)
6. KURS Економіка. На Бурштинській ТЕС погодилися зробити онлайн моніторинг викидів публічним
https://kurs.if.ua/news/na_burshtynskiy_tes_pogodylylasy_zrobyty_onlayn_monitoryng_vykydiv_publicnym_55013.html (дата звернення Груд 13, 2022)
7. ДТЕК, Інтегрований звіт/Сталий розвиток. <https://dtek.com/content/files/okhoronadovkillya.pdf> (дата звернення Груд 16, 2022)
8. *Про Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок* [Online]; розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017р. № 796-р.
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/796-2017-%D1%80#Text>
9. Маляренко В. А. *Конспект лекцій з дисципліни «Технологія виробництва електроенергії»* [Online] ХНУМГ, 2014. – 164 с.

<http://eprints.kname.edu.ua/39627/> (дата звернення Лис 15, 2022)

10. Дружук І. Укрінформ. У Бурштині людей лякає невідомість <https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/2825897-denis-smigal-golova-ivanofrankivskoi-oda.html> (дата звернення Лис 20, 2022)

11. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області в 2021 році. Івано-Франківськ, 2022, с 10-17.

12. Річна інформація емітента цінних паперів за 2017 рік. https://dtek.com/content/files/30-04-2018_richniy-zvit-za-2017-rik.pdf (дата звернення Груд 16, 2022)

13. Василенко Л. Скорочення викидів вугільних ТЕЦ: плани vs реальність; Економічна правда, 2021. <https://www.epravda.com.ua/columns/2021/06/11/674934/> (accessed Dec 18, 2022)

14. al-abbas, Audai Hussein & Naser, Jamal. *Thermal Power Plants - Advanced Applications* [Online]; InTech , 201; Chapter: 3; pp. 51-84. https://www.researchgate.net/publication/258888880_Oxy-Fuel_Combustion_in_the_Lab-Scale_and_Large-Scale_Fuel-Fired_Furnaces_for_Thermal_Power_Generations (accessed Jan 15, 2023)

15. Плачкова С.Г. *Енергетика: історія, сучасність і майбутнє* [Online]; Книга 3, Київ, 2013.

<http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-1/section-2/2-13>

16. Energy Zones Mapping Tool. Clean Coal.

https://ezmt.anl.gov/energy_resources/clean_coal (accessed Jan 18, 2023)

17. Кєсова, Л.О. Шелєше Т.В. Шляхи утилізації тепла відхідних газів шляхом модернізації хвостових поверхонь котлів ТЕС. *Енергетика: економіка, технології, екологія* [Online]; **2014**, № 3

18. Nicmas. Про енергетичне обладнання.

<https://www.nicmas.com/power-equipment/> (дат звернення Груд 13, 2022)

https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/10380/1/15_Kyesova_LA_Ways_of_heat.pdf (дата звернення Груд 13, 2022)

19. Філіал Харківське ЦКБ «Енергопрогрес». Ефективні напрямки технічного переобладнання вугільних енергоблоків 200-300 МВт. Харків, 2012.

20. Вольчин, І. А.; Гапонич Л. С. Викиди парникових газів на українських теплових електростанціях. *Енерготехнології та ресурсозбереження*; **2019**, № 4.