

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Теплоенергетичний факультет
Кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ /проф. В.О.Туз/
“ _____ ” _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування

спеціалізації Тепло – і парогенеруючі установки

на тему: Реконструкція котла ТП-100 при його переводі з АШ на газове вугілля

Виконав: студент

VI

курсу, групи

ТК61м

Грязев Дмитро Станіславович

(прізвище ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник Туз В.О., д.т.н., професор

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти:

з економічних питань

(назва розділу)

к.п.н., доц. Пермінова С.О.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

з питань охорони праці

(назва розділу)

к.т.н., доц. Каишанов С.Ф.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

Зав.відділу ППТВ ІВЕ НАН України, к.т.н., Топал О.І.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет (інститут) Теплоенергетичний

Кафедра Атомних електричних станцій і інженерної теплофізики

Рівень вищої освіти другий (магістерський) за освітньо-науковою програмою

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування

Спеціалізація Тепло – і парогенеруючі установки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

/В.О.Туз/

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту**

Грязеву Дмитру Станіславовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Реконструкція котла ТП-100 при його переводі з АШ на газове вугілля

науковий керівник дисертації Туз Валерій Омелянович, д.т.н., проф.

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

затверджені наказом по університету від «___» _____ 2018 р. № _____

2. Строк подання студентом дисертації "30" квітня 2018 р.

3. Об'єкт дослідження Теплообмін в топковій камері котла

4. Предмет дослідження Вплив властивостей палива на теплообмін

5. Перелік завдань, які потрібно розробити _____

а) Виконання та проведення порівняльного аналізу теплового розрахунку ТП-100 на АШ та к.в. марки Г; виконання позонного розрахунку для вугілля марки АШ та газового вугілля; розгляд та опис характеристик вугілля марки Г;

визначення особливостей експлуатації ТП-100 при переведенні на інше вугілля

б) охорона праці та навколишнього середовища: технічні рішення та заходи з безпечної експлуатації енергетичного обладнання

в) стартап проект

6. Орієнтовний перелік ілюстративного (графічного) матеріалу

1. *КОТЕЛ ПАРОВИЙ ТП-100, ПОПЕРЕЧНИЙ ВИГЛЯД, 1 АРКУШ ФОРМАТУ А1*
2. *КОТЕЛ ПАРОВИЙ ТП-100, ПРОДОЛЬНИЙ ВИГЛЯД, 1 АРКУШ ФОРМАТУ А1*
3. *СИСТЕМА ПИЛОПРИГОТУВАННЯ, 1 АРКУШ ФОРМАТУ А1*
4. *ПАЛЬНИК, 1 АРКУШ ФОРМАТУ А1*
5. *РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ, 4 АРКУШІ ФОРМАТУ А1*

7. Орієнтовний перелік публікацій *XV Міжнародна науково-практична конференція аспірантів, магістрів, студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики»*
8. Консультанти розділів дисертації:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
з питань охорони праці	<i>к.т.н., доц. Каштанов С.Ф.</i>		
з економічних питань	<i>к.п.н., доц. Пермінова С.О.</i>		

9. Дата видачі завдання " 12 " березня 2018 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	<i>Проведення порівняльного аналізу теплового розрахунку ТП-100 на АШ і к.в. марки Г</i>	31.10.2017	
2	<i>Виконання позонного розрахунку</i>	21.12.2017	
3	<i>Розгляд та опис характеристик вугілля марки Г</i>	3.02.2018	
4	<i>Визначення особливостей експлуатації ТП-100 при переведенні на інше вугілля</i>	15.03.2018	
5	<i>Стартап проект та охорона праці</i>	23.04.2018	
14	<i>Підпис керівника магістерської дисертації</i>	30.04.2018	
15	<i>Проходження нормоконтролю</i>	03.05-11.05.2018	
16	<i>Попередній захист</i>	14.05-16.05.2018	
17	<i>Державний захист магістерської дисертації</i>	21.05 - 31.05.2018	

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить 80 сторінок, 39 таблиць, 2 рисунка, перелік використаних посилань з 6 найменувань, 2 додатки.

Актуальність роботи полягає у необхідності використання газового вугілля в якості палива котла ТП-100 Змієвської ТЕС. Також одним із факторів є залучення додаткових запасів вугілля газової групи, а так як потужностей не достатньо для спалювання кам'яного вугілля марки Г, ми маємо наступну задачу, а саме реконструкція котла, котрий працює на АШ, саме на газове вугілля.

Предмет дослідження – вплив властивостей палива на теплообмін, збереження вимог при переводі на інший вид палива.

Об'єкт дослідження – теплообмін в топковій камері котла.

Мета даної роботи полягає у виконанні проекту по реконструкції котла ТП-100 при його переводі з АШ на газове вугілля, визначення відмінностей при переводі на інший вид палива.

В результаті виконання магістерської дисертації мета була досягнута, на основі чого встановлено, що усі характеристики, котрі мають зберігатися після переведення – зберігаються.

Одержанні результати вказують на доцільність переведення котла ТП-100 на кам'яне вугілля марки Г.

Ключові слова: антрацит, кам'яне вугілля, властивості палива, паровий котел, теплообмін.

ABSTRACT

The thesis contains 80 pages, 39 tables, 2 figures, list of references from 6 names, 2 applications.

A The urgency of the work is the need to use gas coals as fuel for the boiler TP-100 of the Zmevskaya TPP. Also, one of the factors is the attraction of additional coal reserves of the gas group, and since the capacity is not enough to burn the stones of grade G, we have the following task, namely the reconstruction of the boiler, which works on AS, namely on gas coals.

Subject of research - influence of fuel properties on heat exchange, preservation of requirements when translated into another kind of fuel.

The object of research is heat transfer in the furnace chamber of the boiler.

The purpose of this work is to carry out a project for the reconstruction of the boiler TP-100 in its transfer from the AS to gas coal, the definition of differences in the transfer to another type of fuel.

As a result of the master's thesis, the goal was achieved, on the basis of which it was established that all characteristics that should be stored after translation are preserved.

The obtained results indicate the expediency of transferring the boiler TP-100 to coal of the brand G.

Keywords: anthracite, coal, fuel properties, steam boiler, heat exchange.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ПАРОВИЙ КОТЕЛ ТП-100.....	10
1.1 Опис парового котла ТП-100	10
1.2 Технічні характеристики парового котла ТП-100	13
2 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТУ	15
2.1 Газовий розрахунок котельного агрегату	15
2.1.1 Розрахунок теоретичного об'єму повітря і димових газів	15
2.1.2 Розрахунок коефіцієнтів надлишку повітря та присосів для АШ	16
2.1.3 Розрахунок дійсних об'ємів газів, об'ємні доли газів для АШ	17
2.1.4 Розрахунок коефіцієнтів надлишку повітря та присосів для газового вугілля.....	19
2.1.5 Розрахунок дійсних об'ємів газів, об'ємні доли газів для газового Вугілля.....	20
2.2 Тепловий баланс котельного агрегату	22
2.3 Розрахунок топкової камери	23
2.4 Висновок	26
3 ПОЗОННИЙ РОЗРАХУНОК КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТУ	27
3.1 Конструктивні характеристики	27
3.2 Перша зона (ошипована частина).....	28
3.3 Друга зона	31
3.4 Третя зона.....	33
3.5 Четверта зона	36
3.6 П'ята зона.....	38
3.7 Шоста зона	40
3.8 Висновок	43
4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	44
4.1 Опис ідеї проекту	44

	7
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	45
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	46
4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	50
4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	53
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
5.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпечної експлуатації устаткування котельні.....	56
5.1.1 Електробезпека.....	57
5.1.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці й виробничої санітарії.....	60
5.1.3 Мікроклімат робочої зони	61
5.1.4 Склад повітря робочої зони.....	62
5.1.5 Виробниче освітлення	63
5.1.6 Природне освітлення	64
5.1.7 Штучне освітлення.....	64
5.1.8 Виробничий шум.....	65
5.1.9 Виробничі вібрації	67
5.1.10 Виробничі випромінювання.....	68
5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	69
5.2.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки при аварійних станах котельного обладнання.....	69
5.3 Пожежна безпека.....	74
ВИСНОВКИ.....	77
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79
ДОДАТКИ.....	80

ВСТУП

У зв'язку з тим, що шахти, які видобувають антрацитові і пісні марки вугілля, на підконтрольній Україні території відсутні, виникає необхідність розглянути можливість переведення існуючих блоків ТЕС, що працюють на антрацитовому і пісному вугіллі, на вугілля марок Г, Д і ДГ. Проектне антрацитове або пісне вугілля необхідно заміщати близьким за характеристиками паливом. Використання палив з іншими характеристиками буде вимагати виконання ряду робіт по реконструкції встановленого обладнання ТЕС.

Профіцит вугілля газової групи, що видобувається у країні, має бути використаний для заміщення антрацитового вугілля на ТЕС України. Орієнтовна сумарна потужність енергоблоків, які необхідно перепроєктувати для повного заміщення антрацитового та пісного вугілля газовим на ТЕС України, становить близько 3.8 ГВт. Повне заміщення антрацитового та пісного вугілля на ТЕС України газовим вимагає всебічних економічних розрахунків.

Показано необхідність при використанні газового вугілля замість антрацитового та пісного у такому: реконструкції системи пилоприготування з установкою нової системи вибухо- та пожежобезпеки для більш пожежонебезпечного та вибухового пилувугільного палива; заміни або реконструкції пальників; оцінки можливості досягнення максимальної паропродуктивності котлоагрегату; визначення робочого діапазону навантажень на новій марці вугілля; визначення умов виходу та відкладення золи на поверхнях нагріву.

Найбільші труднощі для переведення ТЕС з проектного палива - антрацитових марок вугілля на газові виникають при реконструкції системи пилоприготування, тому для безпечної надійної сушки та транспортування

вугільного пилу газового вугілля переважним є використання системи пилоприготування з концентрацією кисню не більше 16 %. Для зниження концентрації кисню в пилосистемі в сушильний (він же транспортний) агент необхідно здійснити присадку інертних газів (димові гази).

Отже в даній магістерській дисертації розгорнуті наступні питання:

- 1) ознайомлення з конструкцією котельного агрегату ТП-100;
- 2) виконання теплового розрахунку на двох видах палива: на проектному(АШ) і на кам'яному вугіллі марки Г;
- 3) виконання позонного розрахунку для визначення теплонавантаження по висоті топки на двох видах палива;
- 4) стартап проект;
- 5) охорона безпеки при роботі над теоретичним матеріалом та при експлуатації котельного обладнання безпосередньо.

1 ПАРОВИЙ КОТЕЛ ТП-100

1.1 Опис парового котла ТП-100

Паровий котел типу Еп-640-13,8-570КЖ призначений для спалювання АШ, пісного вугілля або природного газу.

Котел - барабанний, з природною циркуляцією, виконаний по Т-образній схемі.

Камера згорання розташовується в висхідному газоході котла, хвостові поверхні нагріву і додатковий пароперегрівач - в двох вертикальних опускних шахтах зліва і справа топки. Останні пов'язані з топковою камерою горизонтальними газоходами, в яких розташовані конвективні пароперегрівачі.

Камера згорання - призматична, з урівноваженою тягою, розділена по всій висоті двухсвітним екраном на два відсіки (дві паралельно працюючі топки), в перерізі прямокутник з розмірами по осях труб 8128x18560 мм.

Стіни топки екрановані випарними панелями з труб діаметром 60 мм з товщиною стінки 6 мм, розташованими з кроком 64 мм (сталь 20). Нижня частина двухсвітнього екрану роздвоюється і разом з продовженням фронтального і заднього екранів утворює похилі (під кутом 15°) скати воронки.

На бічних стінах топкової камери в два яруси встановлюються 16 вихрових пилових або пилогазових пальників продуктивністю (по пилу) по 5,5 т/год. Можливий варіант установки в один ярус восьми великих пальників продуктивністю по 10 ... 12 т / год (обмовляється при замовленні котла). Крім основних пальників, на бічних стінах розташовані вісім щілинних скидних пальників, що працює на вугільному пилу. В кожний пиловугільний пальник вбудовується мазутна форсунка продуктивністю до 1000 кг/год. Крім того, під кожним пиловугільним пальником нижнього ярусу встановлюється запальна мазутна форсунка малої продуктивності.

Обидві воронки і вертикальні стіни камери згорання до позначки 12750 мм зсередини топки утеплені запальним поясом з хромітової маси, що наноситься на шиповану поверхню труб екранів. В гирлах воронок знаходяться льотки з перерізом 800x800 (по одній на кожен топку). Для запобігання вигорання льотки користуються змієвиками, через які пропускається охолоджуюча (технічна) вода. При роботі на АШ котел працює з рідким шлаковидаленням.

Барабан котла - зварена конструкція, внутрішнім діаметром 1800мм з товщиною стінки 112мм (сталь 16ГНМА). У пароперегрівачі насичена пара з барабана по крайнім секціям стельових труб підводиться до крайніх пакетів першої частини конвективного пароперегрівача, потім прямує в настінний радіаційний пароперегрівач, розташований у верхній частині топки під пережимом поверх екранних труб. Далі пара подається до середніх пакетів конвективного пароперегрівача, звідки по середнім секціям стельових труб потрапляє в середні (холодні) ширми. З крайніх (гарячих) ширм пара проходить в крайні пакети вихідної частини конвективного пароперегрівача, звідки направляється в середні (вихідні) пакети конвективного пароперегрівача і по їх змієвикам потрапляє в камери перегрітої пари. У пароперегрівача низького тиску пар при тиску 2,4..2,6 МПа і температурі 340°C по двом пропускним трубам діаметром 426мм с товщиною стінки 11 мм направляється з турбіни до котла, де кожен потік розділяється і за допомогою клапанів може бути спрямований на додаткову поверхню вторинного пароперегрівача або з обводом її безпосередньо в конвективні пакети. Дві частини конвективного пароперегрівача низького тиску (вхідний і вихідний) розміщені в горизонтальному газоході між першою і другою частинами конвективного пароперегрівача високого тиску.

Регулювання температури перегрітої пари високого тиску здійснюється вприскуванням «власного» конденсату. Дві конденсаційні установки (по одній на кожній стороні) встановлені на стельовому перекритті котла. Крім конденсату, вприскування в пароохолоджувачі високого тиску може

здійснюватися водою з живильної напірної магістралі, що необхідно при окремих режимах роботи котла (розпалюванні, роботі при малих навантаженнях при зниженому тиску та ін.). Вприскуючі пароохолоджувачі встановлені послідовно по ходу пара: перший - за вхідними пакетами первинного пароперегрівача, другий – у розсічку ширм (між холодними і гарячими ширмами кожного потоку), третій - між крайніми, і середніми блоками вихідної частини пароперегрівача. Регулювання температури пари низького тиску виконується зміною кількості пари, що пропускається через додаткову поверхню вторинного пароперегрівача. Для швидкого і глибокого зниження температури вторинної пари в кожну з чотирьох труб, додатково вбудовані вприскуючі пароохолоджувачі. Охолодження пара в них здійснюється вприскуванням живильної води.

Водяний економайзер - двоступеневий, розташований в опускних шахтах під змієвиками регульовальної поверхні; колектори розміщені в газоході. Водяний економайзер виготовляється з труб діаметром 25 мм з товщиною стінки 3,5 мм (сталь 20).

Для підігріву повітря в котлі моделі ТП-100 в якості першого ступеня встановлюються трубчасті чотирьохходові повітряпідігрівачі. Верхня (гаряча) частину трубчастого повітряпідігрівача (друга ступінь) складається з 20 зібраних секцій, нижня частина (перша ступінь) - з 40 секцій. Секції першого ступеня трубчастого повітряпідігрівача встановлені на спеціальному каркасі і висунуті за крайні колони каркаса котла. Обидві ступені по повітрю з'єднані пропускними коробами, покритими ізоляцією. На відміну від котлоагрегату ТП100А в котлоагрегаті моделі ТП-100 в якості першого ступеня встановлено регенеративні підігрівачі повітря по одному під кожною опускною шахтою, всього чотири на котел.

Обмуровка топки - натрубна, полегшена, товщиною 180 мм.

Каркас котла металевий. Щити обшивки поставляються в зібраному вигляді.

Для очищення екранних поверхонь нагріву передбачається 28 обдувочних апаратів типу ОПР-5-58, для очистки конвективних пароперегрівачів - 16 глибоковисувних обдувочних апаратів типу ОГ-8 заводу «Ільмаріне». Очищення поверхонь нагріву, розташованих в опускних шахтах, здійснюється чавунним дробом. Котел забезпечений необхідною арматурою, пристроями для відбору проб пари і води, контрольно-вимірювальними приладами. Процеси живлення котла, регулювання перегрітої пари і горіння автоматизовані. Передбачені кошти теплового захисту.

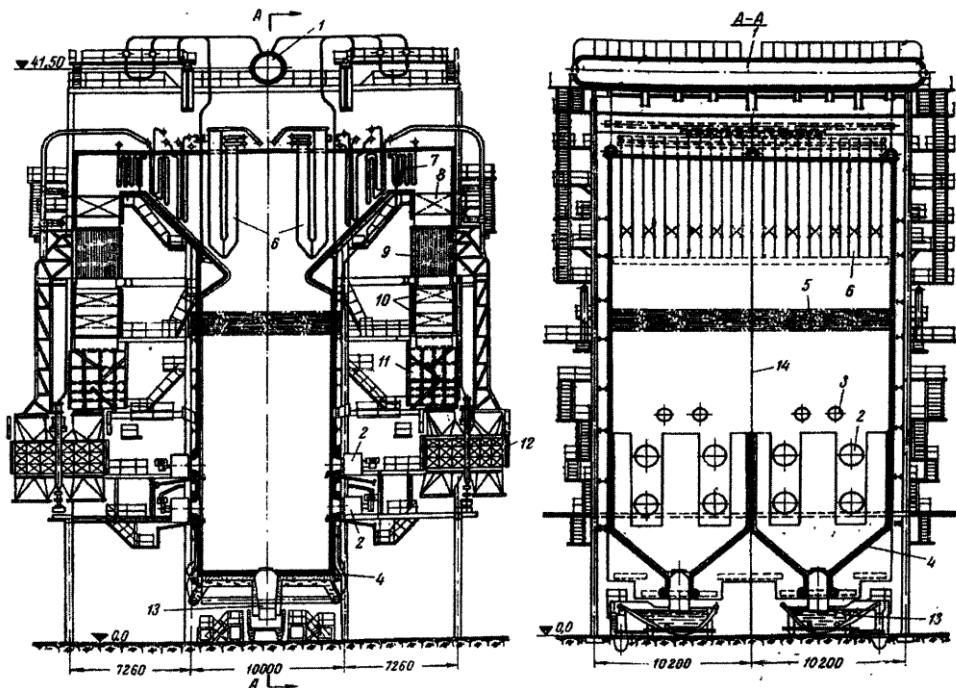


Рис.1 Поперечний та продольний розрізи котла ТП-100

1.2 Технічні характеристики парового котла ТП-100

Таблиця 1.1 – Основні технічні характеристики парового котла ТП-100

Паропроодуктивність, т/год (кг/с)	640(178)
Тиск пари на виході, МПа	13,8

Продовження таблиці 1.1

Температура, °С:	
• перегрітої пари	570
• живильної води	230
• відхідних газів	132
Розрахунковий ККД (брутто), %, при роботі:	
• на АШ	87
• на газі	92
Габаритні розміри котла, м:	
• верхня відмітка	43,5
• ширина по осях колон	30,8
• глибина по осях колон	20,4
Маса металевої частини котла, т	3500

2 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТУ

2.1 Газовий розрахунок котельного агрегату

2.1.1 Розрахунок теоретичного об'єму повітря і димових газів

Таблиця 2.1 – Теоретичні об'єми газів

Величина	Поз-на-чення	Розрахункова формула	Результат, $\frac{M^3}{M^3}$	
			АШ	Г.В.
Теоретична необхідна кількість повітря	V^0	$V^0 = 0.0889(C^P + 0.375S^P) + 0.265H^P - 0.333O^P$	6,63	5,11
Теоретичний об'єм азота	$V_{N_2}^0$	$0.79 \cdot V^0 + 0.008 \cdot N^P$	5,25	4,04
Теоретичний об'єм трьохатомних газів	V_{RO_2}	$0,01866 \cdot (C^P + 0,375 \cdot S^P)$	1,327	0,922
Теоретичний об'єм водяної пари	$V_{H_2O}^0$	$0,111 \cdot H^P + 0,0124 \cdot W^P + 0,0161 \cdot V^0$	0,348	0,583

2.1.2 Розрахунок коефіцієнтів надлишку повітря та присосів для АШ

Таблиця 2.2 – Присоси повітря та коефіцієнти надлишку повітря для АШ

Газохід, поверхня нагріву	Коефіцієнт надлишку повітря за поверхнею або газоходом, α_i $\alpha_{i+1} = \alpha_i + \Delta\alpha_{i+1}$	Присос повітря в газоході або поверхні нагріву, $\Delta\alpha_i$
Топка	$\alpha_T = 1,25$	$\Delta\alpha_T = 0,1$
Перед пром. пароперегрівачем	$\alpha_\phi = 1,275$	$\Delta\alpha_\phi = 0$
Перед холодною частиною П.В.Д.	$\alpha_{\text{пн}} = 1,3$	$\Delta\alpha_{\text{пн}} = 0$
Перед холодною частиною П.Н.Д.	$\alpha_{\text{пн1}} = 1,33$	$\Delta\alpha_{\text{пн1}} = 0,015$
Перед трубчатим повітряпідігрівачем	$\alpha_{\text{пн2}} = 1,36$	$\Delta\alpha_{\text{пн2}} = 0,015$
Перед водяним економайзером	$\alpha_{\text{ве2}} = 1,41$	$\Delta\alpha_{\text{ве2}} = 0,02$
Перед регенеративним повітряпідігрівачем	$\alpha_{\text{пов.п2}} = 1,44$	$\Delta\alpha_{\text{пов.п2}} = 0,03$
У розсічці регенеративного повітряпідігрівача	$\alpha_{\text{ве1}} = 1,52$	$\Delta\alpha_{\text{ве1}} = 0,02$
За котлом	$\alpha_{\text{пов.п1}} = 1,56$	$\Delta\alpha_{\text{пов.п1}} = 0,03$
Пилосистема		$\Delta\alpha_{\text{пс}} = 0,1$

2.1.3 Розрахунок дійсних об'ємів газів, об'ємні доли газів для АШ

Таблиця 2.3 – Дійсні об'єми газів та об'ємні доли газів для АШ

Назва величини та розрахункова формула	Топка, Перед П.П.	Пром. П.В.Д.	Пром П.Н.Д.	П.Н.Д	Трубчатий Пов.П.	В.Е.	Регенерат. Пов. П.	У розсічці регенарат. Пов. П	За котлом
Коефіцієнт надлишку повітря α_i	1,25	1,275	1,3	1,33	1,36	1,41	1,44	1,52	1,56
Дійсний об'єм водяних парів $V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0,0161(\alpha_{cp} - 1) \cdot V^0, \left[\frac{M^3}{M^3} \right]$	0,375	0,378	0,381	0,384	0,387	0,392	0,395	0,404	0,408
Повний об'єм газів $V_r = V_{RO_2}^H + V_{O.N_2}^H + V_{H_2O}^H + (\alpha_{cp} - 1) \cdot V^0$	8,6	8,77	8,94	9,14	9,348	9,685	9,887	10,426	10,696
Об'ємна частка RO_2 $r_{RO_2} = \frac{V_{RO_2}}{V_r}$	0,154	0,151	0,148	0,145	0,141	0,137	0,134	0,127	0,124
Об'ємна частка H_2O $r_{H_2O} = \frac{V_{H_2O}}{V_r}$	0,0436	0,043	0,0426	0,042	0,041	0,0405	0,04	0,0388	0,0382
Сумарна частка RO_2 та H_2O $r_n = r_{RO_2} + r_{H_2O}$	0,197	0,194	0,191	0,187	0,183	0,177	0,174	0,166	0,162
Концентрація золи в продуктах згорання $\mu_{зл} = \frac{A^p \cdot a_{yH}}{100G_r}$	16,492	16,175	15,87	15,51	15,184	16,655	14,35	14,09	13,83

Таблиця 2.4 – Ентальпії продуктів згоряння у частинах газового тракту для АШ

$\vartheta, ^\circ\text{C}$	I, кДж/кг		$\alpha_r = \alpha_\phi = \alpha_{\text{шпн}} = 1,25$	
	I_Γ^0	I_B^0	I	ΔI
100	962,32	878,64		
200	1945,56	1765,648		
300	2958,088	2669,392		
400	4004,088	3589,872		
500	5075,192	4535,456		
600	6179,768	5501,96	7555,258	
700	6054,248	6485,2	8930,748	1375,49
800	8460,048	7485,176	10331,342	1400,594
900	9631,568	8501,888	11757,04	1425,698
1000	10824,01	9531,152	13206,796	1449,756
1100	12029	10572,97	14672,242	1465,446
1200	13250,73	11623,15	16156,516	1484,274
1300	14480,82	12690,07	17653,342	1496,826
1400	15798,78	13777,91	19243,262	1589,92
1500	17045,62	14861,57	20761,008	1517,746
1600	18313,37	15945,22	22299,674	1538,666
1700	19589,49	17028,88	23846,708	1547,034
1800	20869,79	18112,54	25397,926	1551,218
1900	22166,83	19225,48	26973,202	1575,276
2000	23350,9	20321,69	28431,326	1458,124
2100	24635,39	21689,86	30057,856	1626,53

2.1.4 Розрахунок коефіцієнтів надлишку повітря та присосів для газового вугілля

Таблиця 2.5 – Присоси повітря та коефіцієнти надлишку повітря для газового вугілля

Газохід, поверхня нагріву	Коефіцієнт надлишку повітря за поверхнею або газоходом, α_i $\alpha_{i+1} = \alpha_i + \Delta\alpha_{i+1}$	Присос повітря в газоході або поверхні нагріву, $\Delta\alpha_i$
Топка	$\alpha_T = 1,15$	$\Delta\alpha_T = 0,1$
Перед пром. пароперегрівачем	$\alpha_\phi = 1,175$	$\Delta\alpha_\phi = 0$
Перед холодною частиною П.В.Д.	$\alpha_{\text{пн}} = 1,2$	$\Delta\alpha_{\text{пн}} = 0$
Перед холодною частиною П.Н.Д.	$\alpha_{\text{пн1}} = 1,23$	$\Delta\alpha_{\text{пн1}} = 0,015$
Перед трубчатим повітряпідігрівачем	$\alpha_{\text{пн2}} = 1,26$	$\Delta\alpha_{\text{пн2}} = 0,015$
Перед водяним економайзером	$\alpha_{\text{ве2}} = 1,31$	$\Delta\alpha_{\text{ве2}} = 0,02$
Перед регенеративним повітряпідігрівачем	$\alpha_{\text{пов.п2}} = 1,34$	$\Delta\alpha_{\text{пов.п2}} = 0,03$
У розсічці регенеративного повітряпідігрівача	$\alpha_{\text{ве1}} = 1,42$	$\Delta\alpha_{\text{ве1}} = 0,02$
За котлом	$\alpha_{\text{пов.п1}} = 1,46$	$\Delta\alpha_{\text{пов.п1}} = 0,03$
Пилосистема		$\Delta\alpha_{\text{пс}} = 0,1$

2.1.5 Розрахунок дійсних об'ємів газів, об'ємні долі газів для газового вугілля

Таблиця 2.6 – Дійсні об'єми газів та об'ємні долі газів для газового вугілля

Назва величини та розрахункова формула	Топка, Перед П.П.	Пром. П.В.Д.	Пром П.Н.Д.	П.Н.Д	Трубчатий Пов.П.	В.Е.	Регенера т. Пов. П.	У розсічці регенарат. Пов. П	За котлом
Коефіцієнт надлишку повітря α_i	1,15	1,175	1,2	1,23	1,26	1,31	1,34	1,42	1,46
Дійсний об'єм водяних парів $V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0,0161(\alpha_{cp} - 1) \cdot V^0, \left[\frac{M^3}{M^3} \right]$	0,596	0,598	0,600	0,603	0,605	0,609	0,612	0,618	0,622
Повний об'єм газів $V_r = V_{RO_2}^H + V_{O.N_2}^H + V_{H_2O}^H + (\alpha_{cp} - 1) \cdot V^0$	6,329	6,459	6,589	6,744	6,900	7,160	7,316	7,731	7,939
Об'ємна частка RO_2 $r_{RO_2} = \frac{V_{RO_2}}{V_r}$	0,146	0,143	0,140	0,137	0,134	0,129	0,126	0,120	0,116
Об'ємна частка H_2O $r_{H_2O} = \frac{V_{H_2O}}{V_r}$	0,094	0,093	0,091	0,089	0,088	0,085	0,084	0,080	0,078
Сумарна частка RO_2 та H_2O $r_n = r_{RO_2} + r_{H_2O}$	0,240	0,235	0,231	0,226	0,221	0,214	0,210	0,199	0,194
Концентрація золи в продуктах згорання $\mu_{zn} = \frac{A^p \cdot a_{zn}}{100G_r}$	38,679	37,902	37,155	36,297	35,478	34,19	33,463	31,665	30,837

Таблиця 2.7 – Ентальпії продуктів згоряння у частинах газового тракту

θ, °С	I, кДж/кг		$\alpha_r = \alpha_\phi = \alpha_{шпн} = 1,15$	
	I _{п0}	I _{г0}	I	ΔI
100	870	769,856	985,75	
200	1761	1552,264	1994,30	1008,5532
300	2678	2347,224	3029,84	1035,54
400	3623	3154,736	4096,55	1066,7108
500	4598	3983,168	5195,69	1099,1368
600	5586	4832,52	6310,52	1114,8268
700	6602	5706,976	7458,40	1147,8804
800	7648	6581,432	8635,57	1177,1684
900	8719	7460,072	9838,47	1202,9
1000	9803	8363,816	11057,68	1219,2176
1100	10887	9288,48	12280,04	1222,3556
1200	11983	10217,33	13515,58	1235,5352
1300	13100	11141,99	14771,40	1255,8276
1400	14242	12095,94	16056,73	1285,3248
1500	15372	13045,71	17328,87	1272,1452
1600	16518	13995,48	18617,75	1288,8812
1700	17669	14945,25	19910,82	1293,0652
1800	18828	15899,2	21212,88	1302,0608
1900	20004	16874,07	22534,81	1321,9348
2000	21171	17848,94	23848,38	1313,5668
2100	22351	18828	25175,13	1326,7464

2.2 Тепловий баланс котельного агрегату

Таблиця 2.8 – Тепловий баланс котельного агрегату

Величина			Одиниця виміру	Результат	
Найменування	Позначення	Формула або спосіб розрахунку		АШ	Г.В.
1	2	3	4	5	
Теплота палива, що наявна	Q_p^p	Q_H^p	$\frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$	25,24	18,984
Втрата теплоти від хімічної неповноти згоряння	q_3	Таблиця XIX. [1]	%	0	0
Втрата теплоти від механічної неповноти згоряння	q_4	Таблиця XIX. [1]	%	4	0,5
Втрата теплоти від зовнішнього охолодження	q_5	Рис. 5.1, стор.30 [1]	%	0,3	0,3
Доля винесення золи із шлаковидаленням	$a_{шл}$	$1 - a_{ун}$	-	0,1	0,1
Ентальпія газів, що відходять	$I_{відх}$	$f(t_{відх} = 125^\circ\text{C})$, Таблиця 2.4, 2.7 – Ентальпії продуктів згоряння	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	1822,57	1538,8
Абсолютна втрата тепла з відхідними газами	$Q_{абс}$	$I_{відх} - Q_{хп}$	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	1414	1282,59
Ентальпія холодного повітря	$I_{х.пов}$	$f(t_{х.пов} = 30^\circ\text{C})$, Таблиця 2.4, 2.7 – Ентальпії продуктів згоряння	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	263,8	175
Втрата теплоти з газами, що відходять	q_2	$Q_{абс} \cdot \frac{100 - q_4}{Q_p^p}$	%	5,37	6,72

Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4	5	
Сума теплових втрат	$\sum q_i$	$q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6$	%	9,67	7,52
ККД парогенератора	$\eta_{пк}$	$100 - \sum q_i$	%	90,3	92,48
Коефіцієнт збереження теплоти	φ	$1 - \frac{q_5}{\eta_{пк} + q_5}$	-	0,997	0,997
Повна витрата палива	B	$\frac{Q_{пк} \cdot 100}{Q_p^p \cdot \eta_{пк}} =$	$\frac{кг}{с}$	23,06	30,05
Розрахункова витрата палива	B_p	$B \cdot \frac{100 - q_4}{100} =$	$\frac{кг}{с}$	22,14	29,8
Дійсне напруження топкового об'єму	q_v	$\frac{Q_p'' \cdot B}{V_T}$	$\frac{кДж}{м^3 \cdot с}$	139,82	150,8

2.3 Розрахунок топкової камери

Таблиця 2.9 – Розрахунок топкової камери

Величина	Позначення	Одиниця виміру	Розрахункова формула або спосіб визначення	Результат	
				АШ	Г.В.
1	2	3	4	5	
Температура гарячого повітря	$t_{пов}$	°C	Прийнята	380	380
Ентальпія гарячого повітря	$I_{ГП}^0$	$\frac{кДж}{кг}$	З таблиці 3.4, 3.6 (ентальпії продуктів згорання)	3395,5	2612,2

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	
Присмоки в топці і системи пилеприготування	$\Delta I(\text{м})$ $\Delta I \text{ п.п.}$		Таблиця XVI [2]	0,11	0,11
Тепло, що вноситься в топку з гарячим потвірям	$Q_{пов}$	$\frac{\kappa \text{Джс}}{\text{кг}}$	$(\alpha_m - \Delta\alpha_m - \Delta\alpha_{nc}) \cdot I_{ГП}^0$	3870,93	2720,81
Тепло, що вноситься в топку з холодним потвірям	$Q_{хв}$	$\frac{\kappa \text{Джс}}{\text{кг}}$	$(\Delta\alpha_m + \Delta\alpha_{nc}) \cdot I_{хп}^0$	29,01	19,25
Повна кількість тепла що внесена в топку	$Q_{пов}$	$\frac{\kappa \text{Джс}}{\text{кг}}$	$Q_p^u + (\alpha_m - \Delta\alpha_m - \Delta\alpha_{nc}) \cdot I_{ГП}^0 + (\Delta\alpha_m + \Delta\alpha_{nc}) \cdot I_{хп}^0$	29141	21724,1
Теоретична температура горіння	$T_{теор}$	$^{\circ}\text{C}$	За таблицею 3.4, 3.6 при $I = Q_m$	2040	1838,67
Площа стін топкової камери	$F_{ст}$	м^2	-	2160	2160
Ефективна товщина випромінюючого шару	S	м	$3,6 \cdot \frac{V_m}{F_m}$	6,4	6,4
Тепловміст перегрітого пару	$i_{п.п}$	$\frac{\kappa \text{Джс}}{\text{кг}}$	Вукалович 1955р ($P=14,185 \text{ МПа}$)	3521	3521
Температура живильної води	$t_{пв}$	$^{\circ}\text{C}$	За завданням	235	235
Тепловміст живильної води	$I_{ж.в}$	$\frac{\kappa \text{Джс}}{\text{кг}}$	Вукалович 1955р ($P=16,212 \text{ МПа}$)	1015	1015

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	
Паропродуктивність по первинному пару	D	$\frac{кг}{сек}$	За завданням	177,7	177,7
Теплосприйняття по первинному пару	$Q_{пе}$	$\frac{кДж}{сек}$	$D \cdot i_{п.п} - i_{ж.в.}$	445401,08	445401
Температура перегріву вторинного пару	$i_{вт}$	$\frac{кДж}{сек}$	За завданням	570	570
Тепловміст перегрітого вторинного опару	$i_{тп}$	$\frac{кДж}{кг}$	Вукалович 1955р	3623,26	3623,26
Початкова температура вторинного пару	$t_{вт}$	°C	За завданням	340	340
Початковий тепловміст вторинного пару	$i_{вт}$	$\frac{кДж}{кг}$	Вукалович 1955р	3105	3105
Паропродуктивність по вторинному пару	$D_{вт}$	$\frac{кДж}{сек}$	За завданням	155,556	155,556
Теплосприйняття вторинного пару	$Q_{вт}$	$\frac{кДж}{сек}$	$D_{вт} \cdot i_{г.п} - i_{в.т.}$	80498	80498
Теплосприйняття котла	$Q_{котла}$	$\frac{кДж}{сек}$	$Q_{вт} + Q_{пе}$	525899	525899

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	
Температура газів на виході із топки	ϑ_m''	°C	Прийнята	1200	1000
Коефіцієнт поглинання променів трьохатомними газами	k_r	-	Номограма 3[1]	0,375	0,27
Коефіцієнт поглинання променів частинками коксу	k_{II}	-	Номограма 4[1]	0,0098	0,0098
Середня теплоємність продуктів згоряння	$Vc(ср)$	$\frac{кДж}{кг \cdot ^\circ C}$	$\frac{Q_o - I_m}{T_{теор} - \vartheta_m''}$	15,47	12,71
Степінь екранування топкової камери	ψ	-	$\frac{H_0}{F_{ст}}$	0,972	0,972
Добуток	$\psi_{сеп}$	-	$\psi \cdot \zeta_{ср}$ $\zeta_{ср}$ - див. Розрахунок конструкторських даних	0,425	0,425
Степінь чорноти топки	$Q_{ч.т}$	-	Номограма 6[1]	0,57	0,945
Температура на виході із топки	ϑ_m''	°C	$\frac{T_{теор}}{\left(\frac{1,7 \cdot 10^{-8} \cdot \zeta_{ср} \cdot K_l \cdot Q_{ч.т} \cdot T_{теор}^3}{\varphi \cdot B_p \cdot Vc_{сеп}}\right)^{0,6} + 1} - 273$	1202,24	996,74

2.4 Висновок

Із результатів теплового розрахунку можна зробити висновок, що переведення котла ТП-100 є доцільним кроком, коефіцієнт корисної дії виріс майже на 2 відсотка за рахунок значного зниження втрати теплоти від механічної неповноти згоряння, а також коефіцієнт надлишку повітря топки на одну десяту менше при використанні камяного вугілля марки Г.

3 ПОЗОННИЙ РОЗРАХУНОК КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТУ

3.1 Конструктивні характеристики

Таблиця 3.1 – Конструктивні характеристики

Величина			Одиниця виміру	Результат
Найменування	Позначення	Формула або спосіб розрахунку		
1	2	3	4	5
Зона 1(Ошипована частина)				
Сумарна екранована поверхня стін	F_{cm}^{out}	По конструктивним характеристикам	m^2	432,2
Переріз тпокові камери, обмежуючий зону зверху	F_{c1}	По конструктивним характеристикам	m^2	150,9
Зона 2				
Сумарна поверхня	F_{cm2}	По конструктивним характеристикам	m^2	226,8
Середня площа перерізу топки	$F_{c.sp.}$	$F_{c.sp.} - F_{c1}$	m^2	150,9
Зона 3				
Сумарна поверхня стін	F_{cm3}	$F_{cm3} - F_{cm2}$	m^2	226,8
Зона 4				
Сумарна поверхня стін	F_{cm4}	$F_{cm4} - F_{cm3}$	m^2	226,8
Зона 5				
Сумарна поверхня стін	F_{cm5}	$F_{cm5} - F_{cm4}$	m^2	226,8
Поверхня вихідного вікна в ширмовий перегрівач	$F_{в.ш.}$	$F_{в.ш.} = F_{ш}$	m^2	83
Середня площа перерізу топки в зоні	$F_{c.sp.}$	$\frac{F_{c1} + F_{c2}}{2}$		115,6

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
Зона 6				
Сумарна поверхня стін	$F_{ст6}$	По конструктивним характеристикам	m^2	447,8
Поверхня вихідного вікна в ширмовий перегрівач	$F_{в.ш.}$	По конструктивним характеристикам	m^2	250,6

3.2 Перша зона (ошипована частина)

Таблиця 3.2 – Розрахунок першої зони

Величина	Позначення	Одиниця виміру	Розрахункова формула або спосіб визначення	Результат		
				АШ	Г.В(з ошип)	Г.В(без ошип)
1	2	3	4	5		
Відносна висота зони	h_1 / H_T	-	По конструктивним характеристикам	0,2	0,2	0,2
Степінь вигорання палива на виході із зони	β_1^{cz}	-	По табл. XXII	0,9	0,96	0,96
Степінь вигорання палива на виході із зони (на згорівше паливо, при q_4 на виході із топки)	β_{1p}^{cz}	-	$\frac{\beta_1^{cz}}{1 - \frac{q_4}{100}}$	0,938	0,965	0,965

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5		
Тепло, вносяче в топку повітрям	Q_v	$\frac{\kappaДЖ}{кг}$	З розрахунку топки в цілому	3900	2740	2740
Втрата тепла зі шлаком	$Q_{\text{шил}}$	$\frac{\kappaДЖ}{кг}$	$\frac{q_{\text{шил}} \cdot Q_p}{100}$	90,522	68,34	68,34
Температура газів на виході із зони	ϑ''	$^{\circ}C$	Прийнята завчасно	1655	1729	1535
Ентальпія	I''	$\frac{\kappaДЖ}{кг}$	По $I - \vartheta$ таблиці	23149	20288,4	17779
Теплоємкість продуктів згорання	V_c''	$\frac{\kappaДЖ}{кг \cdot ^{\circ}C}$	$\frac{I''}{\vartheta''}$	13,99	11,73	11,58
Добуток	$p_n s$		$p \cdot r_n \cdot s$	1,287	1,52	1,52
Коефіцієнт послаблення променів:						
трьохатомними газами	k_2		По номограмі 3	0,1	0,14	0,14
золотими частинками	$k_{\text{зол}}$		По номограмі 3	6,2	5,4	5,4
частинками коксу	$k_{\text{кокс}}$		За п. 6-08	1	1	1

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5		
Безрозмірні параметри:						
	x_1	-	За п. 6-08	1	0,5	0,5
	x_2	-	За п. 6-08	0,4	0,4	0,4
Концентрація золи	$\mu_{зл}$	-	$\frac{A^p \cdot (1 + \alpha_{yh})}{100 \cdot G_2 \cdot 2}$	0,0139	0,0275	0,0275
Оптична товщина	kps	-	$(k_2 \cdot r_n + k_{зл} \cdot \mu_{зл} + k_{кок} \cdot x_1 \cdot x_2) \cdot p \cdot s$	3,36	3,19	3,19
Степінь чорноти факела	α_ϕ	-	По номограмі 2	0,97	0,952	0,952
Середній коефіцієнт теплової ефективності	ψ_{cp}	-	Із розрахунку топки $\psi_{cp} = \psi_{ош}$	0,215	0,193	0,193
Коефіцієнт харак-чий. віддачу тепла в вищероз-ну. зону	ψ'	-	За п. 6-38	0,2	0,2	0,495
Добуток коефіцієнта теплової ефективності	ψF	-	$\psi_{cp} \cdot F_{cm}^{ош} + \psi' + F_{cl}$	123,1	158,1	158,1
Степінь чорноти топки в зоні	α_m	-	$\frac{\alpha_\phi}{\alpha_\phi + (1 - \alpha_\phi) \cdot \psi_{cp}}$	0,993	0,988	0,988

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5		
Температура газів на виході із топки (зони I)	ϑ''	$^{\circ}\text{C}$	$\frac{\beta_{1p} \cdot Q_n^p + Q_g - Q_{\text{ввл}}}{Vc''} - \frac{\sigma_0 \cdot \alpha_m \cdot T^{n4}}{B_p \cdot Vc''} \cdot \psi_{cp}$	1655	1727	1536
Середнє теплове навантаження радіаційних поверхонь в зоні	$q_{\text{р1}}$	$\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$	$4,9 \cdot 10^{-8} \cdot \psi \cdot \alpha_m \cdot T^{n4}$	168	174	116

3.3 Друга зона

Таблиця 3.3– Розрахунок другої зони

Величина	Позначення	Одиниця виміру	Розрахункова формула або спосіб визначення	Результат		
				АШ	Г.В(з ошип)	Г.В(без ошип)
1	2	3	4	5		
Відносна висота зони	h_2 / H_T	-	По конструктивним характеристикам	0,342	0,342	0,342
Степінь вигорання палива на виході із зони	β_2^{cz}	-	По табл. XXII[1]	0,95	0,96	0,96
Степінь вигорання палива на виході із зони, (q_4 на виході із топки)	β_{2p}^{cz}	-	$\frac{\beta_2^{cz}}{1 - \frac{q_4}{100}}$	0,99	0,965	0,965

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5		
Доля згорівшого палива в зоні	$\Delta\beta_{2p}^{cz}$	-	$\beta_{2p}^{cz} - \beta_{1p}^{cz}$	0,05	0	0
Температура газів на вході в зону	ϑ'	°C	Із розрахунку першої зони	1655	1727	1536
Ентальпія газів	I'	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	Із розрахунку першої зони	23149	20288	17792
Температура газів на виході із зони	ϑ''	°C	Прийнята завчасно	1543	1519	1391
Ентальпія	I''	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	По $I - \vartheta$ таблиці	21406	17641	15927
Теплоємкість продуктів згорання	Vc''	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$\frac{I''}{\vartheta''}$	13,87	11,61	11,46
Відношення теплоємкостей	$\frac{c'}{c''}$	-	-	1,01	1,01	1,01
Середня температура газів в зоні	ϑ	°C	$\frac{\vartheta' + \vartheta''}{2}$	1599	1623	1463
Коефіцієнт теплової ефективності зони (приймається на 10% менше середнього для відкритих екранів)	ψ	-	При $x=1$ по табл. 6.2[1]	0,495	0,495	0,495

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5		
Степінь чорноти топки в зоні	α_m	-	По лінійній інтерполяції	0,98	0,97	0,97
Коефіцієнт перевипромінювання в дану зону	$\psi''-\psi'$	-	За п. 6-39[1]	-0,1	-0,1	-0,1
Температура газів на виході із зони	g''	°C	$\frac{\Delta\beta \cdot Q_n^p}{Vc''} + \frac{c'}{c''} \cdot g' - \left[1 + \left(\frac{T''}{T'} \right)^4 \right] \times$ $\times \frac{4,9 \cdot 10^{-8} \cdot \alpha_m \cdot T'^4}{2 \cdot B_p \cdot Vc''} \times$ $\times [F_{c.sp} \cdot (\psi'' - \psi') + \psi_{cp} \cdot F_{cm}]$	1542	1520	1389
Середнє теплове навантаження радіаційних поверхонь в зоні	q_{r2}	$\frac{кВт}{м^2}$	$4,9 \cdot 10^{-8} \cdot \psi_{cp} \cdot \alpha_m \cdot T^4$	300	353	209

3.4 Третя зона

Таблиця 3.4 – Розрахунок третьої зони

Величина	Позначення	Одиниця виміру	Розрахункова формула або спосіб визначення	Результат		
				АШ	Г.В(з ошип)	Г.В(без ошип)
1	2	3	4	5		
Відносна висота зони	h_3 / H_T	-	По конструктивним характеристикам	0,483	0,483	0,483

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5		
Степінь вигорання палива на виході із зони (на подане паливо)	β_3^{cz}		По табл. XXII[1]	0,96	0,98	0,98
Степінь вигорання палива на виході із зони (на згорівше паливо, при q_4 на виході із топки)	β_{3p}^{cz}	-	$\frac{\beta_3^{cz}}{1 - \frac{q_4}{100}}$	1,000	0,985	0,985
Доля згорівшого палива в зоні	$\Delta\beta$	-	$\beta_{3p}^{cz} - \beta_{2p}^{cz}$	0,01	0,02	0,02
Температура газів на вході в зону	ϑ'	°C	Із розрахунку другої зони	1542	1520	1389
Ентальпія газів	I'	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	Із розрахунку другої зони	21406	17641	15927
Температура газів на виході із зони	ϑ''	°C	Прийнята завчасно	1395	1369	1270
Ентальпія	I''	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	По I – ϑ таблиці	19163	15670	14394
Теплоємкість продуктів згорання	Vc''	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{°C}}$	$\frac{I''}{\vartheta''}$	13,74	11,45	11,33
Відношення теплоємкостей	$\frac{c'}{c''}$	-	$\frac{Vc'}{Vc''}$	1,01	1,014	1,014

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5		
Середня температура газів в зоні	ϑ	°C	$\frac{\vartheta' + \vartheta''}{2}$	1469	1444	1330
Коефіцієнт теплової ефективності зони (приймається на 10% менше середнього для відкритих екранів)	ψ	-	При $x=1$ по табл. 6.2[1]	0,495	0,495	0,495
Степінь чорноти топки в зоні	α_m	-	По лінійній інтерполяції	0,97	0,96	0,96
Коефіцієнт перевипромінювання в дану зону	$\psi'' - \psi'$	-	За п. 6-39[1]	-0,05	-0,05	-0,05
Температура газів на виході із зони	ϑ''	°C	$\frac{\Delta\beta \cdot Q_n^p}{Vc''} + \frac{c'}{c''} \cdot \vartheta' - \left[1 + \left(\frac{T''}{T'} \right)^4 \right] \times$ $\times \frac{\sigma_0 \cdot \alpha_m \cdot T^4}{2 \cdot B_p \cdot Vc''} \times$ $\times [F_{c.sp} \cdot (\psi'' - \psi') + \psi_{cp} \cdot F_{cm}]$	1396	1369	1270
Середнє теплове навантаження радіаційних поверхонь в зоні	q_{13}	$\frac{кВт}{м^2}$	$4,9 \cdot 10^{-8} \cdot \psi_{cp} \cdot \alpha_m \cdot T_{cp}^4$	212	235	153

3.5 Четверта зона

Таблиця 3.5 – Розрахунок четвертої зони

Величина	Позначення	Одиниця виміру	Розрахункова формула або спосіб визначення	Результат		
				АШ	Г.В(з ошип)	Г.В(без ошип)
1	2	3	4	5		
Відносна висота зони	h_4 / H_T	-	По конструктивним характеристикам	0,625	0,625	0,625
Степінь вигорання палива на виході із зони (на подане паливо)	β_4^{cz}		По табл.ХХІІ[1]	0,974	0,995	0,995
Степінь вигорання палива на виході із зони (на згорівше паливо, при q_4 на виході із топки)	β_{4p}^{cz}	-	$\frac{\beta_4^{cz}}{1 - \frac{q_4}{100}}$	1,0	1,0	1,0
Доля згорівшого палива в зоні	$\Delta\beta$	-	$\beta_{4p}^{cz} - \beta_{3p}^{cz}$	0,04	0,01	0,01
Температура газів на вході в зону	ϑ'	°С	Із розрахунку третьої зони	1395	1369	1270
Ентальпія газів	I'	$\frac{кДж}{кг}$	Із розрахунку третьої зони	19163	15670	14394
Температура газів на виході із зони	ϑ''	°С	Прийнята завчасно	1350	1255	1180

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5		
Ентальпія	I''	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	По I-9 таблиці	18448	14205	13268
Теплоємкість продуктів згорання	Vc''	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	$\frac{I''}{g''}$	13,67	11,32	11,24
Відношення теплоємкостей	$\frac{c'}{c''}$	-	-	1,005	1,011	1,008
Середня температура газів в зоні	g	$^\circ\text{C}$	$\frac{g'+g''}{2}$	1372,5	1312	1224,8
Коефіцієнт теплової ефективності зони (прийм. рівним середньому для відкритих екранів)	ψ_{cp}	-	При $x=1$ по табл. 6.2[1]	0,45	0,45	0,45
Степінь чорноти топки в зоні	α_m	-	По лінійній інтерполяції	0,957	0,948	0,948
Коеф. перевипромінювання в дану зону	$\psi''-\psi'$	-	За п. 6-39[1]	-0,05	-0,05	-0,05
Температура газів на виході із зони	g''	$^\circ\text{C}$	$\frac{\Delta\beta \cdot Q_n^p}{Vc''} + \frac{c'}{c''} \cdot g' - \left[1 + \left(\frac{T''}{T'} \right)^4 \right] \times$ $\times \frac{\sigma_0 \cdot \alpha_m \cdot T''^4}{2 \cdot B_p \cdot Vc''} \times$ $\times [F_{c.cp} \cdot (\psi'' - \psi') + \psi_{cp} \cdot F_{cm}]$	1351	1258	1180

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5		
Середнє теплове навантаження радіаційних поверхонь в зоні	$q_{лз}$	$\frac{кВт}{м^2}$	$4,9 \cdot 10^{-8} \cdot \psi_{cp} \cdot \alpha_m \cdot T_{cp}^4$	153	153	108

3.6 П'ята зона

Таблиця 3.6 – Розрахунок п'ятої зони

Величина	Позначення	Одиниця виміру	Розрахункова формула або спосіб визначення	Результат		
				АШ	Г.В(з ошип)	Г.В(без ошип)
1	2	3	4	5		
Доля згорівшого палива в зоні	$\Delta\beta$	-	По табл.ХХІІ[1]	0	0	0
Температура газів на вході в зону	g'	$^{\circ}C$	Із розрахунку четвертої зони	1350	1255	1180
Ентальпія газів	I'	$\frac{кДж}{кг}$	По I–g таблиці	18448	14205	13268
Температура газів на виході із зони	g''	$^{\circ}C$	Прийнята завчасно	1230	1135	1052

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5		
Ентальпія	I''	$\frac{\kappaДж}{кг}$	По 1-9 таблиці	16605	12712	11668
Теплоємкість продуктів згорання	Vc''	$\frac{\kappaДж}{кг \cdot ^\circ C}$	$\frac{I''}{g''}$	13,5	11,2	11,11
Відношення теплоємкостей	$\frac{c'}{c''}$	-	-	1,012	1,011	1,012
Середня температура газів в зоні	g	$^\circ C$	$\frac{g'+g''}{2}$	1290	1195	1115
Коефіцієнт теплової ефективності зони (приймається середнім для гладкотрубних екранів)	$\psi_{екр}$	-	При $x=1$ по табл. 6.2[1]	0,45	0,45	0,45
Коефіцієнт теплової ефективності вихідного вікна ширм	$\psi_{ш}$	-	$\psi_{екр} \cdot \beta$	0,414	0,414	0,414
Середній коефіцієнт теплової ефективності в зоні	$\psi_{ср}$	-	$\frac{\psi_{екр} \cdot F_{екр} + \psi_{ш} \cdot F_{ш}}{\sum F}$	0,44	0,44	0,44
Степінь чорноти топки в зоні	α_m	-	По лінійній інтерполяції	0,94	0,93	0,93

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5		
Коефіцієнт перевипромінювання в дану зону	$\psi'' - \psi'$		За п. 6-39[1]	-0,05	-0,05	-0,05
Температура газів на виході із зони	g''	$^{\circ}\text{C}$	$\frac{\Delta\beta \cdot Q_n^p}{Vc''} + \frac{c'}{c''} \cdot g' - \left[1 + \left(\frac{T''}{T'} \right)^4 \right] \times$ $\times \frac{4,9 \cdot 10^{-8} \cdot \alpha_m \cdot T'^4}{2 \cdot B_p \cdot Vc''} \times$ $\times [F_{c.sp} \cdot (\psi'' - \psi') + \psi_{cp} \cdot F_{cm}]$	1229	1140	1049
Середнє теплове навантаження радіаційних поверхонь в зоні	$q_{л5}$	$\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$	$4,9 \cdot 10^{-8} \cdot \psi_{cp} \cdot \alpha_m \cdot T_{cp}^4$	120	108	71
Середнє теплове навантаження вікна в ширмовий пароперегрівач	$q_{л.ш5}$	$\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$	$4,9 \cdot 10^{-8} \cdot \psi_{ш} \cdot \alpha_m \cdot T_{cp}^4$	113	102	67

3.7 Шоста зона

Таблиця 3.7 – Розрахунок шостої зони

Величина	Позначення	Одиниця виміру	Розрахункова формула або спосіб визначення	Результат		
				АШ	Г.В(з ошип)	Г.В(без ошип)
1	2	3	4	5		
Доля згорівшого палива в зоні	$\Delta\beta$	-	По табл. XXII[1]	0	0	0

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5		
Температура газів на вході в зону	ϑ'	$^{\circ}\text{C}$	Із розрахунку п'ятої зони	1230	1135	1049
Ентальпія газів	I'	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	По $I - \vartheta$ таблиці	16605	12712	11668
Температура газів на виході із зони	ϑ''	$^{\circ}\text{C}$	Прийнята завчасно	1170	1000	910
Ентальпія	I''	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	По $I - \vartheta$ таблиці	15710	11057	9959
Теплоємкість продуктів згорання	Vc''	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$	$\frac{I''}{\vartheta''}$	13,43	11,06	10,94
Відношення теплоємкостей	$\frac{c'}{c''}$	-	-	1,005	1,013	1,015
Середня температура газів в зоні	ϑ	$^{\circ}\text{C}$	$\frac{\vartheta' + \vartheta''}{2}$	1200	1068	980
Коефіцієнт теплової ефективності зони (приймається середнім для гладкотрубних екранів)	$\psi_{\text{екр}}$	-	При $x=1$ по табл. 6.2[1]	0,405	0,405	0,405
Коеф. теплової ефективності вихідного вікна ширм	$\psi_{\text{ш}}$	-	$\psi_{\text{екр}} \cdot \beta$	0,373	0,373	0,373

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5		
Середній коеф. теплової ефективності в зоні	ψ_{cp}	-	$\frac{\sum \psi_i \cdot F_i}{\sum F_{am}}$	0,392	0,393	0,393
Степінь чорноти топки в зоні	α_m	-	По лінійній інтерполяції	0,92	0,91	0,91
Коефіцієнт перевипромінювання в дану зону	$\psi'' - \psi'$		За п. 6-39[1]	0	0	0
Температура газів на виході із зони	ϑ''	°C	$\frac{\Delta\beta \cdot Q_n^p}{Vc''} + \frac{c'}{c''} \cdot \vartheta' - \left[1 + \left(\frac{T''}{T'} \right)^4 \right] \times$ $\times \frac{4,9 \cdot 10^{-8} \cdot \alpha_m \cdot T'^4}{2 \cdot B_p \cdot Vc''} \times$ $\times [F_{c.cp} \cdot (\psi'' - \psi') + \psi_{cp} \cdot F_{cm}]$	1118	1002	911
Ентальпія газів	I''	$\frac{кДж}{кг}$	По $I - \vartheta$ таблиці	14973	10703	9972
Температура газів в середині вихідного вікна	ϑ	°C	$\frac{\vartheta' + \vartheta''}{2}$	1174	1043	980
Середнє теплове навантаження радіаційних поверхонь в зоні	$q_{л6}$	$\frac{кВт}{м^2}$	$4,9 \cdot 10^{-8} \cdot \psi_{cp} \cdot \alpha_m \cdot T_{cp}^4$	80	68	41
Середнє теплове навантаження вікна в ширмовий пароперегрівач	$q_{лш6}$	$\frac{кВт}{м^2}$	$4,9 \cdot 10^{-8} \cdot \psi_{ш} \cdot \alpha_m \cdot T_{cp}^4$	73	62	38

3.8 Висновок

При виконанні позонного розрахунку було розглянуто 3 випадки: при використанні АШ з ошиповкою, а також при використанні кам'яного вугілля марки Г при наявності ошиповки та при її відсутності. В ході розрахунку було отримано 2 графіки для візуального відображення картини: розподіл теплового навантаження по висоті топки і розподіл температури по висоті топкової камери.

Отримані результати показали, що зберігаються вимоги при переводі котла на інший вид палива, а саме: залишитись без змін теплової потужності котла, рідке шлаковидалення, відсутність шлакування на виході із топки. Переведення котла ТП-100 з АШ на газове вугілля є доцільним і можливим.

Розділ 4. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

4.1. Опис ідеї проекту

Даний розділ дає цілісне уявлення про зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Ідея полягає у заміні базового палива (антрациту) на ТЕС з заміщенням газового вугілля	Теплова енергетика	Зріст ККД котельного агрегату

Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї (чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників) порівняно із пропозиціями конкурентів (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	Концепції конкурентів		W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Базове паливо			
1.	Гнучкі ціни	Значно ширший діапазон	Не стабільна ціна	Вологість	Калорійність	Зольність
2.	Рівень концентрації	Вся Україна	Східна Україна	-	-	Висока Концентрація
3.	Доступ до ресурсів	Відкритий	Обмежений	-	-	Доступність
4.	Концентрація постачальників	Вся Україна, закордон	Східна Україна, закордон	Перевезення	-	Швидкий доступ
5.	Контроль якості	Присутній	Присутній	Не завжди відповідає якості	-	-
6.	Переваги у затратах виробництва	Дешева оптова ціна	Дорого	Збільшення витрати	-	Збільшення ККД

4.2. Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного розділу, проводиться аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту (технології створення товару).

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових (табл. 4.3):

- за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту?
- чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/добробити?
- чи доступні такі технології авторам проекту?

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
Переведення котла ТП-100 з АШ на газове вугілля	Розробка додаткової схеми пилоприготування для спалювання газового вугілля	Данні технології являються наявними та є широко розповсюдженими в Україні та країнах СНГ	Додаткове обладнання для схеми пилоприготування і паливоподачі є достатньо доступними
	Реконструкція пальника та базової схеми пилоприготування для безпосередньої подачі газового вугілля	Данні технології являються наявними та є широко розповсюдженими в Україні та країнах СНГ	Дана технологія вимагає високопрофесійної підготовки та наукового дослідження для проведення практичних дослідів, а також високого фінансового забезпечення
	Реконструкція топки котла, закупівля нових пальників спеціально спроектованих для подачі та спалювання заданого палива	Данні технології являються наявними та ефективно доведені на практиці	Дана технологія являється доволі доступною, проте високо фінансово-затратною

Обрана технологія реалізації ідеї проекту:

Розробка схеми пилоприготування для спалювання газового вугілля являється найбільш доцільною у її реалізації, враховуючи її доступність, відносно тяжку реалізацію та відносно високі затрати, але в результаті позитивного переведення, отримаємо доволі значну окупність, та відсутність проблем в питаннях поставки вугілля на станцію.

4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів. Аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку зображена в табл.4.4.

Таблиця 4.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	Не відомо
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	3600 грн/т
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Відстань від постачальника до споживача не завжди комфортна
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Вибухонебезпечність, шлакоємність, вологість, зольність, різнобічний гранульований склад
6	Середня норма рентабельності в галузі, %	48%

Визначені потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формування орієнтовного переліку вимог до товару для кожної групи зображено в табл. 4.5

Таблиця 4.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
	Спалювання палива для вироблення теплової або електричної енергії для споживачів	Теплові електростанції, теплоелектроцентралі, міні ТЕС, побутові котли	Різна конструкція, паропродуктивність, принципи роботи, технічні вимоги окремих агрегатів, теплові характеристики, потужність	Характеристики палива: вихід легких, температура плавлення золи, зольність, калорійність, волога

Визначення аналізу ринкового середовища наведені в табл. 4.6-4.7.

Таблиця 4.6 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Широкий діапазон коливання вологості, підвищене шлакування	Погіршення процесу спалювання у топці котла, зниження ККД, збільшення кількості періодів очищення поверхностей нагріву (топки котла) і газоходу (димохід)	Додаткові витрати енергії на сушку палива, використання сушильних агентів
2.	Різнобічний гранульований склад	Підвищення витрат на механічний та хімічний недопал	Встановлення додаткового обладнання для дроблення та розмол палива, підвищення витрати на електроенергію
3.	Вміст окислу азоту NO	Приводить до викидів деяких забруднюючих в атмосферу речовин	Закупівля спеціальних фільтрів для очищення палива
4.	Безконтрольна заготовка палива для електростанцій	Наносить шкоду природі	Виплата штрафів або ж взагалі закриття станції

Таблиця 4.7 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Необмежене виробництво	Великі запаси	Побудова власного виробництва
2.	Засіб переробки газового вугілля	Пряме спалювання, газифікація, піроліз	Вироблення додаткових енергопотреб
3.	Вироблення метану	Можна виробляти метан на невеликих компостних установках	Забезпечення енергобезпеки, дозволяє розсередити централізовані джерела, знижує ризики від природних катастроф

В табл.4.8 визначені загальні риси конкуренції ринку.

Таблиця 4.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
Тип конкуренції: монополістичний	Відносно велике число виробників пропонують подібну послугу	Компостування продукції, розширення ринку та їх видів
За рівнем конкурентної боротьби: національний	Сільськогосподарська продукція та теплова енергетика поширена на всіх областях України	Модернізація існуючих ТЕС, ТЕЦ, міні ТЕС а також будівництва нових станцій працюючих за даною технологією
За галузевою ознакою: внутрішньогалузева	Існує в уже широкому ринку продукції твердого палива	Покращення хімічного складу палива
Конкуренція за видом товару: Товарно-родова	Конкурує сумісно з твердим паливом та біопаливом на ринку	Імпортизація та локалізація ринку постачальників
За характером конкурентних переваг: цінова	Розширений та різний асортимент цінової продукції	Зниження або здешевлення на ринку конкуренції
За інтенсивністю: марочна не марочна	Можливі як сертифіковані виробники так і не сертифіковані	Сертифікація продукції, маркування

Більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (за моделлю 5 сил М. Портера) наведений в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Вугілля Природний газ Рідке паливо	Заміщення теплової енергетики на атомну або альтернативну енергетику	Росія, США, Казахстан, ЮАР	Близько 60% теплових станцій України	Мазут
Висновки:	Україна має власні родовища видобутку вугілля і використовує його у більшій мірі ніж природний газ у тепловій енергетиці, в тому числі його імпорту.	Поточні темпи розвитку сектору енергетики в Україні є недостатніми для досягнення цілей	Впровадженні види палива були завчасно спроектовані на існуючий ринок теплової енергетики та є базовими джерелами для їх використання	В залежності від цінової політики являються залежними від постачальників	Можливе зникнення необхідності вугілля шляхом заміщення мазутом

На основі аналізу, проведеного в табл. 4.9, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (табл. 4.2), вимог споживачів до товару (табл. 4.5) та факторів маркетингового середовища (табл. 4.6-4.7) визначені перелік факторів конкурентоспроможності (табл. 4.10).

Таблиця 4.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять для порівняння конкурентних проектів значущим)
1.	Використання в газового вугілля при спалюванні в топці котла	Газове вугілля є основою для енергетичної сировини в металургії, медицині і промисловості. Накопичення покладів відбувається мільйони років. Це перша осадова порода, яку почала використовувати людина у вигляді палива. Завдяки їй розвивається вугільна промисловість.
2.	Автоматизація	Оптимальна технологічна схема при спалюванні газового вугілля включає в себе: автономну систему пилоприготування (дроблення, розмелювання), транспорту готового продукту, спалювання - в окремих, оптимізованих та раціонально розміщених в котельній камері горілчаних пристроях.
3.	Збільшення кількості робочих місць	Україна має значні запаси вугілля газової марки, котре видобувається на контрольованій території. У зв'язку з цим державі потрібно в першу чергу використовувати потужності ТЕС на газовому вугіллі. А станції, що працюють на імпортному антрациті, варто включати тільки для підтримки енергосистеми. При переведенні станцій на газове вугілля, зростуть потужності що саме приведе до збільшення обслуговуючого персоналу. Підсумовуючи все сказане вище, можна зробити такий висновок: енергія з вугілля представлена на планеті чи не у найбільшому асортименті.

За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 4.10) проведений аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 4.11)

Таблиця 4.11 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін “ Спалювання газового вугілля і антрациту ”

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкретів у порівнянні з...						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Використання в пиловугільному факельному спалюванні	14	+						
2	Автоматизація	18			+				
3	Збільшення кількості робочих місць	9						+	

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складений на основі аналізу факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) наведені в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 – SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: ціна, доступність	Слабкі сторони: склад палива
Можливості: сумісне спалювання	Загрози: значна заміна елементів котла

Визначені альтернативи з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (табл. 4.13).

Таблиця 4.13 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Побудова локального виробництва	Висока	6 місяців

4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 4.14).

Таблиця 4.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1.	Теплові електростанції, тепло-електроцентралі	У випадку модернізації схеми паливоприготування	Високий	Низька	Низька
2.	міні ТЕС, побутові котли	Як правило потребують тільки закупку додаткового обладнання	Високий	Середня	Висока

Які цільові групи обрано:

Міні ТЕС, побутові котли потребують як правило лише затрати на реконструкцію для системи пиллоприготування. Висока простота входу у сегмент.

Для роботи в обраних сегментах ринку сформована базова стратегія ринку (табл. 4.15).

Таблиця 4.15 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1.	В Україні діє "зелений" тариф на електроенергію, (21,12 Євроцентів / кВт · год).	Підготовка та прийняття стимулюючого законодавства в області енергетики в Україні, гармонізація його з європейським законодавством.	Поліпшення умов роботи бізнесу в секторі енергетики.	Поступово ліквідувати існуючу схему субсидування з бюджету України вартості природного газу для населення і житлово-комунального господарства.
2.	Створення проекту «Енергія вугілля» в рамках Національного проекту «Енергія природи».	Лобіювання, відстоювання та захист інтересів сектора енергетики.	Інформування громадськості / пропаганда можливостей вугільної енергетики в Україні.	Спростити процедуру отримання податкових пільг для ввезення в Україну енергоефективного обладнання.

*- опис базових стратегій розвитку

Вибір конкурентної поведінки (табл. 4.16).

Таблиця 4.16 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект “першопрохідцем” на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
	Ні	Так	Калорійність, вихід летких, вологість	Закупівля обладнання для переробки та зміни характеристик палива

*- опис стратегій конкурентної поведінки

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальників (стартап-компанії) та до продукту (див. табл. 4.5), а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки (табл. 16) розроблена стратегія позиціонування (табл. 4.17), що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торговельний проект.

Таблиця 4.17 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформулювати комплексну позицію власного проекту
	Сезонність постачання, залежність характеристик від конкретної групи кожного виду конкретну технологічну схему для енергетичного використання доцільно розробляти у відповідності з конкретними характеристиками очікуваної до постачання вугілля. Це може дозволити спростити схему підготовки і спалювання вугілля.	Скасувати, або істотно зрушити за термінами введення вимога 50% частки місцевого обладнання, матеріалів і послуг в проектах, які отримують ЗТ з вугілля. Спростити процедуру землевідведення під об'єкти енергетики.	За різними оцінками, потенційна встановлена потужність в сегменті біоенергетики може становити 10-12 ГВт тепла і 2-3,5 ГВт електроенергії.	Енергетична асоціація України

4.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач. Для цього у табл. 4.18 підсумовано результати аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 4.18 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
	Висока	Економія затрат	Доступність, незалежність від зарубіжних країн, дешева ціна

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (остаточне визначення ціни відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту), яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субтитуту, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів (табл. 4.19).

Таблиця 4.19 – Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень ціни товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на послугу
	1000-4000 грн	4000-7000 грн	Приблизно 5 млрд. грн/рік	800-2500 грн

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що опирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (табл. 4.20).

Таблиця 4.20 – Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікації, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
	Інвестиції в енергетику України будуть збільшуватися, в той час як витрати на обладнання знижуватися, впевнені 54% фахівців. Ще 15% припускають, що зростання інвестицій припиниться після того, як будуть виконані певні регуляторні вимоги.	Енергетична спільнота	У минулому, електрику, отриману з деревини, було представлено невеликим сегментом виробництва з переробки відходів: скандинавські целюлозно-паперові компанії володіли невеликими теплоелектростанціями, розташованими поблизу виробництва, на яких спалювали гілки і тирсу.	Профіцит вугілля марки Г має бути використаний в повній мірі на станціях як заміник запроєктованих палив	У секторі електроенергії з урахуванням впливу «зеленого» тарифу на період до 2020 року можна рекомендувати впровадження наступного обладнання для виробництва електроенергії

Висновки до розділу 4

Профіцит вугілля газової групи, що видобувається у країні, має бути використаний для заміщення антрацитового вугілля на ТЕС України. Орієнтовна сумарна потужність енергоблоків, які необхідно перепроєктувати для повного заміщення антрацитового та пісного вугілля газовим на ТЕС України, становить близько 3.8 ГВт. Повне заміщення антрацитового та пісного вугілля на ТЕС України газовим вимагає всебічних економічних розрахунків.

Газове вугілля широко поширене і його родовищ в Україні не так мало. Наприклад, це очевидна перевага американської економіки в умовах, коли

постачання нафтою і природним газом (метаном) стає ненадійним або ціни на них - непередбачуваними. Сучасні електростанції, що працюють на вугіллі, досить ефективні і викидають набагато менше шкідливих відходів, ніж їх ранні попередники. Камери згоряння електростанцій, що спалюють вугільний пил, досить гнучкі - їх можна легко переналагодити. Вони здатні спалювати як будь-який вид вугілля - від лігніту (бурого або м'якого вугілля) до антрациту (кам'яного або твердого вугілля), так і нафту і / або метан.

Отже, спалювання газового вугілля в порівнянні з антрацитом є більш вигідним для економіки України, так як в такому випадку станції без жодних проблем будуть виходити на заплановані їм потужності, а також збільшиться кількість робочих місць, що є також позитивним фактором для нашої країни.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці – це система соціально-економічних, правових, технічних, гігієнічних та організаційних мір, забезпечуючих охорону здоров'я та безпеку людини у процесі праці. Вона спрямована на перешкодження виникнення нещасних випадків. Через вплив на працівника негативних факторів виробництва у останнього можуть виникнути проблеми зі здоров'ям, що може привести до накопичення негативної напруги у суспільстві. Для перешкодження цих чинників на станції створена служба охорони праці, яка передбачає підготовку, прийняття і реалізацію рішень з організації технічних, санітарно-гігієнічних заходів, які спрямовані на забезпечення безпеки, збереження здоров'я та працездатності людей у процесі роботи.

Тема магістерської дисертації - « Реконструкція котла ТП-100 при його переводі з АШ на газове вугілля». Котел високого тиску, призначений для спалювання АШ, кам'яного вугілля або природного газу. Розглянемо питання охорони праці при експлуатації котельної установки з котлом високого тиску.

Котел барабанний високого тиску розташований всередині приміщення, тягодутьтові машини – поза межами приміщення. У даному розділі викладені технічні рішення та організаційні заходи з безпечної експлуатації парового котла, а також організаційні заходи та технічні рішення з виробничої санітарії, безпеки в надзвичайних ситуаціях та гігієни праці.

5.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпечної експлуатації устаткування котельні

Котел стаціонарний установлений у приміщенні котельного цеху, що відповідає вимогам [СНиП II-35-76 "Котельные установки", СНиП II-58-75

"Электростанции тепловые", ДНАОП 0.00-1.08-94 "Правила установки и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов"]. Котел з його допоміжним устаткуванням являє собою величезний комплекс різноманітного устаткування, яке необхідно обслуговувати, тобто до якого необхідно мати доступ. Проходи в котельні мають вільну висоту не менше 2 м. Для зручності й безпечного обслуговування котла встановлені постійні площадки й сходи з поруччям висотою не менш 0,9 м із суцільним обшиванням по низу не менш 100 мм. Перехідні площадки й сходи мають поруччя по обидва боки. Площадки довжиною більше 5 м мають не менше двох сходів, розташованих у протилежних кінцях.

Котел обладнаний манометром прямої дії. Він вибирається з такою шкалою, щоб межа виміру робочого тиску перебувала у другій третині шкали. Установлений так, щоб його показання були чітко видно обслуговуючому персоналу. Манометри і з'єднуючі їх з котлом трубопроводи захищені від замерзання.

Котли обладнані приладами для контролю швидкості й рівномірності прогріву по довжині й висоті посудини й приладами для контролю теплових переміщень.

Котел обладнаний запобіжними пристроями від підвищення тиску вище припустимого значення. Для цього застосовуються - імпульсні запобіжні клапани. Запобіжні пристрої встановлюються на патрубках або трубопроводах, безпосередньо приєднаних до посудини.

5.1.1 Електробезпека

У котельному цеху розміщене таке устаткування:

- електроспоживачі напруги 380/220В, які живляться від мережі із глухозаземленою нейтраллю;

- електродвигуни, які живляться від мережі з ізольованою нейтраллю (мережний електронасос) на напругу 6,3 кВ.

При експлуатації електродвигунів механізмів власних потреб виконують наступне:

- не допускають навантаження механізму вище номінального струму електродвигуна й зниження напору насоса нижче гранично припустимого;

- періодично контролюють нагрівання електродвигуна на дотик і по термопарах опору.

Для електричних мереж застосовують різні кабелі з використанням алюмінію, як матеріалу, для струмоведучих жил, а при необхідності особливої гнучкості - міді.

По небезпеці електротравматизма котельний цех відносять до 3-ї категорії приміщень ("особливо небезпечні"), тому що присутні два фактори небезпеки – струмопровідна підлога й можливість одночасного дотику до корпусу електроспоживачів і металоконструкції, які мають контакт із землею.

Електротехнічне устаткування, апаратури, кабелі й проводи, розподільні пристрої всіх видів і напруг по своїх номінальних параметрах задовольняють умовам роботи як при нормальних режимах, так і при коротких замиканнях, перенапругах, перевантаженнях.

Технічні рішення по запобіганню електротравм від контакту з нормально струмоведучими елементами електроустановок:

– ізоляція нормально струмоведучих елементів відповідно до [Правила устройства электроустановок. - М.: Энергоатомиздат, 1986., ДНАОП 0.00-1.21-98 «Правила безопасной эксплуатации электроустановок потребителей». Госнадзорхрантруда];

- використання позначень в електроустаткуванні щоб уникнути помилкових дій при обслуговуванні й експлуатації електроустаткування (напису, таблички, попереджувальні знаки, сигналізація) ;

- підведення кабелю до споживачів у трубах, у закритих конструкціях підлоги, розведення електромережі в приміщенні в каналах стін, підлоги, стелі ;
- застосовані блокування безпеки (не дозволяють відкрити комутаційні апаратури без відключення джерела живлення - реле) ;
- джерела освітлення розташовані на висоті 2,5м. над робочим місцем.
- пускові апарати електродвигунів встановлені поза приміщенням котельні.
- напруга освітлювальної мережі в котельному цеху, як і по всій станції, прийнято 220В з заземленої нейтраллю.

Технічні рішення по запобіганні електротравматизму при переході напруги на нормально неструмоведучі елементи електроустаткування:

- захисне заземлення (установки 6,3 кВ; як заземлюючі пристрої застосовані металеві колони, балки);
- занулення (електроспоживачі на напругу 380/220В).

Вимога до заземлення: опір заземлюючого пристрою залежно від величини напруги , що підводить до споживача електроенергії, потужності споживача й режиму нейтралі може бути в межах - 10...4 Ом при напрузі до 1000В и в межах 0,5...10 Ом при напрузі більше 1000В.

Вимоги до занулення: забезпечення необхідної кратності струму КЗ (3...1,25) залежно від типу запобіжного приладу; забезпечення цілісності нульового проводу достатня його провідність - за рахунок достатнього вибору його перетину й використання повторних заземлень нульового проводу [Правила устройства электроустановок. - М.: Энергоатомиздат, 1986.; ДНАОП 0.00-1.21-98 "Правила безопасной эксплуатации электроустановок потребителей"; "ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. Изменения, 1987].

Всередині котельного цеху по периметру приміщення виконаний контур заземлення, до якого підключається все електроустаткування. Внутрішній контур заземлення у двох місцях підключається до існуючого зовнішнього контуру заземлення. Передбачено захист всіх будинків і споруд за допомогою

блискавкоприймальних сіток, покладених на покритті будинків, сітки надійно приєднані не менш, ніж двома спусками до зовнішнього контуру заземлення.

5.1.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці й виробничої санітарії

У котельні, у процесі праці, на людину довгостроково впливають різноманітні несприятливі фактори, які можуть привести до захворювання й втрати працездатності.

Умови й фактори, що несприятливо впливають на організм людини, можна розділити на три основних види: фізичні (температура, шум, вібрації); хімічні (пил, гази, пара); біологічні.

Основні виробничі фактори, що визначають санітарно-гігієнічні умови праці:

- мікроклімат;
- склад повітряного середовища;
- шум;
- вібрації.

Для забезпечення комфортних умов роботи експлуатаційного персоналу й зменшення впливу шкідливих виробничих факторів, у котельному цеху передбачена автоматизація керування виробничими процесами, тобто контроль за основними параметрами і їхнім регулюванням здійснюється зі спеціального приміщення - щитової, де вплив шкідливих факторів легше звести до мінімуму. У котельному цеху передбачені приміщення для відпочинку й прийому їжі персоналом, ремонтна майстерня, лабораторія й т.д. Технічними рішеннями по виробничій санітарії зменшується дія шкідливих факторів.

Основні технологічні процеси в котельному цеху характеризуються наступними шкідливими факторами:

- можливість загазованості через витоки природного газу й димових газів з хвостової частини котла, через нещільності в газоходах й арматурах;
- шум, вібрація, які викликані роботою вентиляторів, димососів, насосів;
- можливість витоку пари через свищі й нещільності в запірних арматурах;
- виробничі випромінювання.

5.1.3 Мікроклімат робочої зони

Припустимий мікроклімат у приміщенні котельні забезпечується підтримкою теплової рівноваги між організмом і навколишнім середовищем, підтримкою на заданому рівні нормованих параметрів, що визначають мікроклімат - температура ($t, ^\circ\text{C}$), відносна вологість повітря ($W, \%$), швидкість його переміщення ($V, \text{м/с}$).

Оптимальні й припустимі параметри мікроклімату згідно [ДСТУ 12.1.005-88. ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони.] наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 5.1 - Оптимальні й припустимі параметри мікроклімату

Пора року	Оптимальні (щитова)			Припустимі (котельн. отд-і.)		
	$t, ^\circ\text{C}$	$W, \%$	$V, \text{м/с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$W, \%$	$V, \text{м/с}$
Теплий	23...25	40-60	$\leq 0,1$	22...28	До 55	0,1...0,2
Холодний	22...24	40-60	$\leq 0,1$	21...25	До 75	$\leq 0,1$

З метою забезпечення необхідних по нормативах параметрів мікроклімату проектом передбачено:

- проточна вентиляція з подачею повітря;
- витяжна вентиляція, для видалення повітря з котельного цеху з верхньої зони;

- автоматизація технологічних процесів (керування процесом дистанційно із щитових приміщень);

- зменшене виділення тепла й вологи за рахунок удосконалення устаткування й технологічного процесу.

- вентилявання приміщення з метою профілактики теплових травм, а також забезпечення необхідної температури повітря; вимір температури повітря в приміщенні проводиться три рази за робочу зміну; виміри проводяться на висоті 1 метра при виконанні робіт сидячи й на висоті 1.5 метра при виконанні робіт стоячи;

- при виконанні робіт поблизу поверхонь устаткування, що має високу температуру, передбачене екранування поверхонь теплоізоляційними щитами (екранами), при необхідності використовуються засоби індивідуального захисту.

Вентиляція й опалення котельні забезпечують видалення надлишків вологи, їдких газів, пилу й підтримують наступні температурні умови, згідно [ДСН 3.3.6.042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень".]:

- а) у зоні постійного перебування обслуговуючого персоналу температура повітря взимку не нижче 12 °С, а влітку не більше ніж на 5 °С перевищує температуру зовнішнього повітря;

- б) в інших місцях можливого перебування обслуговуючого персоналу температура повітря не більше ніж на 15 °С вище температури в основній зоні;

- в) у щитовій зоні, постійного знаходження персоналу, передбачене кондиціонування.

5.1.4 Склад повітря робочої зони.

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично припустимими концентраціями (ГДК) у мг/м³. Їх гранично припустимі концентрації нормуються

відповідно до [ДСТУ 12.1.005-88. ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони.].

Для забезпечення необхідного складу повітря робочої зони проектом передбачено:

- приточна вентиляція;
- витяжна вентиляція;
- сигналізація загазованості котельного цеху;
- димосос і вентилятор розташовані поза приміщенням котельні на окремій площадці;
- виконується періодичний контроль складу повітря робочої зони.

5.1.5 Виробниче освітлення

Котельний цех забезпечується природним світлом через віконний проріз. Також передбачене штучне освітлення у вигляді газорозрядних ламп. Для аварійного освітлення передбачені акумуляторні ліхтарі.

Аварійним освітленням обладнані наступні місця:

- а) фронт котлів, а також проходи між котлами, позад котлів і над котлами;
- б) щити й пульти керування;
- в) водовказівні й вимірювальні прилади;
- г) насосне встаткування.

Освітленість приміщення котельні відповідає ДБН В.2.5-28-2006.

5.1.6 Природне освітлення.

Природне освітлення нормується параметром природного освітлення:

$$\text{КПО} = e = \frac{E_{\text{внутр.}}}{E_{\text{наружн.}}} \cdot 100\%;$$

де $E_{\text{внутр}}$ – внутрішнє освітлення приміщення;

$E_{\text{наружн.}}$ - освітлення розсіяним світлом всього небозводу.

Для умов, які розглядаються в проекті система природного освітлення (однобічне), нормативне значення коефіцієнта e_n для робочого приміщення розраховується по наступній формулі:

$$e_{\text{нр}} = e_n \cdot m,$$

де m - коефіцієнт світлового клімату. Для даних умов коефіцієнт природної освітленості $e_n=1,5\%$, $m=0,85$, таким чином:

$$e_{\text{нр}} = 1,5 \cdot 0,85 = 1,275\% .$$

Вибір величини віконних прорізів здійснюється виходячи з багатьох факторів: пояса, мата, розташуванню вікон стосовно сторін світла, інших будівель, що перебувають у видимості й т.д.

5.1.7 Штучне освітлення

Штучне освітлення згідно [ДБН В.2.5-28-2006. Природне й штучне освітлення. Норми проектування] підрозділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне.

Критерієм штучного освітлення прийняті:

- освітленість E ;
- показник дискомфорту M ;
- коефіцієнт пульсації освітленості K_p .

Штучне освітлення нормується згідно [ДБН В.2.5-28-2006. Природне й штучне освітлення. Норми проектування], з огляду на розряд, підрозряд робіт, систему освітлення й тип джерела світла. Нормованим параметром є освітленість E . По методу коефіцієнтів використання світлового потоку, розраховується загальне штучне освітлення.

Організація раціонального освітлення робочих місць і будівельних майданчиків є одним з основних питань охорони праці. Від пристрою освітлення багато в чому залежить продуктивність і безпека праці, а також якість виконуваних робіт. Для забезпечення нормативного значення E передбачено:

- системи робочого, аварійного й евакуаційного освітлення;
- аварійне освітлення живиться від джерела постійного струму (12В), резервується від акумуляторних батарей;
- як джерело освітлення застосовуються газорозрядні лампи типу ДРП і лампи накаливання 220 В в випадку якщо світильник розташовується вище ніж 2,5 м від підлоги, також лампи накаливання використовуються в коридорах, на сходах, площадках обслуговування ;
- у приміщеннях, де постійно перебуває персонал, встановлюються люмінесцентні лампи.

5.1.8 Виробничий шум

Звук (шум) характеризується інтенсивністю, тобто потоком звукової енергії через одиницю площі. Характеристикою шуму на робочому місці є рівень звукового тиску L_p (дБ):

$$L_p = 20 \cdot 1g(P_1/P_0), \text{ дБ},$$

де P_1 – середньоквадратичне значення звукового тиску, Па, за розглянутий період часу;

P_0 – значення звукового тиску на нижньому порозі чутливості в октавній смузі зі середнегеометричною частотою 10Гц.

L_p – нормується залежно від частоти, характеру робіт і шуму (нормованого по відрядних спектрах – ПС). Так само характеристикою шуму є рівень звуку :

$$L_A = 20 \cdot 1g(P_{A1}/P_0), \text{ дБ},$$

де P_{A1} – середньоквадратичне значення звукового тиску (з врахуванням корекції А шумоміра).

L_A – нормується залежно від характеру робіт і характеру шуму.

Гранично припустимі рівні звуку на робочих місцях у приміщенні котельні 75 дБ. Забороняється навіть короточасне перебування в зонах з рівнем звукового тиску 135 дБ. Припустимі рівні звукового тиску й рівні звуку для постійного широкополосного шуму зазначені в таблиці 1.2.

Таблиця 5.2 - Припустимі рівні звукового тиску й рівні звуку для постійного широкополосного шуму [ДСН 3.3. 6.037-99 “Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку”]

Характер роботи	Припустимі рівні звукового тиску (дБ) у стандартизованих октавних смугах з середнегеометричними частотами (Гц)									Припустимий рівень звуку, дБа
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Робота біля ПК	1003	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Щитова	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

Для забезпечення необхідних значень L_p й L_A проектом передбачено:

- тягодуттєва машина й димосос винесені за межі котельні ;
- технічні засоби боротьби із шумом шляхом балансування й регулювання шумовиробляючих машин;
- теплова ізоляція в покривному шарі встаткування й трубопроводів одночасно є й шумопоглинаючим матеріалом;
- дистанційне керування;
- при необхідності в котельні працівники зобов'язані користуватися протишумними засобами захисту (наушники протишумні, вкладиші протишумні "Беруші", протишумні заглушки).

5.1.9 Виробничі вібрації

Відповідно до [Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води, Держнаглядохоронпраці] нормуються припустимі величини віброшвидкості (м/с) або віброприскорення (м/с²), або логарифм віброшвидкості

$$L = 20 \lg \frac{V_1}{V_0}, \text{ дБ}$$

де: V_1 - середньоквадратичне значення віброшвидкості за повний період часу, м/с;

$V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с - вихідне значення віброшвидкості.

Джерелами вібрації є: електричні машини, насоси, трубопроводи, димососи, вентилятори, котел й ін. устаткування.

Згідно з [ДСН 3.3. 6.039-99 "Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації"] категорія вібрації по санітарних нормах і критеріям оцінки – 3 «а». Характеристика умов праці [ДСН 3.3. 6.039-99 "Державні

санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації”]: технологічна вібрація, що діє на операторів стаціонарних машин й устаткування й передається на робочі місця, що не мають джерел вібрації.

У котельні для загальної вібрації припустимі значення нормованого параметра в діапазоні октавних смуг зі середньгеометричними частотами 8...1000 Гц – 108дБА, $L_v^{\text{факт}}=80\text{дБА}$.

Для зменшення впливу вібрації передбачено:

– установка всього встаткування, що є джерелом вібрації, на індивідуальні фундаменти із застосуванням матеріалів, які гасять вібрації [ДСН 3.3. 6.039-99 “Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації”];

- на трубопроводах передбачена установка компенсаторів ;

- на повітроводах передбачені еластичні вставки.

- дистанційне керування встаткуванням, що виключає передачу вібрації на робочі місця, віброізоляція робочих місць.

5.1.10 Виробничі випромінювання

У процесі експлуатації встаткування котельні персонал піддається наступним виробничим випромінюванням:

- при роботі тепломеханічного встаткування - інфрачервоному випромінюванню;

- при виконанні зварювальних робіт - ультрафіолетовому випромінюванню.

Для інфрачервоного випромінювання нормується інтенсивність теплового випромінювання від поверхні нагрітого технологічного встаткування, освітлювальних приладів, інсоляція на постійних робочих місцях, залежно від опромінювальної поверхні тіла працюючого, категорії виконуваних робіт, тривалості впливу.

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного встаткування, освітлювальних приладів, інсоляції на постійному й непостійному робочому місцях не повинна перевищувати 35 Вт/м^2 при опроміненні 50 % поверхні тіла і більше, 70 Вт/м^2 при опроміненні 25÷50 % тіла, 100 Вт/м^2 при опроміненні не більше 25 % поверхні тіла.

Технічні рішення по запобіганню шкідливого впливу на працюючих:

- температура поверхонь котлоагрегату не повинна перевищувати 50 градусів, а іншого встаткування 45 градусів, досягається застосуванням теплоізоляції.
- автоматизація технологічного процесу, дистанційне керування.
- робочі зони (місця) при необхідності екрануються.
- для зменшення дії ультрафіолетового випромінювання застосовують індивідуальний захист.

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Безпека в надзвичайних ситуаціях регламентується ПЛАС (ДНАОП 0.00-4.33-99).

Основними складовими ПЛАС є оперативні плани , щодо дій персоналу при виникненні надзвичайних ситуацій , а також розробка технічних рішень та організаційних заходів з пожежної безпеки та евакуації, і оповіщення персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації.

5.2.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки при аварійних станах котельного обладнання.

Випадки аварійного зупинення і порушень у роботі котла підрозділяються на наступні групи:

1. Аварії, що вимагають негайного зупинення котла.
2. Порушення режимів, при яких тривала робота котла не допускається.
3. Порушення режимів, при яких потрібно розвантаження котла.

Котел повинен бути негайно зупинений дією захистів або персоналом у випадках:

- зниження витрати води через котел більш ніж на 10 сек.;
- падіння тиску води за котлом нижче більш ніж на 10 сек.;
- підвищення тиску води за котлом;
- підвищення температури води на виході з котла вище;
- зниження тиску повітря перед пальниками нижче 70 мм вод. стовпа;
- зниження розрідження в топці до + 10 мм вод. стовпа;
- погасання факела в топці(з витримкою часу 2,5 сек.);
- виходу з ладу витратомірів мережної води котла (якщо при цьому виникають порушення режиму, що вимагають регулювання витрати);
- зникнення напруги на пристроях дистанційного і автоматичного управління, контрольно-вимірювальних приладах і колах захистів;
- вибуху в топці, вибуху або загоряння паливних відкладень у газоходах; при обвалі теплоізоляції, а також інших пошкодженнях, що загрожують персоналу або обладнанню;
- розриву мазутопроводу або газопроводу в межах котла;
- розриву труб водяного тракту або виявлення тріщин, в основних елементах котла (колекторах, камерах арматури, вхідних, вихідних, перепускних трубопроводах);
- пожежі, яка загрожує персоналу, устаткуванню, а також електричним колам дистанційного керування арматурою, що входить у схему захисту котла;

При спрацьовуванні захистів, що діють на зупинення котла, закриваються: ШЗК, газова засувка Г-11(Г-12,Г-13), кулькові крани на пальниках котла.

Котел повинен бути зупинений за розпорядженням головного інженера ТМ у випадках:

- виявлення свищів у трубах поверхонь нагрівання, колекторах, вхідних, вихідних, перепускних трубопроводах, а також витікань, паринь в арматурі і фланцевих з'єднаннях;
- неприпустимого перевищення температури металу поверхонь нагріву якщо знизити температуру зміною режиму котла не вдається;
- різкого погіршення якості мережної води;
- несправності окремих захистів або пристроїв дистанційного й автоматичного керування, а також окремих контрольно-вимірювальних приладів.

При виникненні порушень в роботі і аварійних ситуацій необхідно:

1. Вжити необхідні заходи для запобігання розвитку аварії, забезпечення безпеки людей, зберігання обладнання і відновлення нормального режиму.

2. Ретельно стежити за показаннями приладів КВП, особливу увагу звернути на:

- параметри мережної води перед і за котлом;
- витрата води через котел і в магістралях;
- стан тягодуттьових механізмів;
- тиск палива перед котлом;
- горіння в топці;
- розрідження в топці.

3. Контролювати спрацьовування захистів, у випадку їхньої відмови виконати зупинення вручну ключем дистанційного відключення котла, або впливом на ШЗК по місцю. При зупиненні котла вручну виконати наступні операції:

- закрити ШЗК і відсікаючу газову засувку до котла (якщо не відбулося її автоматичне закриття), закрити регулюючий клапан, на газопроводі до котла;
- перевірити закриття газових кранів на пальниках і закрити ручні засувки на цих лініях;
- переконатися у відсутності горіння в топці;
- подальші операції виконувати відповідно до розд. 5 цієї інструкції.

Після зупинення котла з'ясувати причину виникнення порушення в роботі і вжити заходів до її усунення.

Після усунення причин порушення в роботі і його наслідків, приступити до відновлення нормального режиму роботи котла.

У випадку неможливості включення котла в роботу подальші операції виконувати в залежності від характеру майбутніх ремонтних робіт.

4. У залежності від причин аварійного зупинення котла необхідно виконати наступні додаткові операції:

а) При розриві колекторів мережних трубопроводів або труб поверхонь нагрівання:

- відключити котел від тепломережі;
- здренувати воду з котла;
- при великому викиді пари в приміщення котельні вжити заходів до вентиляції.

б) У випадку вибуху в топці і газоходах котла провести ретельний огляд котла і допоміжного обладнання, визначити обсяг ушкоджень і вжити заходів з їх усунення.

в) У випадку розриву паливопровода:

- негайно відключити ушкоджену ділянку засувками;
- перевірити щільність відключеної ділянки, у випадку нещільності запірної арматури вжити заходів до усунення нещільностей;
- підготувати засоби пожежогасіння;

- у районі витоку палива не допускати зварювання і різання, включення і виключення електричної комутаційної апаратури;

- при розриві мазутопровода приступити до видалення мазуту, що розлився, із приміщення котельні;

- перевірити на загазованість місця, що погано вентилюються, та не допускати людей у район витоку палива.

г) У випадку загоряння зольних відкладень на поверхнях нагрівання або в газоході котла:

- після відключення котла відключити ДВ, Д, закрити шиберу і направляючі апарати вентиляторів і димососів;

- подати воду для гасіння пожежі з пожежного водопроводу.

д) У випадку виявлення свищів у трубах поверхні нагрівання посилити контроль за горінням у топці котла, огородити місце дефекту та вивісити попереджувальні плакати.

е) У випадку погіршення якості води перед котлом, з дозволу Ст. ЧД ОДУ ТМ необхідно знизити температуру води за котлом.

ж) У випадку несправності окремих захистів або пристроїв дистанційного і автоматичного керування, підсилити контроль за роботою котла і в разі потреби, виконати операції по керуванню вручну.

5. При виникненні порушень в роботі необхідно доповісти Ст.ЧД ОДУ ТМ, начальнику РК і керівництву СТД, записати в оперативному журналі час події, характер порушень у роботі котла, відомості про загоряння світлових табло і блінкерах, що випали, виконані операції по усуненню порушень у роботі котла, відзначити крейдою блінкера (вказівні реле), які спрацювали при роботі технологічних захистів.

6. При ліквідації аварійних ситуацій діяти у відповідності до "Інструкції з попередження і ліквідації технологічних порушень на РК "Молодь"", "Плану ліквідації аварій у газовому господарстві" і " Оперативного плану пожежогасіння на РК "Молодь".

7. Приймання та здача зміни під час ліквідації порушень технологічного режиму забороняється.

5.3 Пожежна безпека

Пожежа –це неконтрольоване горіння поза спеціальними вогнищами , що наносить матеріальний збиток. Горіння – хімічна реакція окислення , що супроводжується виділенням великої кількості тепла й світіння.

У котельні пожежа може виникнути при порушенні ізоляції проводів, при короткому замиканні, порушенні правил експлуатації електроустаткування.

Основними джерелами пожежі є:

- пилопроводи;
- пальники;
- кабельні траси;
- розподільні щитки.

Пожежна безпека - це стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість його виникнення й розвитку пожежі, а при його виникненні забезпечуються умови для локалізації, захисту людей і матеріальних цінностей.

Пожежна безпека досягається:

- системою запобігання пожежі;
- системою протипожежного захисту;
- організаційно-технічними заходами.

Основні пожежонебезпечні речовини й матеріали по яких визначається категорія пожежонебезпеки й клас приміщення:

- пило повітряна суміш: група горючості ГТ, $t_{всп}=500\div 700$ °С , $кн=3$ %, $кв=15$ %;
- мазут ТМ-100: група горючості ГЖ, $t_{всп}=100\div 140$;°С

– трансформаторне масло: група горючості ГГ, $t_{CB}=300^{\circ}\text{C}$, $t_{BCП}=135^{\circ}\text{C}$, $t=122^{\circ}\text{C}$, $t=165^{\circ}\text{C}$;

– турбінне масло: група горючості ГЖ, $t_{CB}=400^{\circ}\text{C}$, $t_{BCП}=184^{\circ}\text{C}$, $t=148^{\circ}\text{C}$, $t=182^{\circ}\text{C}$;

– водень: група горючості ГГ, $t_{CB}=510^{\circ}\text{C}$, $KH=4\%$, $KB=75\%$.

Відповідно до [ОНТП 24-86 Визначення категорій приміщень і будинків по вибухопожежній небезпеці], котельня ставиться до категорії Г з ступенем вогнестійкості III (основні: несучі конструкції неспаленні (залізобетонні перекриття), а не несучі - важко спаленні).

Можливі фактори пожежі в приміщенні:

– порушення протипожежного режиму (використання побутових нагрівальних приладів, паління і т.п.);

– несправність електрообладнання (пробій ізоляції і т.п.).

Засоби протипожежної безпеки:

– в приміщенні встановлено димові сповіщувачі СПД-1, які входять до складу автоматичних систем пожежника (ДБН В2.5-13-96) а в коридорі встановленні теплові сповіщувачі ПП-105;

– встановлено звуковий сповіщувач в приміщенні сходової клітини, для оповіщення людей про пожежу;

– в приміщенні суворо заборонено використання побутових нагрівальних приладів, палити;

– двері відкриваються назовні;

– ширина дверного отвору 1 м, що задовольняє нормативним вимогам – не менш 0,8 м.

– кількість одночасно працюючого персоналу 3 особи, що задовольняє нормативним вимогам – не більше 25 осіб при одному виході,

– висота дверного отвору складає 2 м, що задовольняє нормативним вимогам – не менш 2 м ,

– в приміщенні суворо забороняється зберігати вогнебезпечні речовини та вироби (тканина, рослинні масла, лакофарби и т.п.);

В приміщенні відсутні вогнегасники, але є вогнегасники в коридорі - 2 види: порошковий і вуглекислотний. Кількість та умови використання вогнегасників регламентує ISO 3941-77 та ДСТУ 3675-98.

Шляхи евакуації людей у випадку пожежі для даного приміщення відповідають встановленим нормам (СНиП 2.01.02-85 та СНиП 2.09.02-85).

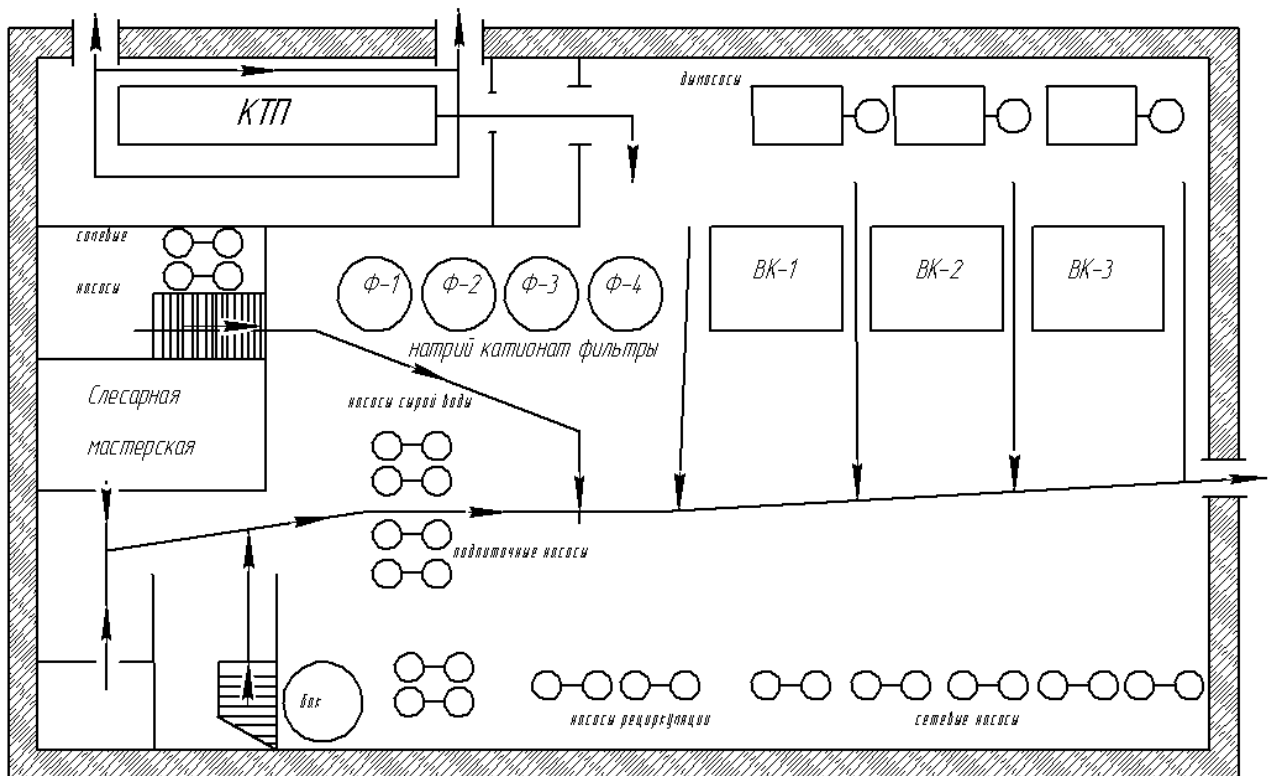


Рисунок 5.1 - План евакуації при надзвичайних ситуаціях на першому поверсі котельні

ВИСНОВКИ

На даний час підвищення екологічних стандартів та вимог до ефективності реалізації ресурсів сприяє інтенсивному впровадженню нових технологій.

В Україні, паливно-енергетичний комплекс потребує повномасштабної модернізації, а особливо вугільна промисловість, оскільки саме вугілля є стратегічним паливом нашої країни.

Профіцит вугілля газової групи має бути використаний для заміщення антрацитового вугілля на ТЕС України.

Використання газового вугілля потребує виконання теплового розрахунку топки, а також визначення розподілу теплового навантаження по висоті яке дозволить визначити умови роботи еcranів на новому виді палива. Для переведення котлів з антрацитового вугілля на газове на першому етапі в обов'язковому порядку необхідно виконати проект реконструкції котельного та допоміжного обладнання спеціалізованої організації для визначення можливості та доцільності такої реконструкції. У випадку позитивного рішення після реалізації розроблених заходів необхідно провести випробування котла на різних режимах при спалюванні нового палива.

В результаті роботи було виконано 2 теплових розрахунки на двох видах палива: на проектному паливі – АШ і на кам'яному вугіллі марки Г. Результати показали що при використанні газового вугілля, ми можемо підняти ККД котла майже на 2% що є суттєвим показником, зменшити коефіцієнт надлишку повітря (в нашому випадку коефіцієнт надлишку повітря топки для кам'яного вугілля марки Г менше на одну десяту), втрата теплоти від механічної неповноти згорання значно менше у вугілля марки Г (різниця майже 3,5%).

Далі було виконано 3 позонних розрахунки для візуального відображення теплового навантаження по висоті топки: на АШ і на газовому вугіллі при двох випадках: при наявності ошиповки і при її відсутності.

Питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при науково-дослідницькій та експлуатаційній роботі з енергетичним обладнанням розглянуті в розділі 5.

Всі поставлені в магістерській роботі задачі виконані, результати їх вирішення вважаються задовільними.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод). Под ред. Н.В. Кузнецова и др. – М.: Энергия, 1973. – 296 с.
2. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод) - СПб - 1998, 256с.
3. Компоновка и тепловой расчет парового котла: Учеб. пособие для вузов/ Ю.М. Липов, Ю.Ф. Самойлов, Т.В. Виленский. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 208 с.
4. Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу "Котельные установки промышленных предприятий" для студентов специальности (7.090510)/ Сост.: А.А. Соловьев, В.М. Житаренко – Мариуполь: ПГТУ, 1998. – 40 с.
5. Методические указания "Расчет объемов и энтальпий воздуха и продуктов сгорания для смеси топлив с применением ЭВМ" по курсу "Котельные установки промышленных предприятий". / Сост.: А.А. Соловьев, В.Н. Евченко. – Мариуполь: ММИ, 1991. – 17 с.
6. Тепловой расчет промышленных парогенераторов. / Под ред. В.И. Частухина. – Киев: Вища шк., 1980. – 184 с.

Додаток А

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
НА НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

Додаток Б

ДОВІДКА ПРО ВИКОРИСТАННЯ

ДОВІДКА
про використання
Результатів магістерської дисертації на тему
“Реконструкція котла ТП-100 при його переводі з АШ на газове вугілля”
Грязева Дмитра Станіславовича

м. Київ

“15” травня 2018 р.

Магістерська дисертація Грязева Дмитра Станіславовича на тему “Реконструкція котла ТП-100 при його переводі за АШ на газове вугілля” виконана на належному рівні, відповідає сучасним пріоритетним напрямкам розвитку паливно-енергетичного комплексу України.

Вважається, що отримані результати дисертації можуть бути використані при розробці ТЕО, впровадженні або ж реконструкції діючих котлів, є практично цінними для реалізації переводу котла ТП-100 на газове вугілля.

Завідувач відділу
Процесів горіння та газифікації вугілля
Інституту вугільних енерготехнологій
НАН України, с.н.с., к.т.н

О.І.Топал