

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт – Энергетический
Направление подготовки – 13.03.03 Энергетическое машиностроение
Кафедра – Парогенераторостроения и парогенераторных установок

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект котельной установки с котлом типа Е паропроизводительностью 230 т/ч взамен отработавшего ресурс оборудования

УДК 621.181:621.311.22:697.34

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5В31	Зоркольец Евгений Вадимович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ПГС и ПГУ	Воронцова Елена Сергеевна			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры Менеджмента	Грахова Елена Александровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и БЖД	Извеков Владимир Иванович	к.т.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПГС и ПГУ	Заворин Александр Сергеевич	д.т.н., профессор		

Томск – 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Энергетический
 Направление подготовки (специальность) 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»
 Кафедра Парогенераторостроения и парогенераторных установок

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
5В31	Зоркольецу Евгению Вадимовичу

Тема работы:

Проект котельной установки с котлом типа Е паропроизводительностью 230 т/час взамен отработавшего ресурс оборудования

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы: 1 июня 2017 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Паропроизводительность $D = 230$ т/ч; Давление в барабане $P_6 = 14,2$ МПа; Давление перегретого пара $P_{пп} = 12,7$ МПа; Температура перегретого пара $t_{пп} = 510$ °С; Температура питательной воды $t_{пв} = 235$ °С; Сжигаемое топливо Интинский (№63); Рабочая влажность $W_t^r = 12$ %; Рабочая зольность $A^r = 30$ %; Величина непрерывной продувки $p = 3,0$ %.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1 Введение (с обоснованием актуальности темы и цели работы) 2 Тепловой расчёт топочной камеры 3 Тепловой расчет и конструирование поверхностей нагрева парового котла 4 Аэродинамический расчет газового тракта парового котла 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6 Социальная ответственность 7 Заключение, в т.ч. на иностранном языке.

Перечень материала	графического	Продольный разрез котла (чертеж общего вида; формат А1) – 1 лист; Поперечные разрезы котла (чертеж общего вида; формат А1) – 1 лист; Горизонтальный разрез котла и вид сверху (чертеж общего вида; формат А1 или А2) – 1 лист. Схема газоздушного тракта котельной установки – 1 лист на формате А1.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы		
Раздел	Консультант	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Елена Александровна	
Социальная ответственность	Извеков Владимир Иванович	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:		

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.04.2017 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Воронцова Е.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5В31	Зоркольец Евгений Вадимович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5В31	Зоркольец Евгений Вадимович

Институт	ЭНИН	Кафедра	ПГС и ПГУ
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Энергетическое машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Средняя стоимость 1 м ³ производственного здания – 1300 руб/ м ³ ; цена натурального топлива – 3050 руб/т.; стоимость 1 кВт потребляемой энергии – 1,75 руб.; стоимость 1 кВт заявленной мощности – 275 руб.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Паропроизводительность котла – 230 т/ч.; установочная мощность токоприемников парогенератора – 70 кВт; число часов использования установленной мощности – 6650 ч; часовой расход воды в котле – 2,5 % от паропроизводительности.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления на социальные нужды – 30%; амортизационные отчисления на капитальный ремонт и реновацию – 3 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Анализ конкурентоспособности технических решений</i>
<i>2. Определение капитальных вложений в проектируемый паровой котел</i>
<i>3. Определение годовых эксплуатационных издержек</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Грахова Е.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5В31	Зоркольец Евгений Вадимович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5В31	Зоркольец Евгений Вадимович

Институт	Кафедра	ПГС и ПГУ
Уровень образования	Направление/специальность	Энергетическое машиностроение
Бакалавр		

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Проект котельной установки с котлом типа Е паропроизводительностью 230 т/час для замены отработавшего ресурс оборудования
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – напряженность зрения; – освещенность; – шум и вибрации; – электромагнитные излучения; – движущиеся механизмы, подвижные части производственного оборудования; – электрический ток.
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на 	<p>Вредные выбросы в атмосферу – твердые частицы золы, оксиды серы, оксиды азота. При неполноте сгорания топлива – угарный газ, углеводороды. В зонах воздействия золошлакоотвалов формируются неблагоприятные экологические ситуации из-за пылеобразования, а также вымывания компонентов золы, попадания их в</p>

НТД по охране окружающей среды.	почву и подземные воды, что, в свою очередь, оказывает негативное воздействия на население. Более того шлак радиоактивен.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Взрыв котла — форма физического взрыва, катастрофический отказ парового котла, при котором происходит его разрушение. Чаще всего взрывы котлов происходят из-за чрезмерно высокого давления пара и обусловлены дефектом конструкции, либо из-за отсутствия надлежащего периодического ремонта, либо неправильной эксплуатации (выход из строя предохранительного клапана, при понижении уровня воды в котле ниже допустимого и т. д.).</p> <p>Пожар — неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью людей, интересам общества, государства.</p>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны оператора котельной установки

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Извеков В.Н.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5В31	Зоркольец Е.В.		

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе (ООП) 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Универсальные компетенции		
Р1	Готовность к самостоятельной индивидуальной работе и принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции, способность к переоценке накопленного опыта и приобретению новых знаний в условиях развития науки и изменяющейся социальной практики, применению методов и средств обучения и самоконтроля, критическому оцениванию своих достоинств и недостатков, осознанию перспективности интеллектуального, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	Требования ФГОС (ОК-6,7,8), Критерий 5 АИОР (п. 1.1, п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р2	Готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе для выбора путей достижения общей цели при выполнении комплексных инженерных задач, к обобщению и анализу различных мнений, участию в дискуссиях для принятия решений в нестандартных условиях и готовность нести за них ответственность	Требования ФГОС (ОК-1,3,4,12), Критерий 5 АИОР (п. 2.2., п. 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р3	Понимание сущности и значения информации в развитии современного общества и профессиональной среды, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации и использования их для решения коммуникативных задач, в том числе с применением государственного и одного из иностранных языков	Требования ФГОС (ОК-2,11,15), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р4	Способность и готовность понимать движущие силы, закономерности и место человека в историческом процессе, ответственно участвовать в политической жизни с соблюдением прав и обязанностей гражданина, моральных и правовых норм общества, анализировать социально и экономически значимые проблемы и процессы с использованием методов гуманитарных, социальных и экономических наук, быть активным субъектом экономической деятельности	Требования ФГОС (ОК-5, 9, 10, 14), Критерий 5 АИОР (п. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р5	Способность к эстетическому развитию и самосовершенствованию, бережному отношению к историческому и культурному наследию, уважению многообразия культур и цивилизаций, к физическому самовоспитанию, сохранению и укреплению здоровья для обеспечения полноценной деятельности; осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда в энергетическом машиностроении и теплоэнергетике	Требования ФГОС (ОК-13,16, ПК-5, 16), Критерий 5 АИОР (п. 2.5, п. 2.6.), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Профессиональные компетенции		
Р6	Готовность применять базовые и специальные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для моделирования, проектирования и совершенствования объектов профессиональной деятельности и процессов в энергетическом машиностроении	Требования ФГОС (ПК-1,2,3), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
P7	Готовность решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и эксплуатацией энергетических машин, аппаратов и установок с использованием системного анализа и формировать законченное представление о принятых решениях средствами нормативно-технической и графической информации	Требования ФГОС (ПК-4,6,7,8), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Способность и готовность выполнять инженерные проекты с применением современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию и требованиям ЕСКД с учетом экономических и экологических ограничений, подтверждать знания теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах и аппаратах	Требования ФГОС (ПК-9,10,11,12,13), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Способность и готовность планировать и выполнять численные и экспериментальные исследования инженерных задач, проводить обработку и анализ результатов, участвовать в испытаниях объектов энергетического машиностроения по заданной программе	Требования ФГОС (ПК-14,15), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Способность и готовность осваивать новые технологические процессы и виды оборудования; использовать технические средства для измерения основных параметров котлов, парогенераторов, камер сгорания, теплообменников разного назначения, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, осуществлять монтажно-наладочные и сервисно-эксплуатационные работы на энергетических объектах после непродолжительной профессиональной адаптации	Требования ФГОС (ПК-17,18,19,20,21), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Способность и готовность проводить технико-экономическое обоснование решений с применением элементов экономического анализа, соблюдать и обеспечивать производственную и трудовую дисциплину и осуществлять организационно-управленческую работу с малыми коллективами	Требования ФГОС (ПК-22,23,24), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 122 страниц, 9 источников, 17 таблиц, 6 рисунков, 3 приложения.

Ключевые слова: котельный агрегат, тепловой баланс котла, энтальпия, пар, дымовые газы, излучение, теплопередача, теплоотдача, топливо.

Целью работы является: разработка проекта котельной установки с котлом типа Е паропроизводительностью 230 т/ч для замены отработавшего ресурс оборудования.

Задачи проекта заключаются в выборе рациональной компоновки и определении размеров поверхностей нагрева парового котла, определении температур и тепловосприятий рабочего тела и газовой среды в поверхностях нагрева котла.

Расчеты поверхностей нагрева проводились в данной работе конструкторским методом.

Результатом данной работы являются полученные расчетные характеристики котельной установки, выбор необходимых тягодутьевых машин на основе определения производительности тяговой и дутьевой систем и перепада полных давлений в газовом и воздушном трактах, рассчитанная стоимость вырабатываемого пара, выявленный уровень опасных и вредных факторов рабочего места конструктора.

Работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, с использованием программы КОМПАС 3D-V16, MathCad15.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

Обозначения и сокращения:

1. || – параллельно
2. ВПО – впрыскивающий пароохладитель
3. ГВ – горячий воздух
4. ГГ – горизонтальный газоход
5. ДГ – дымовые газы
6. ДПН – дополнительные поверхности нагрева
7. ЖС – живое сечение
8. КИВ – коэффициент избытка воздуха
9. КПД – коэффициент полезного действия
10. КППИ – конвективный пароперегреватель I ступени
11. КППШ – конвективный пароперегреватель II ступени
12. КТИ – коэффициент теплоотдачи излучением
13. КТК – коэффициент теплоотдачи конвекцией
14. КТО – коэффициент теплоотдачи
15. КТЭ – коэффициент тепловой эффективности
16. КШ – конвективная шахта
17. ОП – опускные трубы
18. ОПРШ – относительный продольный шаг
19. ОПШ – относительный поперечный шаг
20. ПВ – питательная вода
21. ПВС – пароводяная смесь
22. ПО – пароотводящие трубы
23. ПО1 – пароохладитель первой ступени
24. ПО 2 – пароохладитель второй ступени
25. ПП – перегретый пар
26. РПП – радиационный пароперегреватель
27. ТВК – тепловосприятие конвекцией

- 28. ТВС – тепловосприятие
- 29. ТИС – толщина излучающего слоя
- 30. ТК – топочная камера
- 31. ТН – температурный напор
- 32. ТОБ – теоретический объем
- 33. т-ра – температура
- 34. УКТ – уравнение конвективного теплообмена
- 35. УТБ – уравнение теплового баланса
- 36. ХВ – холодный воздух

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Котельная установка – котельными установками называется комплекс необходимого оборудования для котельной включая сам паровой котел.

Котельный агрегат – это устройство, предназначенное для преобразования химической энергии сжигаемого топлива в потенциальную энергию перегретого пара необходимого давления и температуры, в основе процесса которого лежит закон теплопередачи от высокотемпературных продуктов сгорания топлива к рабочей среде.

Циркуляция – циркуляцией воды называется движение воды по замкнутому контуру. В состав контура циркуляции, в общем случае, входят такие конструктивные элементы котлов, как барабаны, коллекторы, обогреваемые и необогреваемые трубы поверхностей нагрева.

Самотяга – самотяга это физическое явление возникающее в газовом тракте котла вследствие разности плотностей окружающего воздуха и продуктов сгорания.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	13
1 Обзор литературы.....	14
2 Объект и методы исследования.....	16
3 Аэродинамический расчет газового тракта котельной установки с паровым котлом Е-230-12,7-510 КТ	18
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	57
5 Социальная ответственность.....	74
Заключение	88
Список используемых источников	89
Приложение А Тепловой расчет и конструирование поверхностей нагрева парового котла Е-230-12,7-510 КТ	90
Приложение Б Средние объемные характеристики продуктов сгорания для отдельных газоходов котла	121
Приложение В Таблица энтальпий	122

ВВЕДЕНИЕ

Энергетическая отрасль нашей страны считается одной из ключевых отраслей промышленности. Электрическая энергия необходима современному миру в различных областях. Развитие энергетической отрасли на сегодняшний день имеет огромное значение для Российской Федерации. В итоге, от стабильности энергетической отрасли, в конечном счете, зависит вся экономика Российской Федерации.

В ближайшее время возможно существенное увеличение потребления энергии, которое связано с тем, что будет продолжать развиваться экономическая отрасль, а также немаловажно отметить, что будет увеличиваться прирост населения. Это все приведет к росту нагрузки на систему энергетического снабжения и потребует тщательного внимания к эффективности использования энергии.

Целью данной работы является расчет и проектирование котельного агрегата с естественной циркуляцией паропроизводительностью 230 т/ч, указанными значениями перегретого пара, работающего на Интинском угле. Так же необходимо оценить возможность включения нового спроектированного котла взамен отработавшего свой ресурс котла станции.

Определение технико-экономических показателей основного оборудования котельной установки.

При рассмотрении вопросов социальной ответственности необходимо разобрать производственную безопасность и ее составляющие: напряженность зрения, освещение, вентиляция, шум и вибрации, движущиеся механизмы, электробезопасность, противопожарная безопасность, помимо этого разобрать организационные мероприятия для обеспечения безопасности.

1 Обзор литературы

Котлостроение является одной из важных ветвей энергетической отрасли. В процессе долгого совершенствования этой отрасли появилось достаточно много литературы и научных работ, в основном все они выпали на советский период.

В наше же время продолжается ее совершенствование, но база все-равно остается еще с тех времен. Результатом является то, что вся имеющаяся литература на данный момент уже устарела, но не утратила своей актуальности. Она также переиздается с небольшими корректировками.

Российская Федерация обладает колоссальным объемом энергетических мощностей. На ее территории располагается не одна сотня энергетических объектов. В данном проекте нашему взору интересны станции работающие на органическом топливе, именуемые ТЭС (тепловая электростанция).

На территории РФ на сегодняшний день размещается и функционирует около 372 ТЭС. В данной работе предполагается, что котельная установка ТЭС, будет функционировать на Интинском угле. Интинское месторождение расположено на северо-востоке европейской части России, в Республике Коми. Добыча началась в 1943 году.

История промышленного освоения Интинского угольного месторождения берет свое начало в 1940 г. Постановлениями партии и правительства в мае - июле 1940 г. была поставлена задача - произвести закладку трех шахт в Инте производительностью 100 тыс. т угля каждая. С 1941 г. развернулось широкое строительство шахт и интенсивное освоение богатейшего угольного бассейна. При этом в течение 15 лет Инта продолжала оставаться лагерной единицей ГУЛЖДС (главное управление лагерей железнодорожного строительства) и ГУЛГМП (главное управление лагерей горно-металлургической промышленности) ГУЛАГа СССР, и основной рабочей силой были заключенные. За эти годы было построено 14

мелких угольных шахт, которые впоследствии были объединены в четыре крупные шахты: "Глубокая", "Капитальная", "Восточная" и "Западная" общей производственной мощностью более 4 млн. т угля в год.

В 1956 г. было начато строительство последней шахты № 15 (ныне "Интинская") с обогатительной фабрикой мощностью 1 200 тыс. т угля в год. Окончено строительство шахты в 1965 г.

Основной организацией на данный момент, которая занимается добычей этого угля является АО «Интауголь». Разрабатываемая часть Интинского месторождения представляет собой свиту состоящую из 11 угольных пластов с углами залегания 0-600, мощностью 1,1-3,2 м. Пласты 11,10 характеризуются по строению как сложные, 8,5,4,3 – относительно сложные, 9 и 2 простого строения. Интинские угольные пласты являются высокозольными. Общепластовая зольность находится в пределах 25-38%.

Рынками сбыта интинских углей являются Северо-Западный и Центральный экономические районы. Обусловлено это близостью и наименьшими затратами на транспортировку угля, которая производится ж/д транспортом.

Данный уголь предполагается для сжигания в топках электростанций большой мощности (ТЭЦ и ГРЭС). Также данный уголь широко используются для сжигания в стационарных котельных установках, отопительных печах административных зданий, школ, больниц и других объектов социально-бытового назначения.

2 Объект и методы исследования

Объектом исследования является паровой котёл Е-230-12,7-510 КТ.

2.1 Характеристика Интинского угля

Маркировка каменного угля зависит от способа добычи, места добычи и условий хранения, так же от параметров, которые характеризуют поведение углей в процессе их сжигания. Разновидности каменных углей применяют для получения электрической энергии.

В качестве основного топлива для парового котла в данном проекте принимается Интинский каменный уголь марки Д.

Данный Интинский уголь характеризуется выходом летучих веществ 40 %, также имеет также характеристики как влажность и зольность, которые в свою очередь составляют 12 и 30 % соответственно.

Месторождением Интинского угля на территории РФ является Интинское месторождение Печорского угольного бассейна, которое расположено на северо-востоке европейской части России, в Республике Коми.

2.2 Обоснование принятых технических решений и методов проектирования

2.2.1 Выбор типа компоновки и шлакоудаления

В данной работе предпочтение было отдано П-образной компоновке котельного агрегата. Преимущество данной компоновки заключается в том, что подача топлива и выход газов происходит в нижней части котельного агрегата. Данное преимущество способствует более удобному выводу твёрдого шлака и установке дробевой очистки. Также преимущество это способствует тому, что тягодутьевые установки могут быть расположены на нулевой отметке. Данное преимущество позволяет исключить вибрационные нагрузки на каркас котла.

В проектируемом котельном агрегате в качестве топлива взят Интинский каменный уголь марки Д (длиннопламенный), что является дополнительным аспектом при выборе способа шлакоудаления в сторону

твёрдого шлакоудаления (ТШУ). ТШУ в основном используется при сжигании топлива с $t_c > 1300-1400$ °С, а также для тех видов топлив, у которых выход летучих веществ составляет $V^{daf} > 18$ % [3]. На основании этих факторов принято решение в сторону твёрдого шлакоудаления.

2.2.2 Обоснование принятия необходимых значений температур

Рекомендуемая температура газов на выходе из топки для различных органических твердых топлив не может быть выше, чем температура начала деформации золы t_A , это обусловлено тем, что если температура будет выше чем рекомендовано, частички золы начнут прилипать к поверхностям нагрева. В данном проекте $t_A = 1050$. Руководствуясь рекомендациями [4] решение было сделано в пользу того, что температура будет меньше на 50 градусов $\vartheta_m'' \leq 1050$ °С соответственно принято $\vartheta_m'' = 1000$ °С.

Обратимся к выбору температуры дымовых газов на выходе из котла ϑ_{yx} . В данном проекте, основываясь на параметрах топлива, было принято решение о принятии данной температуры равной 180 °С.

Руководствуясь рекомендациями, для топки с ТШУ, с системой пылеприготовления под прямым вдуванием угольной пыли горячим воздухом и для данного Интинского угля с низкой рабочей влажностью $W^r = 12$ % и высокой реакционной способностью было принято решение по температуре горячего воздуха $t_{г.в} = 310$ °С [3], чем обеспечивается одноступенчатая компоновка воздухоподогревателя и экономайзера.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В тех условиях, которые диктует нам современная рыночная экономика вполне реально стабильное развитие предприятия, это развитие обеспечивается с помощью его финансовой системы на должном уровне. В результате всего этого возможно значительное возрастание значений технико-экономического характера, а также инженерного. При таком типе обоснования возможно находить рациональные решения при проектировании котельного агрегата и его элементов..

Данный раздел преследует цели такие как проведение оценивания конкурентоспособности разработок, расчет и обзор капиталовложений и годовых эксплуатационных расходов проектируемого котельного агрегата.

4.1 Анализ конкурентоспособности технических решений

Если провести детальный анализ разработок имеющихся у конкурентов и существующих на рынке на данный момент, можно прийти к тому, что становится проще вносить коррективы в научное исследование, для того чтобы возможно было более успешно противодействовать своим конкурентам. Также необходимо грамотно провести оценку сильных и слабых сторон, которые имеют разработки конкурентов.

Для достижения этой цели доступна для использования вся необходимая свободная информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- степень законченности научного исследования;
- необходимая сумма разработки;
- материальное положение конкурентов.

Если провести анализ конкурентных решений с технической стороны и позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, это обеспечит

необходимые условия для проведения оценки относительной эффективности научной разработки, для определения направления, в котором будут производиться дальнейшие усовершенствования.

В данном проекте более логичным будет проводить данный анализ с использованием оценочной карты, которая отображена в таблице 4. В пример был выбран котельный агрегат котел Е–230–12,7–510.

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _{кл}	К _ф	К _{кл}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Повышение производительности труда пользователя	0,07	3	2	0,27	0,15
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,13	4	3	0,5	0,38
Помехоустойчивость	0,04	4	4	0,15	0,17
Энергоэкономичность	0,1	3	3	0,3	0,3
Надежность	0,2	4	3	0,8	0,6
Уровень шума	0,04	2	1	0,08	0,04
Безопасность	0,2	4	3	0,8	0,6
Экономические критерии оценки эффективности					
Конкурентоспособность продукта	0,01	5	3	0,05	0,03
Уровень проникновения на рынок	0,04	1	1	0,04	0,04
Цена	0,06	2	2	0,12	0,12

Продолжение таблицы 4

Предполагаемый срок эксплуатации	0,11	5	4	0,5	0,4
Итого	1	37	29	3,61	2,83

Необходимые параметры и критерии находятся в таблице 4, эти параметры были определены в связи с тем, что имеются уже выбранные объекты сравнения с расчетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и функционирования.

Позиция, которую имеют конкуренты необходимо оценить по каждому важному параметру экспертным путем по шкале из пяти баллов, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

Если рассматривать слабые места конкурентов, то можно прийти к выводу что заключаются они в основном несовершенством используемого оборудования и его износом. По итогу, расчетный срок использования у конкурентного оборудования будет заведомо меньше.

Если будем рассматривать важное преимущество перед конкурентами то несомненно обратим внимание на новизну разработки, новизна влияет она влияет прямым образом на надежность по сравнению с конкурентами, и также влияет на увеличение легкости при использовании нового оборудования. Этот важный критерий создает благоприятные условия для увеличения производительности труда рабочих. Практичность в эксплуатации таким же образом влияет на цены генерируемого пара в сторону её удешевления.

4.2 SWOT-анализ

SWOT – это анализ, который представляет собой комплексный анализ для расчетного научно-исследовательского проекта. Данный анализ

позволяет определить возможности будущих угроз возникающих в работе над выполнением проекта.

Результаты SWOT-анализа представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Матрица SWOT

Возможности (В) и угрозы (У) проекта	Сильные стороны научно-исследовательского проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	С1. Современное оборудование. С2. Наличие электронных ресурсов. С3. Помощь высококвалифицированных специалистов С4. Детальное понимание темы работы С5. Актуальность темы.	Сл1. Ограниченное количество времени посещения аудитории для проектирования. Сл2. Отсутствие возможности проверки теоретических данных. Сл3. Ограниченное количество времени проведения консультаций. Сл4. Большой объем выполнения работы за короткий срок.
В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Использование ресурсов ОАО ТГК–11 В3. Консультации специалистов В4. Невыполнение работы конкурентов. В5. Возможность выбирать тему самостоятельно.	В1С1С2С3С5 В2С1С2С3С4С5 В3С1С3С4 В5С3С4С5	В1С1С4С5 В2С1С5 В3С1С4С5 В4С5 В5С5
У1. Высокая работоспособность конкурентов. У2. Неполадки в работе нужного оборудования. У3. Задержка финансирования проекта. У4. Введения дополнительных государственных требований к оформлению работы. У5. Изменение финансирования проекта.	У1С1С2С3С5 У2С1С2С5 У3С5 У4С2С5У5С5	У1С1С4С5 У2С5 У3С5 У4С5 У5С5

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

4.3 Структура работ в рамках научного исследования

Если рассматривать комплекс необходимых предполагаемых работ, то они должны быть выполнены в необходимом порядке, представленном ниже по тексту: необходимость структурирования работ в пределах научного исследования; необходимость распределения количества человек на каждый вид работы; необходимость ограничения продолжительности работы; создание итогового графика выполнения научного исследования.

С целью исполнения научных исследований создается группа работников над проектом, в которую имеют шансы входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры.

В этой области расчетов собран список стадий и трудов в рамках выполнения научного исследования, где также сделано разделение исполнителей по типам работ. Порядок формирования стадий и работ, разделение исполнителей согласно видам работ выполнен в виде таблицы 6.

Таблица 6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель
	Выбор направления исследований	Научный руководитель
	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер
Оформление отчетов НИР	Составление пояснительной записки	Инженер
	Публикация полученных результатов	Инженер

4.4. Определение трудоемкости выполнения работ

Рабочие расходы в основной массе своей формируют главную долю стоимости исследования, по этой причине значимым фактором считается установление трудозатратности работ любого из участников научного исследования.

Трудозатратность выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. находится в зависимости от большого количества сложно учитываемых условий. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}. \quad (4.1)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;
 t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;
 t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Отталкиваясь от прогнозируемой трудозатратности работ, вычисляется длительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность исполнения работ определенными исполнителями. Подобный расчет обеспечивает аргументированный расчет заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет примерно 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}. \quad (4.2)$$

где T_{pi} – длительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожі}$ – предполагаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – количество исполнителей, которые исполняют одну и ту же работу на данной с, чел.

В таблице 7 приведены ожидаемая трудоемкость и время выполнения работы.

Таблица 7 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнитель и Исп.1	Длительность работ в рабочих днях T_{pi} Исп.1	Длительность работ в календарных днях T_{ki} Исп.1
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ожі}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.1	Исп.1			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	1	1,4	1,7
Подбор и изучение материалов по теме	1	2	1,4	1	1,4	1,7
Выбор направления исследований	1	3	1,8	1	1,8	2,2
Календарное планирование работ по теме	1	2	1,4	1	1,4	1,7
Проведение теоретических расчетов и обоснований	4	8	5,6	1	5,6	6,8
Оценка эффективности полученных результатов	2	3	2,4	1	2,4	2,9
Составление пояснительной записки	4	7	5,2	1	5,2	6,3
Публикация полученных результатов	1	7	3,4	1	3,4	4,1

4.5 Разработка графика проведения научного исследования

В основе своей, выпускники бакалавры, выполняя свою выпускную дипломную работу являются участниками относительно небольших по

объему научных тем. Исходя из этого, более рациональным и наглядным становится построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта — этой диаграммой является современный тип столбчатых диаграмм, который используется в основном для иллюстрации плана, графика работ по какому-либо проекту. Первый формат диаграммы был разработан Генри Л. Гантом в 1910 году. В нашем случае он необходим для отображения работы во времени характеризующейся датами начала и окончания выполнения.

С целью удобства построения графика, продолжительность каждой из стадии работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Чтобы это выполнить необходимо воспользоваться формулой представленной ниже:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (4.3)$$

где T_{ki} — длительность выполнения i -й работы в календарных днях; T_{pi} — длительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ — коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = \frac{365}{299} = 1,22 \quad (4.3)$$

где $T_{\text{кал}}$ — количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ — количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ — количество праздничных дней в году.

Полученные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляются до целого числа.

На основе таблицы 7 строим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта, с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени написания ВКР. Необходимо чтобы работы на этом графике были выделены отличной друг от друга штриховкой исходя из исполнителей, которые будут отвечать за работу.

Существует календарный план-график, который был собран исходя из того, что необходимо отразить максимальный по длительности вариант выполнения работ, приведенный ниже в таблице 8.

Таблица 8 – Календарный план-график

Вид работ	Исполнители	T_{ki} кал. дн.	Продолжительность выполнения работ														
			февр		март			апрель			май			июнь			
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
Создание и установление технического задания	Научный руководитель и инженер	3,8	■	■													
Отбор и исследование материалов по теме	Научный руководитель	3,8	■	■													
Подбор направления исследований	Научный руководитель и инженер	3,4		■													
Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель	1,7		■													
Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	7,1		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Оценка эффективности полученных результатов	Инженер, научный руководитель	5,6						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Составление пояснительной записки	Инженер	11,9						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Публикация полученных результатов	Инженер	4,1										■	■	■	■	■	■

■ -научный руководитель

■ -инженер

4.6 Расчет капитальных вложений в проектируемый паровой котел

На стадии начальных экономических расчетов капитальные вложения могут быть рассчитаны по следующей формуле:

$$K = C_{пол} + \frac{C_{пол} \cdot P_H}{100} + K_{ТР} + K_{ПОТ} + K_{СТР} = 59375027,1 + \frac{59375027,1 \cdot 20}{100} + 1187500,55 + 10687504,99 + 30141190 \quad (4.4)$$

$$K = 113266228 \text{ Руб}$$

где $C_{пол}$ – полная себестоимость ПГ;
 P_H – средняя рентабельность по парогенераторостроению – 20 %);
 $K_{ТР}$ – транспортно–заготовительные расходы (2 % от $C_{пол}$);
 $K_{ПОТ}$ – сопутствующие затраты у потребителя;
 $K_{СТР}$ – затраты на строительную часть у потребителя.

Смыслом этой разработки является то, что создается зависимость себестоимость изготовления ПГ от его характеристик. Эти самые характеристики используются в качестве коэффициентов в формуле приведенной ниже:

$$C_{пол} = D \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot 2000 \cdot K_{пер} = 230 \cdot 0,73 \cdot 0,88 \cdot 1,15 \cdot 1,12 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 2000 \cdot 150 = 59375027,7 \text{ руб.} \quad (4.5)$$

где D – часовая паропроизводительность проектируемого ПГ;
 K_1 – коэффициент паропроизводительности проектируемого ПГ (при паропроизводительности в 230 т/ч принимается равным 0,73);
 K_2 – параметры пара (при $t_{пп}$ 510 °С и $P_{пп}$ 12,7 МПа принимается 0,88);
 K_3 – перегрев пара (при отсутствии промперегрева принимается 1);
 K_4 – способ поставки (при поставке блоками принимается равным 1,15);
 K_5 – вид топлива (при сжигании каменных углей принимается 1,12);
 K_6 – компоновка парогенератора (при П-образной компоновке принимается 1,04)
 K_7 – количество необходимых корпусов (по числу корпусов

принимается равным 1);

K_8 – тип парогенерирующей установки (для барабанных котлов принимается равным 1);

$K_{пер}$ – коэффициент определяющий пересчет на современные цены (принимается 150).

Удельная себестоимость ПГ выбранного за основу расчета:

$$\begin{aligned} K_{пот} &= K_m + K_{обм} = 4750002,22 + 5937502,77. \\ K_{пот} &= 10687504,99 \text{ руб} / \text{т} / \text{ч}. \end{aligned} \quad (4.6)$$

где K_m – затраты на монтаж, 8% от цены котла;

$K_{обм}$ – затраты на обмуровку, 10% от цены котла;

Стоимость здания определяется по формуле:

$$K_{зд} = S_m \cdot k_{дп} \cdot Ц_{зд} \cdot h_{кот} = 220,2 \cdot 2 \cdot 1300 \cdot 49 = 28053480 \text{ руб}. \quad (4.7)$$

где S_m – площадь котельного агрегата, м^2 ;

$k_{дп}$ – коэффициент дополнительной площади, принимается $k_{дп} = 2$;

$Ц_{зд}$ – цена квадратного метра фундамента, руб. за кв. метр;

$h_{кот}$ – высота котельного цеха (верхняя отметка ПГ+3–4м);

Стоимость фундамента определяется по формуле:

$$K_{ф} = D \cdot k_{ф} = 230 \cdot 9077 = 2087710 \text{ руб}. \quad (4.8)$$

где $k_{ф}$ – коэффициент, учитывающий влияние производительности котла на стоимость фундамента;

$$k_{ф} = КПД \cdot 10^4.$$

Стоимость строительства:

$$K_{стр} = K_{зд} + K_{ф} = 28053480 + 2087710 = 30141190 \text{ руб}. \quad (4.9)$$

Результаты расчетов представлены в таблице 9

Таблица 9 – Сводная таблица капитальных вложений (инвестиций)

Состав капитальных вложений	Величина	
	Тыс.руб	%
Себестоимость парогенератора	59375,02	52,4
Затраты на монтаж	4750	4,25

Продолжение таблицы 9

Затраты на обмуровку	5937,5	5,25
Стоимость строительства	30141,19	26,6
Транспортно-заготовительные расходы	1187,5	1,05
Наценка на ПГ	11875,02	10,45
Общие капитальные вложения	113266,228	100

4.7 Расчет годовых эксплуатационных расходов

Расходы, составляющие себестоимость продукции ПГ (пар, тепло) состоят из следующих статей затрат:

- $I_{\text{топ}}$ – расходы затраченные на топливо;
- I_a – амортизационные расходы;
- $I_{\text{т.р.}}$ – расходы потраченные на текущий ремонт;
- I_v – расходы на воду;
- $I_э$ – расходы на электроэнергию (на собственные нужды);
- $I_{\text{зп}}$ – расходы плата обслуживающего ПГ персонала;
- $I_{\text{пр}}$ – прочие расходы.

В итоге годовые эксплуатационные расходы на производство пара (тепла) рассчитываются:

$$I_{\text{год}} = I_{\text{топ}} + I_a + I_{\text{т.р.}} + I_v + I_э + I_{\text{зп}} + I_{\text{пр}} \quad (4.10)$$

- Расчет затрат на топливо

$$I_{\text{топ}} = V_p \cdot h_{\text{год}} (1 + V_{\text{пот}} / 100) C_{\text{т.н.т.}} = 35,4924 \cdot 6650 \cdot (1 + 6 / 100) \cdot 3050. \quad (4.11)$$

$$I_{\text{топ}} = 763067,079 \text{ тыс. руб.}$$

где V_p – часовой расход натурального топлива, т/час;

$h_{\text{год}}$ – число часов использования установленной мощности, час/год;

$V_{\text{пот}}$ – суммарная величина потерь топлива на территории котельной.

$C_{\text{т.н.т.}}$ – цена натурального топлива, с учетом доставки 3050 руб/т.

- Расчет амортизационных отчислений

$$I_a = p_n \cdot K = 0,03 \cdot 113266228 = 3397,98 \text{ тыс.руб.} \quad (4.12)$$

где p_n – норма амортизационных отчислений на капитальный ремонт и на реновацию $p_n = 3 \%$;

K – капитальные вложения.

– Расчет затрат на текущий ремонт

$$I_{mp} = 0,2 \cdot I_a = 0,2 \cdot 3397,98 = 679,596 \text{ тыс.руб.} \quad (4.13)$$

– Расчет расходов на воду

В данном разделе рассчитываются расходы на воду, потребляемую для добавки в цикл, для чтобы чтобы скомпенсировать потери воды из цикла и для хоз. нужд.

Исходя из этого условия, на этапе начальных вычислений лучше всего рассчитать затраты из пароводяного баланса котельного цеха, чем по составляющей производительности фильтров:

$$I_g = D_g \cdot h_{zod} \cdot Ц_g = 6,8 \cdot 6650 \cdot 74 = 3346,28 \text{ тыс.руб.} \quad (4.14)$$

где D_g – часовой расход воды, т/час;

$Ц_g$ – стоимость воды с учетом химводоочистки.

- Расчет затрат на электроэнергию

Расходы на электроэнергию (на собственные нужды) определяются по двуставочному тарифу:

$$I_e = N_{уст} \cdot h_{zod} \cdot k_g \cdot k_n \cdot Ц_e + N_{уст} \cdot Ц_{кв} = 48 \cdot 6650 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 2,1 + 48 \cdot 215. \quad (4.15)$$

$$I_e = 553,28 \text{ тыс.руб.},$$

где $N_{уст}$ – установочная мощность токоприемников ПГ, кВт;

k_g – коэффициент, учитывающий потерю времени;

k_n – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии;

$Ц_e$ – тариф на потребленную эл. энергию;

$Ц_{кв}$ – стоимость кВт на заявленную мощность.

- Расчет заработной платы обслуживающего персонала

Имеющиеся затраты на обеспечение обслуживающего персонала суммируются исходя из: заработной платы эксплуатационного, ремонтного и управленческого персонала котельного цеха, отнесенная на один парогенератор.

Непосредственно прямую заработную плату можно будет выделить из штатного расписания котельного цеха и должностных окладов, показанных в таблице 10.

Таблица 10 – Оклад работников котельного цеха

Наименование должностей	Норма обслуживания	Месячный оклад руб./чел.	Месячный оклад руб/ПП
Старший машинист	3	27300	9100
Машинист котлов 4 разряда	2	17000	8500
Машинист котлов 3 разряда	1	20100	20100
Машинист багерной насосной	6	18500	3083,3
Машинист насосных установок	3	20080	6933,3
Машинист обходчик по оборудованию	3	19200	6400
Котлочист	3	16200	5400
Зольщик	3	15750	5250
Слесарь по ремонту	2	15200	7600
Дежурный слесарь	6	15400	2566,6
Дежурный электрик	6	16200	2700
Электросварщик	6	15550	2591,6
Газосварщик	6	15250	2541,6
Газорезчик	6	15750	2625
Печник	3	14500	4833,33
Крановщик	6	14500	2416,66
Токарь	6	14200	2366,66
Кладовщик	3	12500	4166,67
Уборщица	3	7200	2400

Продолжение таблицы 10

Итого	77	310380	111449,5
Нач. цеха	12	24000	3166,67
Зам. нач. цеха	12	22000	3030,33
Нач. смены	12	20000	17800
Ст. мастер	12	19500	2666,67
Мастер	6	14000	2000
Итого	54	99500	28663,67
Всего по котельному цеху	43	409880	140113,17

Основная заработная плата обслуживающего персонала:

$$П_{осн}^{оп} = ЗП^{оп} + ЗП^{оп}(k_{доп} + k_{прем} + k_{рк}). \quad (4.16)$$

$$П_{осн}^{оп} = 310,380 + 310,380 \cdot (0,2 + 0,43 + 0,3) = 599,033 \text{ тыс. руб.}$$

где $k_{доп}$ – коэффициент, учитывающий доплаты до часового фонда;

$k_{прем}$ – коэффициент, учитывающий премии;

$k_{рк}$ – районный коэффициент.

Дополнительная заработная плата обслуживающего персонала:

$$П_{доп}^{оп} = 0,08 \cdot ЗП^{оп} = 0,08 \cdot 310,380 = 24,830 \text{ тыс. руб.} \quad (4.17)$$

Общая заработная плата обслуживающего персонала:

$$П_{общ}^{оп} = П_{осн}^{оп} + П_{доп}^{оп} = 599,033 + 24,830 = 623,863 \text{ тыс. руб.} \quad (4.18)$$

Основная заработная плата руководящего персонала:

$$П_{осн}^{рук} = ЗП^{рук} + ЗП^{рук}(k_{прем} + k_{рк}). \quad (4.19)$$

$$П_{осн}^{рук} = 99,500 + 99,500(0,43 + 0,3) = 172,135 \text{ тыс. руб.}$$

где $k_{прем}$ – коэффициент, учитывающий премии;

$k_{рк}$ – районный коэффициент.

Дополнительная заработная плата руководящего персонала:

$$П_{доп}^{рук} = 0,08 \cdot ЗП^{рук} = 0,08 \cdot 99500 = 7,96 \text{ тыс. руб.} \quad (4.20)$$

Общая заработная плата руководящего персонала:

$$П_{общ}^{рук} = П_{осн}^{рук} + П_{доп}^{рук} = 172,135 + 7,96 = 180,095 \text{ тыс. руб.} \quad (4.21)$$

Затраты на заработную плату:

$$P_{\text{общ}}^{\text{рук}} = 12 * (P_{\text{общ}}^{\text{оп}} + P_{\text{общ}}^{\text{рук}}) = 12(623,863 + 180,095) = 9647,496 \text{ тыс. руб.} \quad (4.22)$$

Расчет отчислений на социальные цели производится по формуле:

$$\text{ОСЦ} = 0,3 \cdot 3P_{\text{общ}} = 0,3 \cdot 9647,496 = 2894,25 \text{ тыс. руб.} \quad (4.23)$$

– Расчет прочих расходов

Принимаем прочие расходы равные 12 % от найденных до этого ранее годовых эксплуатационных расходов.

$$I_{\text{пр}} = (I_{\text{топ}} + I_{\text{а}} + I_{\text{т.р.}} + I_{\text{в}} + I_{\text{э}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{сн}}) * 0,12;$$

$$I_{\text{пр}} = (763067,079 + 3397,98 + 679,596 + 3346,28 + 553,28 + 9647,496 + 2894,25) * 0,12 = 94030,3 \text{ т. р.}$$

В итоге, можно произвести расчет эксплуатационных расходов. Результаты расчетов располагаются в таблице 11

Таблица 11 – Эксплуатационные расходы

Наименование затрат	Обозначение	Величина, тыс. руб.	Уд. Вес %
Затраты на топливо	$I_{\text{топ}}$	763067,079	87,25
Амортизационные отчисления	$I_{\text{а}}$	3397,98	0,388
Затраты на текущий ремонт	$I_{\text{т.р.}}$	679,596	0,077
Затраты на воду	$I_{\text{в}}$	3346,28	0,4682
Затраты на электроэнергию	$I_{\text{э}}$	553,28	0,0675
Заработная плата	$I_{\text{зп}}$	9647,496	11,374
Отчисления на соц. цели	$I_{\text{соц}}$	2894,25	0,34
Прочие расходы	$I_{\text{пр}}$	94030,3	9,09
Итого	$I_{\text{год}}$	874616,261	100,00

Проанализировав полученные ранее данные эксплуатационных расходов приходим к выводу о том, то что максимальными расходами считаются расходы на топливозатраты (87,25% от общих затрат). Если

проводить анализ дальше на глаза попадает зарплата, которая составляет примерно одну десятую доли. В итоге, после грамотного анализа приходим к выводу о том, что главенствующим фактором, влияющим на эксплуатационные расходы, является сжигаемое топливо, а именно: его стоимость, качество, тариф на перевозку, дальность расположения от станции и сложности в перевозке и хранении.

Себестоимость выработанной тонны пара:

$$C_{\text{выр}} = I_{\text{год}} / D_{\text{год}} = 874616261 / 1529500 = 571,83 \text{ руб./т}, \quad (4.24)$$

$$D_{\text{год}} = h_{\text{год}} \cdot D = 6650 \cdot 230 = 1529500 \text{ т}. \quad (4.25)$$

где $D_{\text{год}}$ – тонн пара произведенных за год.

Себестоимость отпущенной тонны пара:

$$C_{\text{отп}} = I_{\text{год}} / D_{\text{отп}} = 874616261 / 1453025 = 601,93 \text{ руб./т}, \quad (4.26)$$

$$D_{\text{отп}} = D_{\text{год}} - D_{\text{с.н}} = 1529500 - 76475 = 1453025 \text{ т}. \quad (4.27)$$

где $D_{\text{отп}}$ – отпущенный пар;

$D_{\text{с.н}}$ – годовой расход пара на собственные нужды (5 % от $D_{\text{год}}$).

Если произвести расчет капитальных инвестиций и годовых эксплуатационных расходов и проанализировать конкурентные решения, это все позволило бы говорить о достоверности технико-экономической целесообразности использования проекта. Соблюдая это есть возможность исключить ненужные затраты и кроме того увеличить конкурентоспособность и безопасность котельной установки.

4.8 Окупаемость проекта

Чистая прибыль в год определяется по формуле:

$$B_{\text{ч}} = [D_{\text{отп}} \cdot (C_{\text{отп}} - C_{\text{выр}})] - I_{\text{год}} = 1453025 \cdot (601,93 - 571,83) - 874616,261 = 42861436,24 \text{ руб}. \quad (4.28)$$

Тогда окупаемость проекта можно посчитать как:

$$T_{\text{ок}} = K / B_{\text{ч}} = 113266228 / 42861436,24 = 2,64 \text{ г}. \quad (4.29)$$

Из чего следует, что проект окупится через 2 года, 6 месяцев.