

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

Институт Энергетический
Направление подготовки Энергетическое машиностроение
Кафедра Парогенераторостроение и парогенераторные установки

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект котла типа Е паропроизводительностью 170 т/ч для повышения пиковой резервной мощности Назаровской ГРЭС

УДК 621.311.22:621.181.018(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5В21	Туманов Михаил Семенович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Заворин А.С.	д.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Попова С.Н.	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Романцов И.И	к.т.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Заворин А.С.	д.т.н		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Универсальные компетенции</i>		
P1	Готовность к индивидуальной самостоятельной 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>
P2	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>
P3	Способность к пониманию сущности и значения информации в развитии 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>
P4	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>
P5	Способность эстетического развития и самосовершенствования, бережного отношения к историческому и культурному наследию, уважению многообразия культур и цивилизаций, к физического самовоспитания, сохранения и укрепления здоровья для обеспечения полноценной деятельности; осведомленности 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>
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P6	Готовность к применению базовых и специальных математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний 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>
P7	Готовность к решению инновационных задач инженерного анализа по созданию и эксплуатации 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

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
		международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Готовность и способность к выполнению инженерных проектов, применяя современные методы проектирования для достижения оптимальных результатов, которые соответствуют техническому заданию и требованиям ЕСКД, учитывая экономические и экологические ограничения, подтверждать знания теоретических основ рабочих процессов, которые лежат в основе энергетических машин и устройств	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 157 страниц, шесть рисунков, 15 таблиц, восемь источников, четыре приложения.

Ключевые слова: котельная установка, паровой котел, тепловой расчет, гидродинамический расчет, топочная камера, теплообмен, энтальпия, поверхность нагрева, контур циркуляции, пароперегреватель, теплопередача, перегретый пар, вода, пароводяная смесь.

Объект проектирования: котельная установка с паровым котлом Е-170-13,8-550 БЖ.

Цель работы: разработка проекта котла типа Е паропроизводительностью 170 т/час для повышения пиковой резервной мощности Назаровской ГРЭС.

В процессе проектирования проводились:

- оценка способа сжигания;
- тепловой расчет и конструирование поверхностей нагрева котла;
- гидродинамический расчет контура циркуляции;

В результате проектирования:

- выбрана тепловая схема котла;
- определены геометрические размеры поверхностей нагрева и топочной камеры парового котла;
- проведена оценка надежности контура и даны рекомендации по его реконструкции.

Экономическая эффективность проекта представлена в виде анализа конкурентоспособности технических решений, определения капитальных вложений в паровой котел и годовых эксплуатационных издержек.

Выпускная квалификационная работа выполнена с помощью прикладных программ: Microsoft Word, Microsoft Excel, MathCAD, КОМПАС 3D, Adobe Acrobat Reader.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ 2.102 – 68 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.
- ГОСТ 2.104 – 2000 ЕСКД. Основные надписи
- ГОСТ 2.109 – 73 ЕСКД. Основные требования к чертежам
- ГОСТ 2.302 – 68 ЕСКД. Масштабы
- ГОСТ 2.303 – 68 ЕСКД. Линии
- ГОСТ 2.304 – 81 ЕСКД. Шрифты чертежные
- ГОСТ 2.305 – 2008 ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения
- ГОСТ 2.307 – 2011 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.
- ГОСТ 12.0.003 – 74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- ГОСТ 12.1.038 – 82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
- ГН 2.2.5.1313 – 03 Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
- ППБ 01 – 03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.
- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.
- СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
- СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.

В работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

– паровой котел – устройство для преобразования химической связанной тепловой энергии топлива в потенциальную энергию перегретого пара.

– перегретый пар – пар нагретый выше температуры насыщения;

– поверхность нагрева – поверхность стенок, отделяющих продукты сгорания от нагреваемых сред, через которые происходит передача тепла.

– гидродинамическая схема – это совокупность составляющих пароводяного тракта с учетом последовательности с учётом последовательности их соединения;

– полная высота контура – высота от уровня воды в барабане до оси нижнего коллектора;

– теплообмен – самопроизвольный необратимый перенос теплоты между телами или участками внутри тела с различной температурой.

– топочная камера – устройство котла, для сжигания органического топлива с целью получения высоконагретых дымовых газов;

– кавитация – процесс парообразования и последующего схлопывания пузырьков пара.

– энтальпия – свойство вещества, указывающее количество энергии, которую можно преобразовать в теплоту.

В выпускной работе приняты следующие сокращения:

– ГРЭС – государственная районная электрическая станция;

– ПО труба – паропроводящая труба;

– ОП труба – опускная труба;

– ШПП – ширмовый пароперегреватель;

– РПП – радиационный пароперегреватель;

– КПП_{1,2} – конвективный пароперегреватель первой и второй ступени;

– ВЭК_{1,2} – водяной экономайзер первой и второй ступени;

– ВП_{1,2} – воздухоподогреватель первой и второй ступени;

– Е – естественная циркуляция.

Оглавление

Введение.....	10
1 Обзор литературы	11
2 Объект и методы исследования	13
3 Выбор основных характеристик барабанного котла, тепловой расчет, гидродинамический расчет контура циркуляции	14
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	32
5 Социальная ответственность	50
Заключение	64
Список используемых источников.....	66
Приложение А. Тепловой расчет топочной камеры котла	67
Приложение Б. Энтальпия воздуха и продуктов сгорания	83
Приложение В. Тепловой расчет поверхностей нагрева парового котла	84
Приложение Г. Расчет контура циркуляции.....	152
Графический материал	
ФЮРА 311233.002 ВО Котел паровой Е-170-9,8-550 БЖ (поперечный разрез)	
ФЮРА 311233.003 ВО Котел паровой Е-170-9,8-550 БЖ (продольный разрез)	
ФЮРА 311233.004 ВО Котел паровой Е-170-9,8-550 БЖ (горизонтальный разрез, вид сверху)	
ФЮРА 311300.005 ВО Схема расчетного контура циркуляции	

Введение

Энергетика России после длительного застоя, связанного с падением тяжелого производства, подошла к этапу развития. Обладание Россией большими запасами углей всех известных видов и марок, дает потенциал к строительству и развитию станций, работающих именно на угле [1].

Использование в основном природного газа большинством генерирующих компаний, в связи с его относительной дешевизной, меньшими требованиями к инфраструктуре и к квалификации обслуживающего персонала, привело к потере интереса совершенствования конструкций котлов, работающих на твердом топливе [2].

Задача данной работы заключалась в разработке проекта парового котла Е-170-9,8-550 для повышения пиковых нагрузок на Назаровской ГРЭС и работы на Назаровском угле 2Б.

Особенностью данного топлива является высокая реакционная способность, обусловленная большим выходом летучих веществ, а также высокая влажность и низкая температура плавления минеральной части.

Названные особенности топлива требуют применения ряда специфических конструкторских и компоновочных решений.

Основная цель состоит в определении наиболее рациональной компоновки и размеров основных элементов проектируемого котла для обеспечения максимальной эффективности, надёжности и экономичности его работы при номинальных условиях, а также закрепление и демонстрации своих компетенций.

1 Обзор литературы

Так как целью работы является проект котла, то основной литературой с рекомендациями по проектированию является «Тепловой расчет котлов (нормативный метод)» [1] и учебная литература, написанная на его основе, такая как: Компоновка и тепловой расчет парового котла [2]; Конструирование и тепловой расчет паровых котлов [3].

За время существования энергетической отрасли накоплено большое количество практических данных, представленных в учебной, справочной и нормативной литературе.

Так как сейчас энергетика, а, следовательно, и котлостроение Российской Федерации существуют в условиях рыночной экономики, то все новые разработки являются коммерческой тайной предприятий. В связи с этим большинство отечественной современной литературы на данную тему представляет собой переизданные советские источники. Но следует отметить, что старые наработки всё еще не потеряли своей актуальности и содержат весь необходимый материал для конструкторской деятельности.

2 Объект и методы исследования

Объектом исследования является паровой котёл Е-170-9,8-550 П-образной компоновки с факельным сжиганием твердого топлива.

Цель работы – проектирование парового котла путём теплового расчёта его поверхностей нагрева, выбора оптимальной компоновки поверхностей нагрева, а также вспомогательного оборудования и обеспечения номинальных режимов работы в соответствии с заданными параметрами.

Метод исследования является расчетным по нормативному методу [1] и [6] в котором приведены рекомендации по проектированию котельного агрегата и выбору вспомогательного оборудования.

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

Студенту:

Группа	ФИО
5В21	Туманов Михаил Семенович

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 – 1200 руб/м ³ ; цена натурального топлива – 10000 руб/т.; стоимость 1 кВт потребляемой энергии – 1,62 руб.; стоимость 1 кВт заявленной мощности – 230 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 – 6500 ч; часовой расход воды в котле – 10 % 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 – 3,3%.

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
доцент	Попова С.Н.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5В21	Туманов Михаил Семенович		

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

При рыночной экономике эффективное развитие предприятия может быть обеспечено только с присутствием грамотной проработки его финансовой системы. Заметно возрастает значение оценки конкурентоспособности разработки, а также расчет капитальных инвестиций и годовых эксплуатационных расходов проектируемого объекта.

Целью данного раздела является реализация технико-экономического обоснования проектируемого котельного агрегата. Такое обоснование позволяет находить оптимальные решения при проектировании котельного агрегата и его элементов, предотвращать излишние затраты, повышать надежность конструкции.

4.1 Анализ конкурентоспособности технических решений

Анализ конкурирующих разработок проводится систематически, поскольку новые проектные решения на рынке появляются постоянно. Данный анализ позволяет вносить конкурентоспособные идеи в научное исследование, что повышает рентабельность товара. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования;
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку

сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты (таблица 4.1). Для сравнения выбраны проектируемый котел Е–170–9,8–550 БЖ и котел подольского котельного завода П-95.

Таблица 4.1 –Сравнение конкурирующих проектных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _{к1}	К _ф	К _{к1}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Повышение производительности труда пользователя	0,06	2	2	0,23	0,13
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,14	4	3	0,50	0,40
Помехоустойчивость	0,04	4	4	0,11	0,15
Энергоэкономичность	0,09	3	3	0,31	0,27
Надежность	0,18	4	3	0,8	0,6
Уровень шума	0,06	2	1	0,08	0,04
Безопасность	0,19	4	3	0,8	0,6
Экономические критерии оценки эффективности					
Конкурентоспособность продукта	0,04	4	3	0,12	0,09
Уровень проникновения на рынок	0,03	1	1	0,04	0,04
Цена	0,07	2	2	0,13	0,13
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	4	0,5	0,39
Итого	1	36	29	3,61	2,84

Анализируемые объекты сравниваются по таким критериям, которые учитывают их экономические и технические особенности, а также способ изготовления и эксплуатации.

Разработки конкурентов оцениваются по каждому критерию экспертным путем по пятибалльной системе, где 1 – наихудшее решение, а 5 – наилучшее решение.

Анализ проектных решений конкурентов определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (4.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;
 V_i – вес показателя (в долях единицы), B_i – балл i -го показателя.

Уязвимость позиции конкурентов обусловлена главным образом устареванием эксплуатируемого оборудования и его износом. Следовательно, предполагаемый срок эксплуатации у конкурентного оборудования будет меньше.

Главное конкурентное преимущество разработки – её новизна.

Это делает её более надежной в сравнении с конкурентом, а также более легкой в эксплуатации, что способствует повышению производительности труда рабочих. Удобство в эксплуатации так же сказывается на стоимости производимого пара в сторону её удешевления.

4.2 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование состава предполагаемых работ выполняется в следующем порядке:

- определение с работ;
- определение участников работ;
- установление длительности работ;
- построение графика исследований.

Для проведения научных исследований формируется исследовательская группа. Количество групп может меняться. Для каждого вида работы выбирается соответствующий исполнитель.

В данном разделе составлен список этапов и работ в рамках исследовательского проекта и произведено разделение исполнителей по видам работ (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Список этапов, работ и разделение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель
	3	Выбор направления исследований	Научный руководитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	6	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер
Оформление отчетов НИР	7	Составление пояснительной записки	Инженер
	8	Публикация результатов	Инженер

4.3 Определение трудоемкости выполнения работ

Так как зачастую трудовые затраты составляют основную часть стоимости разработки, то приоритетным является определение трудоемкости работ каждого из участников исследовательского проекта.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер. Для определения ожидаемого значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (4.2)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость заданной i -ой работы,

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4.3)$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы,

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы,

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе.

В таблице 4.3 приведены ожидаемая трудоемкость и время выполнения работы.

Таблица 4.3 – Временные показатели проведения научного исследования

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

4.4 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее простым и показательным является построение диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства длительность каждого этапа работы переведена в календарные дни:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4.4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = \frac{365}{299} = 1,22, \quad (4.5)$$

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.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

На основе таблицы 4.3 строится календарный план-график (таблица 4.4). График строится для максимального по длительности исполнения работ.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 4.4

При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

4.5 Расчет капитальных вложений в проектируемый паровой котел

На стадии предварительных экономических расчетов капитальные вложения можно определять по формуле (разработка ЦКТИ им. Ползунова):

$$K = C_{\text{пол}} + C_{\text{пол}} \cdot P_{\text{н}} / 100 + K_{\text{тр}} + K_{\text{пот}} + K_{\text{стр}},$$
$$K = 61231346 + 61231346 \cdot 20 / 100 + 1224627 + 11021643 + 15665600, \quad (4.6)$$
$$K = 101389485 \text{ руб.}$$

где $C_{\text{пол}}$ – полная себестоимость ПГ;

$P_{\text{н}}$ – средняя рентабельность по парогенераторостроению – 20 %);

$K_{\text{тр}}$ – транспортно–заготовительные расходы (2 % от $C_{\text{пол}}$);

$K_{\text{пот}}$ – сопутствующие затраты у потребителя;

$K_{\text{стр}}$ – затраты на строительную часть у потребителя.

Суть данной разработки заключается в том, что себестоимость изготовления ПГ ставится в зависимость от его параметров, которые в качестве коэффициентов вводятся в данную формулу:

$$C_{\text{пол}} = D \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot 2000 \cdot K_{\text{пер}},$$
$$C_{\text{пол}} = 170 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,17 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2000 \cdot 143 = 61231346 \text{ руб.} \quad (4.7)$$

где D – часовая паропроизводительность проектируемого ПГ,

K_1 – паропроизводительность проектируемого ПГ (при паропроизводительности в 170 т/ч принимается равным 0,9);

K_2 – параметры пара (при перегреве пара до 550 °С и давлении до 9,8 МПа принимается равным 1);

K_3 – перегрев пара (при отсутствии промперегрева принимается $K_3=1$);

K_4 – способ поставки (при поставке блоками принимается равным 1,15);

K_5 – вид топлива (при сжигании бурых углей принимается равным 1,17);

K_6 – компоновка ПГ (при П-образной компоновке принимается $K_6=1,04$);

K_7 – число корпусов (по числу корпусов принимается равным 1);

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

$K_{\text{пер}}$ – коэффициент пересчета на современные цены (принимается $K_{\text{пер}}=143$).

Удельная себестоимость ПГ выбранного за основу расчета:

$$K_{\text{пот}} = K_{\text{м}} + K_{\text{обм}} = 4898508 + 6123135 = 11021643 \text{ руб.}, \quad (4.8)$$

где $K_{\text{м}}$ – затраты на монтаж, 8% от цены котла;

$K_{\text{обм}}$ – затраты обмуровку, 10% от цены котла (определяются косвенно).

Стоимость строительства:

$$K_{\text{стр}} = K_{\text{зд}} + K_{\text{ф}}, \quad (4.9)$$

где $K_{\text{зд}}$ – стоимость здания, приходящаяся на ПГ;

$K_{\text{ф}}$ – стоимость фундамента.

В свою очередь:

$$K_{\text{зд}} = S_{\text{м}} \cdot k_{\text{дп}} \cdot C_{\text{зд}} \cdot h_{\text{кот}} = 120 \cdot 2 \cdot 1200 \cdot 49 = 14112000 \text{ руб.} \quad (4.10)$$

$$K_{\text{ф}} = D \cdot k_{\text{ф}} = 170 \cdot 9139 = 1553630 \text{ руб.}, \quad (4.11)$$

где $S_{\text{м}}$ – площадь парогенератора, м²;

$k_{\text{дп}}$ – коэффициент дополнительной площади, принимается $k_{\text{дп}} = 2$, $C_{\text{зд}} = 1200$ стоимость квадратного метра фундамента, руб. за кв. метр;

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

$k_{\text{ф}}$ – коэффициент, учитывающий влияние производительности котла на стоимость фундамента, $k_{\text{ф}} = \text{КПД} \cdot 10^4$.

Стоимость строительства:

$$K_{\text{стр}} = 14112000 + 1553630 = 15665600 \text{ руб.} \quad (4.12)$$

Результаты расчетов сведены в таблицу 4.5

Таблица 4.5–Сводная таблица капитальных вложений (инвестиций)

Состав капитальных вложений	Величина	
	Тыс.руб	%
Себестоимость парогенератора	61231,3	48,98
Затраты на монтаж	4898,5	3,9
Затраты на обмуровку	6123,14	4,9
Стоимость строительства	15665,6	31,44
Транспортно-заготовительные расходы	1224,6	0,98
Наценка на ПГ	12246,3	9,8
Общие капитальные вложения	101389,5	100

4.6 Расчет годовых эксплуатационных расходов

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

- $I_{\text{топ}}$ – затраты на топливо;
- $I_{\text{а}}$ – амортизационные расходы;
- $I_{\text{т.р.}}$ – затраты на текущий ремонт;
- $I_{\text{в}}$ – затраты на воду;
- $I_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию (на собственные нужды);
- $I_{\text{зп}}$ – заработная плата обслуживающего ПГ персонала;
- $I_{\text{пр}}$ – прочие расходы.

Тогда годовые эксплуатационные расходы на производство пара (тепла) будут иметь вид:

$$I_{\text{год}} = I_{\text{топ}} + I_{\text{а}} + I_{\text{т.р.}} + I_{\text{в}} + I_{\text{э}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{пр}}. \quad (4.13)$$

– Расчет затрат на топливо

$$I_{\text{топ}} = V_{\text{р}} \cdot h_{\text{год}} \cdot (1 + V_{\text{пот}}/100) \cdot C_{\text{т.н.т.}} = \\ I_{\text{топ}} = 36,288 \cdot 6500 \cdot (1 + 6/100) \cdot 2300 = 575055,9 \text{ тыс.руб.}, \quad (4.14)$$

где $V_{\text{р}}$ – 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 в % от годового потребления топлива,
 $C_{\text{т.н.т.}}$ – цена натурального топлива, с учетом доставки 2300 руб/т. [9].

– Расчет амортизационных отчислений

$$I_{\text{а}} = p_{\text{н}} \cdot K = 0,037 \cdot 49835,3 = 18438,4 \text{ тыс.руб.}, \quad (4.15)$$

где $p_{\text{н}}$ – норма амортизационных отчислений на капитальный ремонт и на реновацию $p_{\text{н}}$ равно 3,7 %,
 K – капитальные вложения.

– Расчет затрат на текущий ремонт

$$I_{\text{т.р.}} = 0,2 \cdot I_{\text{а}} = 0,2 \cdot 18438,4 = 3687,68 \text{ тыс.руб.}, \quad (4.16)$$

– Расчет затрат на воду

Определяются затраты на воду, которая потребляется для добавки в цикл с целью компенсации потери ее из цикла и для хозяйственных нужд.

Поэтому на стадии предварительных расчетов (данный случай) проще рассчитать затраты, исходя из пароводяного баланса котельного цеха, чем по производительности фильтров:

$$I_B = D_B \cdot h_{\text{год}} \cdot C_B = 51 \cdot 6500 \cdot 20,06 = 6649,9 \text{ тыс.руб.}, \quad (4.17)$$

где D_B – часовой расход воды, т/час,

C_B – стоимость воды с учетом химводоочистки.

– Расчет затрат на электроэнергию

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

$$I_Э = N_{\text{уст}} \cdot h_{\text{год}} \cdot k_B \cdot k_{\text{п}} \cdot C_Э + N_{\text{уст}} \cdot C_{\text{кВ}}; \quad (4.18)$$

$$I_Э = 44 \cdot 6500 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 2,2 + 44 \cdot 220 = 519,3 \text{ тыс.руб.},$$

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

k_B – коэффициенты времени,

$k_{\text{п}}$ – коэффициент потерь электроэнергии,

$C_Э$ – тариф на потребленную эл. энергию,

$C_{\text{кВ}}$ – стоимость кВт на заявленную мощность.

– Расчет заработной платы обслуживающего персонала

Расходы на содержание обслуживающего персонала складываются из: заработной платы эксплуатационного, ремонтного и управленческого персонала котельного цеха, отнесенной на один парогенератор. Прямая заработная плата определится из штатного расписания котельного цеха и должностных окладов, приведенных в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Штатное расписание котельного цеха

Наименование должностей	Норма обслуживания в смену	Месячный оклад руб./чел.	Месячный оклад руб/ППГ
Старший машинист	3	17000	17000
Машинист котлов 4 разряда	2	16300	16300
Машинист котлов 3 разряда	1	16000	16000
Машинист багерной насосной	6	15800	15800
Машинист насосных	3	15700	15700
Машинист обходчик	3	15500	15500
Котлолист	3	14500	4833,33
Зольщик	3	14100	4700
Слесарь по ремонту	2	14200	7100
Дежурный слесарь	6	13800	2300
Дежурный электрик	6	13800	2300
Электросварщик	6	14000	2333,33
Газосварщик	6	14100	2350
Газорезчик	6	14100	2350
Печник	3	14500	4833,33
Крановщик	6	13500	2250
Токарь	6	13800	2300
Кладовщик	3	12500	4166,67
Уборщица	3	5000	1666,67
Итого	34	268200	469600
Нач. цеха	1	19000	3166,67
Зам. нач. цеха	1	18200	3030,33
Ст. мастер	1	16000	2666,67
Мастер	3	12000	2000
Итого	9	83000	28663,67
Всего по котельному цеху	43	351200	168447

Дополнительная заработная плата обслуживающего персонала:

$$P_{\text{оп.доп}} = 0,08 \cdot ZP^{\text{оп}} = 0,08 \cdot 139783,33 = 11,18 \text{ тыс. руб.} \quad (4.20)$$

Общая заработная плата обслуживающего персонала:

$$P_{\text{оп.общ}} = P_{\text{оп.осн}} + P_{\text{оп.доп}} = 269,78 + 11,18 = 280,97 \text{ тыс. руб.} \quad (4.21)$$

Основная заработная плата руководящего персонала:

$$P_{\text{рук.осн}} = ZP^{\text{рук}} + ZP^{\text{рук}}(k_{\text{прем}} + k_{\text{рк}}); \quad (4.22)$$

$$P_{\text{рук.осн}} = 28663,67 + 28663,67 \cdot (0,43 + 0,3) = 49,59 \text{ тыс. руб.},$$

где $k_{\text{прем}}$ – коэффициент, учитывающий премии,

$k_{\text{рк}}$ – районный коэффициент.

Дополнительная заработная плата руководящего персонала:

$$P_{\text{рук.доп}} = 0,08 \cdot ЗП^{\text{рук}} = 0,08 \cdot 28663,67 = 2,29 \text{ тыс. руб.} \quad (4.23)$$

Общая заработная плата руководящего персонала:

$$P_{\text{рук.общ}} = P_{\text{рук.осн}} + P_{\text{рук.доп}} = 49,59 + 2,29 = 51,88 \text{ тыс. руб.} \quad (4.24)$$

Затраты на заработную плату:

$$I_{\text{зп}} = 12 \cdot (P_{\text{оп.общ}} + P_{\text{рук.общ}}) = 12 \cdot (280,97 + 51,88) = 3994,2 \text{ тыс. руб.} \quad (4.25)$$

Расчет отчислений на социальные цели

Расчет производится по формуле:

$$\text{ОСЦ} = 0,3 \cdot ЗП_{\text{общ}} = 0,3 \cdot 3994,2 = 1198,26 \text{ тыс.руб.} \quad (4.26)$$

Расчет прочих расходов:

Прочие расходы принимаются как 12 % от ранее найденных годовых эксплуатационных расходов.

Таким образом, можно рассчитать эксплуатационные расходы. Данные расчетов представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7–Эксплуатационные расходы

Наименование затрат	Обозначение	Величина, тыс. руб.	Уд. Вес %
Затраты на топливо	$I_{\text{топ}}$	575055,9	93,26
Амортизационные отчисления	$I_{\text{а}}$	18438,4	3,00
Затраты на текущий ремонт	$I_{\text{тр}}$	3687,68	0,60
Затраты на воду	$I_{\text{в}}$	6649,90	1,087
Затраты на электроэнергию	$I_{\text{э}}$	3687,68	0,6
Заработная плата	$I_{\text{зп}}$	3994,20	0,65
Отчисления на соц. цели	$I_{\text{соц}}$	1198,26	0,2
Прочие расходы	$I_{\text{пр}}$	14240,25	2,3
Итого	$I_{\text{год}}$	616615	100,00

Анализ данных эксплуатационных расходов показывает, что наибольшими затратами являются затраты на топливо (93,26 % от общих затрат). Следующими по значимости являются амортизационные отчисления и прочие расходы. Из этого следует, что определяющим фактором в величине эксплуатационных расходов является сжигаемое топливо, а именно: его

стоимость, качество, транспортный тариф, дальность расположения от станции и сложности в транспортировке и хранении.

Себестоимость выработанной тонны пара:

$$C_{\text{выр}} = I_{\text{год}}/D_{\text{год}} = 168597,4/1105000 = 96,06 \text{ руб./т}, \quad (4.27)$$

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

$$D_{\text{год}} = h_{\text{год}} \cdot D = 6500 \cdot 170 = 1105000 \text{ т}. \quad (4.28)$$

Себестоимость отпущенной тонны пара:

$$C_{\text{отп}} = I_{\text{год}}/D_{\text{отп}} = 168597,4/1667250 = 101,12 \text{ руб./т}, \quad (4.29)$$

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

$$D_{\text{отп}} = D_{\text{год}} - D_{\text{с.н}} = 1105000 - 55250 = 1049750 \text{ т},$$

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

Расчет капитальных инвестиций и годовых эксплуатационных расходов, а также анализ конкурентных технических решений позволили доказать и обосновать технико-экономическую целесообразность эксплуатации спроектированной установки. Благодаря этому можно избежать излишних затрат, а также повысить конкурентоспособность и надежность котлоагрегата.

4.7 Окупаемость проекта $T_{\text{ок}}$ можно определить:

$$V_{\text{г}} = [D_{\text{отп}} \cdot (C_{\text{отп}} - C_{\text{выр}})] \cdot I_{\text{год}} = 1049750 \cdot (101,12 - 96,06) \cdot 616615; \quad (4.30)$$
$$V_{\text{г}} = 21732863,54 \text{ руб.}$$

где $V_{\text{г}}$ – чистая прибыль в год.

$$T_{\text{ок}} = K/V_{\text{г}} = 101389485/21732863,54 = 4,62 \text{ г}. \quad (4.31)$$

Из чего следует, что проект окупится через 4 года, 7 месяцев.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5В21	Туманов Михаил Семенович

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. *Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения.*

Рабочее место машиниста-обходчика по котельному оборудованию – котельный цех (КЦ). Технологический процесс реализуемый в котельном цехе заключается в преобразовании химически связанной тепловой энергии топлива в потенциальную энергию перегретого пара.

– Вредные факторы производственной среды: шумы и вибрации, освещение, отклонение показателей микроклимата, электромагнитные поля и ионизирующие излучения;

– Опасные факторы производственной среды: механической природы – падение с высоты, удары от движущихся, вращающихся предметов; термического происхождения – ожоги, тепловой удар; электрической природы – поражение электрическим током; пожарной и взрывной природы – отравления токсичными продуктами горения, пониженная концентрация кислорода, потеря видимости вследствие задымления.

2. *Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме.*

СН 2.4/2.1.8.562-96, СанПин 2.2.4.1294-03, МУ 2.2.4.706-98/МУ ОТ РМ 01-98, ГН 2.1.6.1338-03, ГОСТ 12.0.001-82, ГОСТ 12.0.002-80, ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.1.014-84, ГОСТ 12.1.018-93, ГОСТ 12.0.003-74, ГОСТ 12.1.018-93, ГОСТ Р 12.4.207-99, ГОСТ 12.4.021-75, ГОСТ 12.2.061-81, ГОСТ 12.4.100-80, ГОСТ 12.2.063-81, ГОСТ 12.1.029-80

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. *Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:*

Выявленные вредные факторы в котельном цехе возникают вследствие использования энергетического оборудования (проектируемый котельный агрегат, мельницы, паропроводы и др.).

Негативное влияние обусловлено наличием повышенной температуры, шумов, вибраций и недостаточной освещенности, а также электромагнитного поля и ионизирующего излучения.

Выявленные факторы несут негативное воздействие на персонал и являются причинами: общего ухудшения здоровья; повышенной утомляемости; головных болей; потеря остроты слуха и зрения.

Нормирование излучений, шумов, температуры, вибраций и освещенности осуществляется по СанПин 2.2.4.1191-03, СН 2.2.4/2.1.8.562—96, СанПиН 2.2.4.548-96, СН 2.2.4/2.1.8.566-96 и СП 52.13330.2011 соответственно по порядку..

Средства коллективной защиты от вышеописанных воздействий: ограниченная продолжительность пребывания в КЦ; экранирование и изоляция источников вибраций, шума, излучения и тепла; увеличение числа источников света. Индивидуальные – СИЗ.

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.	<p>Механические опасности – падение с высоты; движущиеся машины и механизмы. Средства защиты от механического воздействия: соблюдения ТБ; грамотное проектирования обслуживаемых объектов.</p> <p>Термические опасности – ожоги о трубопроводы и котельный агрегат; тепловой удар из-за повышенной температуры в КЦ.</p> <p>Электробезопасность – опасность поражения электрическим током.</p> <p>Пожаробезопасность – существует опасность пожаров и взрывов в случае отклонения от технологических карт розжига и остановки котла, а также при неисправности маслонаполненного и другого оборудования.</p>
3. Охрана окружающей среды.	<p>Защита селитебной зоны – установка санитарно-защитной зоны.</p> <p>Выбросы паровых котлов (ПК) при сжигании твердых топлив являются одной из главных причин загрязнения атмосферы. Основные выбросы: оксиды серы (SO₂, SO₃), оксиды азота (NO_x), угарный газ (CO), углеводороды (CH), бенз(а)пирен (C₂₀H₁₂), а также тепловые выбросы. ПДВ выбросов устанавливается на основе РД 153-34.02.303-98.</p> <p>Эксплуатация ПК связана с использованием большого количества воды. Воды гидрозалудаления значительно загрязнены. Это вносит отклонения в сложившиеся экосистемы.</p> <p>Имеется воздействие проектируемого объекта на литосферу, так как при использовании твердого топлива остается большое количество золы и шлака. В результате этого происходит: изменение альбедо поверхности; изъятие территорий; радиационное загрязнение.</p>
4. Защита в чрезвычайных ситуациях.	<p>Возможные ЧС на объекте: пожары, взрывы, аварии на производстве;</p> <p>Наиболее типичная ЧС – пожар.</p> <p>Превентивные меры по предупреждению ЧС – проведение противопожарных инструктажей, обучение персонала; своевременная диагностика пожароопасного оборудования.</p>
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	<p>Специальные правовые нормы для вредных и опасных производств регулируются разделом XII ТК РФ.</p> <p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны – получение разрешения на строительство ТЭС; назначение ответственных за компоновку и строительство ТЭС, а также монтаж котельного агрегата и вспомогательного оборудования.</p>
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (—

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5В21	Туманов Михаил Семенович		

5 Социальная ответственность

Человек живет в социуме, а значит несет ответственность за свои действия и разработки перед обществом. В связи с этим при проектировании котельного агрегата специалисту следует принимать такие решения, которые исключают несчастные случаи на производстве, а также приведут к уменьшению вредного воздействия объекта на окружающую среду.

Целью данного раздела является идентификация опасных и вредных факторов, связанных с эксплуатацией проектируемого объекта, и нахождение путей их устранения или минимизации.

5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

При эксплуатации котельного агрегата основным лицом, которое его обслуживает, является машинист-обходчик по котельному оборудованию. Работая в котельном цехе, он подвергается следующим опасным факторам [ГОСТ 12.0.003-74]:

- движущиеся машины и механизмы (мельницы, крышки лазов и гляделок);
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно земли (пола);
- электрический ток (проводка питания электроприборов);
- повышенная температура поверхностей оборудования (паропроводы, корпус котла);

Перечисленные факторы могут приводить к ожогам, повреждениям мягких тканей и нервной системы вплоть до летального исхода.

Кроме опасных факторов машинист-обходчик подвержен некоторым вредным факторам ГОСТ 12.0.003-74:

- повышенная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума и вибраций;

- недостаточное освещение;
- электромагнитные поля и ионизирующие излучение (электрооборудование).

Выявленные вредные факторы оказывают пагубное воздействие на организм человека: нарушение обмена веществ организма; потеря остроты слуха и зрения; головные боли; повышенная утомляемость; угнетением дыхательной и сердечной деятельности.

В связи со всем выше сказанным необходимо принять меры по ограждению персонала от влияния опасных и вредных факторов.

5.2 Обеспечение защиты от опасных производственных факторов

Для предотвращения воздействия опасного фактора на персонал в первую очередь следует рассматривать его источник и природу происхождения и на основе этого делать вывод о способах защиты от него.

5.2.1 Обеспечение защиты от движущихся машин и механизмов

Источником движущихся машины и механизмов, а также подвижных части производственного оборудования в котельном цехе являются: мельницы; глубоководные обдувочные аппараты; дверцы различных лазов. По своей природе данные опасности являются физическими. Одним из лучших способов защиты в данном случае будет применение оградительных средств защиты. Ограждения могут быть стационарными (несъемными), подвижными (съемными) и переносными. Практически ограждения выполняются в виде различных сеток, решеток, экранов, кожухов и др. Они должны иметь такие размеры и быть установлены таким образом, чтобы в любом случае исключить доступ человека в опасную зону. Также применение опознавательной сигнализации, служащей для выделения яркими цветами наиболее опасных узлов и механизмов промышленного оборудования и зон, резко снизит риск получения физических повреждений персоналом. Кроме того, следует

применять меры индивидуальной защиты: каски и другая спецодежда – ГОСТ 12.4.011–89 ССБТ.

5.2.2 Обеспечение защиты от падения с высоты:

Так как паровые котлы могут достигать в высоту несколько десятков метров, то еще один опасный производственный фактор — это расположение рабочего места на значительной высоте относительно земли (пола). Падение с высоты оказывает физическое воздействие. Грамотное проектирование лестниц и площадок котельного агрегата в соответствии с [ПБ 10-574-03] помогает предотвратить падение, а если все-таки оно произошло, то свести к минимуму его последствия.

5.2.3 Обеспечение защиты от поражения электрическим током:

Из-за наличия электрооборудования в котельном цехе существует опасность поражения электрическим током. Данное воздействие по своей природе является физическим. Качественная изоляция и своевременное её диагностика могут исключить опасность поражением электрическим током. Применение средств индивидуальной защиты также защищает от воздействия электричества.

5.2.5 Обеспечение защиты от воздействия высоких температур

В связи с тем, что эксплуатация котельного агрегата связана с высвобождением большого количества тепловой энергии, многие поверхности в котельном цехе имеют повышенную температуру. Это может привести к получению повреждений физической природы – ожогов. Для предотвращения влияния данного опасного фактора следует применять изоляцию. При этом температура на поверхности изоляции для поверхностей, расположенных в рабочей или обслуживаемой зоне помещений и содержащих вещества температурой выше 100 °С, не должна превышать 45 °С по СНиП 2.04.14-88. Использование средств индивидуальной защиты приведет к увеличению безопасности труда.

Кроме всего сказанного, исполнение техники безопасности персоналом сведет к минимуму возможность подвергнуться опасным факторам. В связи с

этим к работам не должны допускаться люди, не прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5.3 Обеспечение защиты от вредных производственных факторов

Для уменьшения влияния выявленных вредных факторов следует рассмотреть их источники и природу и исходя из этого найти пути минимизации воздействия.

5.3.1 Обеспечение условий микроклимата рабочего помещения

Так как в котле при сжигании топлива выделяется тепловая энергия, то в связи с этим в котельном цехе стоит повышенная температура воздуха. Данное явление по природе своего происхождения является физическим, нормируется по СанПиН 2.2.4.548-86 (таблица 5.1) и может привести к нарушению обмена веществ в организме, «тепловому удару», общему ухудшению самочувствия, нарушениям в нервной системе.

Таблица 5.1 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений для категорий работ Ib

Период года	Температура воздуха, °С	
	диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин
Холодный	19,0–20,9	23,1–24,0
Теплый	20,0–21,9	24,1–25,0

Машинист-обходчик по котельному оборудованию обслуживает основные узлы котельного агрегата и его вспомогательного оборудования. Данный вид выполняемой работы относится к категории Ib.

К категории Ib относятся работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства) СанПиН 2.2.4.548-86.

При эксплуатации котла для защиты персонала от вредного воздействия повышенной температуры рабочей зоны следует применять кондиционирование воздуха и вентиляция помещений.

5.3.2 Обеспечение условий для снижения воздействия шума и вибраций

Второй выявленный вредный фактор – повышенный уровень шума и вибраций, возникает вследствие работы различных механизмов в котельном цехе. По своей природе является физическим и может приводить к потере остроты слуха, повышенной утомляемостью, головной боли. Уровень шума нормируется по СН 2.2.4/2.1.8.562–96 (таблица 5.2), а вибрации по СН 2.2.4/2.1.8.566-96 (таблица 5.3).

Таблица 5.2 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	–	–	–
Напряженный труд 2 степени	50	50	–	–	–

Таблица 5.3 – Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест категории 3 – технологической типа «а»

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X_o, Y_o, Z_o							
	виброускорения				виброскорости			
	м/с ²		дБ		м/с · 10 ⁻²		дБ	
	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт
1,6	0,089		99		0,89		105	
2,0	0,079	0,14	98	103	0,63	1,30	102	108
3,15	0,063		96		0,32		96	
4,0	0,056	0,10	95	100	0,22	0,45	93	99
5,0	0,056		95		0,18		91	
6,3	0,056		95		0,14		89	
8,0	0,056	0,10	95	100	0,11	0,22	87	93
10,0	0,070		97		0,11		87	
12,5	0,089		99		0,11		87	
16,0	0,110	0,20	101	106	0,11	0,20	87	92
25,0	0,180		105		0,11		87	
31,5	0,220	0,40	107	112	0,11	0,20	87	92
40,0	0,280		109		0,11		87	
63,0	0,450	0,79	113	118	0,11	0,20	87	92
80,0	0,560		115		0,11		87	
Корректированные и эквивалентные корректированные значения, и их уровни		0,10		100		0,20		92

Для снижения шума применяют различные методы коллективной защиты: уменьшение уровня шума в источнике его возникновения; рациональное размещение оборудования; борьба с шумом на путях его распространения, в том числе изменение направленности излучения шума, использование средств звукоизоляции, звукопоглощение и установка

глушителей шума, в том числе акустическая обработка поверхностей помещения. Так же нашли применения индивидуальные средства защиты – наушники ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ.

Для ослабления передачи вибрации от источников ее возникновения полу, рабочему месту, сиденью, рукоятке и т.п. широко применяют методы виброизоляции в виде виброизоляторов из резины, пробки, войлока, асбеста, стальных пружин ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ.

5.3.3 Обеспечение условий для снижения уровня электромагнитного излучения

Источником электромагнитного излучения в котельном цехе является различное электрооборудование – электродвигатели, приборы автоматики и др.

Электромагнитное поле (ЭМП) обладает способностью биологического, специфического и теплового воздействия на организм человека.

Биологическое воздействие ЭМП зависит от длины волны, интенсивности, продолжительности режимов воздействия, размеров и анатомического строения органа, подвергающегося влиянию ЭМП. Механизм нарушений, происходящих в организме под влиянием ЭМП, обусловлен их специфическим и тепловым действием.

Таблица 5.5–Допустимые уровни ЭМП

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Наиболее чувствительными специфическому воздействию ЭМП являются центральная и сердечно-сосудистая системы. Выражается это воздействие биохимическими изменениями, происходящими в клетках и тканях.

Временные допустимые нормы уровни ЭМП, создаваемых на рабочих местах согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 должны соответствовать показателям, представленным в таблице 5.5.

Для снижения интенсивности воздействия ионизирующего излучения необходимо осуществлять следующие мероприятия [ГОСТ 12.4.154-85 ССБТ]:

- применением поглотителей электромагнитной энергии;
- блокированием излучения или снижением его мощности для вращающихся антенн в секторе, в котором находится защищаемый объект.
- применять каучук, поролон, пенополистирол, ферромагнитный порошок со связывающим диэлектриком, волосяные маты, пропитанные графитом для поглощения электромагнитных излучений и превращения его в тепловую энергию.

5.3.4 Обеспечение условий по освещению рабочего места

Недостаточное освещение еще один вредный фактор присутствующий в котельном цехе. Природа фактора физическая. Причиной недостаточного освещения являются большие габариты котельного агрегата, освещать каждую деталь которого экономически не целесообразно. Нормирование показателя освещения осуществляется с помощью СП 52.13330.2011.

Для обеспечения достаточного освещения следует грамотно комбинировать естественное и искусственное освещение, а также желательно применять люминесцентные лампы.

5.4 Охрана окружающей среды

Эксплуатация паровых котлов (ПК) неразрывно связана с вредными выбросами, образующимися при сжигании твердых топлив., которые являются одной из главных причин загрязнения атмосферы. Основные выбросы, за которыми ведется контроль: оксиды серы (SO_2 , SO_3), оксиды азота (NO_x), угарный газ (CO), углеводороды (CH), бенз(а)пирен ($C_{20}H_{12}$), зола, а также тепловые выбросы. Предельно допустимые выбросы (ПДВ) устанавливается на

основе РД 153-34.02.303-98. Для проектируемого котельного агрегата с проектным топливом Назаровский 2Б, паропроизводительностью 170 т/ч и жидким шлакоудалением, эти данные указаны в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Нормативы удельных выбросов в атмосферу для котельных установок, вводимых на ТЭС с 1 января 2001 г

Нормируемая величина	Значение
Массовый выброс твердых частиц на единицу тепловой энергии, г/МДж	0,06 – 0,10
Массовый выброс твердых частиц, кг/ту.т.	1,76 – 2,93
Массовая концентрация частиц в дымовых газах при $\alpha = 1,4$, мг/м ³ при н.у	150 – 250
Массовый выброс SO _x , кг/ту.т.	17,6
Массовая концентрация SO _x в дымовых газах при $\alpha=1,4$, мг/м ³ при н.у.	1400
Массовый выброс NO _x на единицу тепловой энергии, г/МДж	0,11
Массовый выброс NO _x , кг/ту.т.	3,20
Массовая концентрация NO _x в дымовых газах при $\alpha = 1,4$, мг/м ³ при н.у.	300
Массовая концентрация СО в дымовых газах при $\alpha=1,4$, мг/м ³ при н.у.	300,0

Высокое содержание в атмосферном воздухе разных загрязняющих веществ отрицательно сказывается на всей живой природе. Проживание в загрязненной атмосфере выражается ухудшением здоровья людей и животных, снижением урожайности и продуктивности животных.

Кроме выше сказанного эксплуатация ПК связана с использованием большого количества воды. Большая часть воды расходуется на охлаждение. Для котлов на твердом топливе требуется удалять золу и шлак, что также требует

большого количества воды, которая циркулирует в оборотных системах гидрозолоудаления (ГЗУ). Воды ГЗУ значительно загрязнены взвешенными частицами, соединениями ртути, фтора, ванадия, мышьяка, а также имеют повышенную щелочность. Все это вносит отклонения в сложившиеся экосистемы.

Воздействие проектируемого объекта на литосферу также велико. Это связано с тем, что при использовании твердого топлива остается большое количество золы и шлака, которые необходимо складировать. Результате этого является: изменение альbedo поверхности; изъятие территорий; радиационное загрязнение.

Необходимые мероприятия для уменьшения вредных выбросов:

- установка золоуловителей для уменьшения выбросов твердых частиц;
- применение особых методов сжигания для предотвращения образования оксидов азота;
- применение сероочистительных установок;
- переработка отходов производства в строительные материалы.

Данные решения должны быть применены в таком объеме, чтобы удовлетворять федеральному закону «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ.

5.5 Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях

При эксплуатации котельного агрегата на ТЭС могут возникнуть некоторые чрезвычайные ситуации (ЧС). По своей природе чрезвычайные ситуации могут быть техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера.

Наиболее типичной ЧС на ТЭС является пожар либо взрыв.

Пожар – это процесс горения, который вышел из-под контроля, и создает угрозу жизни и здоровью людей, а также уничтожает материальные ценности.

Взрыв – это процесс горение, характеризующийся выделением большого количества тепловой энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени. Взрыв приводит к образованию и распространению со сверхзвуковой скоростью взрывной ударной волны (с избыточным давлением более 5 кПа), оказывающей ударное механическое воздействие на окружающие предметы.

Для предотвращения ЧС могут быть использованы следующие предупредительные мероприятия:

- устранение причин, которые могут вызвать пожар (взрыв);
- ограничение (локализацию) распространения пожаров;
- создание условий для эвакуации людей и имущества при пожаре;
- своевременное обнаружение пожара и оповещение о нем;
- поддержание сил ликвидации пожаров в постоянной готовности.

Соблюдение технологических режимов производства, содержание оборудования, особенно энергетических сетей, в исправном состоянии позволяет, в большинстве случаев, исключить причину возгорания.

Установка взрывных клапанов обеспечит целостность оборудования и предотвратит выход из-под контроля процесса горения.

Своевременное обнаружение пожара может быть достигнуто использованием в производственных и бытовых помещениях система автоматической пожарной сигнализации.