

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

Институт: Электронного обучения
Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра Атомных и тепловых электростанций

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Анализ эффективности работы водогрейных котлоагрегатов при сжигании непроектного топлива районной котельной г. Междуреченска»

УДК 697.32:621:18.016-6 (571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2А1	Ковтунова Наталья Викторовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Кафедра атомных и тепловых электростанций Кандидат технических наук, доцент.	А.А. Матвеева	к.т.н доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Кафедра менеджмента, ст. преподаватель	Кузьмина Н.Г	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Василевский М.В	к.т.н. доцент		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры атомных и тепловых электростанций	М.А.Вагнер	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
атомных и тепловых электростанций	А.С. Матвеев	к.т.н., доцент		

Томск 2017 г.

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

Институт Электронного обучения
Направление подготовки **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**
Кафедра «Атомных и тепловых электростанций»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой АТЭС ЭНИН
А.С. Матвеев

(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы
<small>(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)</small>

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2А1	Ковтуновой Натальи Викторовны

Тема работы:

«Анализ эффективности работы водогрейных котлоагрегатов при сжигании непроектного топлива районной котельной г. Междуреченска»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.02.17 №609/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	<p>Целью работы является анализ эффективности работы котла ЭЧМ-60 на непроектном виде топлива.</p>
--	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание котельной. 2. Техническая характеристика основного и вспомогательного оборудования. 3. Укрупненный расчет котла на проектное и не-проектное топливо. 4. Расчет выбросов от котельной. 5. Социальная ответственность 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 7. Заключение
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Схема котельной.</p> <p>Разрез котла ЭЧМ-60-2.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Кузьмина Н.Г., старший преподаватель кафедры менеджмента</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Василевский М.В., доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>11 января 2017 года</p>
--	-----------------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АТЭС	Матвеева А.А.	к.т.н.		11.01.17г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2А1	Ковтунова Наталья Викторовна		11.01.17г

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2А1	Ковтуновой Н.В.

Институт	Институт электронного обучения(ИнЭО)	Кафедра	Атомных и тепловых электростанций
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	«Теплотехника и теплоэнергетика»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Должностной оклад инженера- 17000 р Должностной оклад научного руководителя- 26300р
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норм амортизации -20%</i> <i>Районный коэффициент-30%</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисление в социальные фонды принимаются равными 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. Планирование работ и оценка их выполнения.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	2. Смета затрат на проект.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	3. Анализ выбора топлива в котельной.

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры менеджмента	Кузьмина Наталия Геннадьевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2А1	Ковтунова.Н.В		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2А1	Ковтуновой Натальи Викторовны

Институт	Электронного обучения	Кафедра	АТЭС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»

:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Сжигание непроектного топлива на районной котельной г. Междуреченска
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

1. Производственная безопасность

1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- а) промышленная санитария
- б) освещенность производственных помещений
- в) системы вентиляции производственных помещений
- г) вибрация

2. Опасные факторы:

- а) Пожарная безопасность
- б) Электробезопасность
- в) Механизмы
- г) тепловые излучения

2. Экологическая безопасность:

Вредные выбросы

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:

- 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.

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;
- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Василевский М.В			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2А1	Ковтунова Наталья Викторовна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 50 с., _____ рис., 6 табл.,
25 источников, _____ прил.

Ключевые слова: КОТЕЛ, ТОПЛИВО, ТЕПЛОТА, РАСХОД, УГОЛЬ, ДРЕНАЖИ.

Цель работы – Представить расчет работы котельной на непроектное топливо.

В процессе исследования проводились: укрупненный расчет котла, расчет выбросов, расчет на экономический эффект.

В результате исследования выявлено, что при переходе с проектного на непроектное увеличится расход топлива на котел, чуть улучшится экологичность выбросов.

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных

	публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами, использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
<i>Специальные профессиональные</i>	
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 ОПИСАНИЕ КОТЕЛЬНОЙ	13
2.1 ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	15
2.1.1 Котельное оборудование	15
2.1.2 Система пылеприготовления	16
2.1.3 Тягодутьевое оборудование	16
2.1.4 Система золоудаления и золоулавливания.....	17
2.1.5 Насосное отделение	17
3 УКРУПНЕННЫЙ РАСЧЕТ КОТЛА НА ПРОЕКТНОЕ И НЕПРОЕКТНОЕ ТОПЛИВО.....	19
3.1 Расчет котла на проектное топливо.....	19
3.1.1 Теоретическое количество воздуха для полного сгорания твердого топлива (при $\alpha=1$):	19
3.1.2 Теоретические минимальные объёмы продуктов сгорания при полном сгорании топлива с $\alpha=1$:	19
3.2 Расчет котла на непроектное топливо.....	22
3.3 Расчет выбросов от котельной.....	26
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	32
5 Социальная ответственность	39
5.1 Производственная безопасность.....	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	50

ВВЕДЕНИЕ

Переход к рыночным отношениям в топливно-энергетическом комплексе в условиях ослабления экономических связей между странами СНГ и регионами Российской Федерации заставляет многие объекты теплоснабжения искать новые источники топливоснабжения [1].

Если в доперестроечные годы переход на новые виды топлива или марки угля вызывался, главным образом, дефицитом проектного топлива, то в последние годы такой переход стал обосновываться экономическими соображениями (ценой топлива, стоимостью его перевозок, трудозатратами и стоимостью реконструкции оборудования) и требованиями экологии [1]. Освоение нового топлива может быть проведено успешно при своевременном и технически обоснованном выполнении необходимых организационных и реконструктивных мероприятий на установленном оборудовании и ознакомлении персонала котельных с особенностями эксплуатации этого топлива. К сожалению, на практике часто новое топливо начинает поступать на котельную без подготовки оборудования к его приему, при неподготовленном к его эксплуатации персонале. Это может привести к тяжелым последствиям с выводом из строя оборудования.

На основании сравнительного анализа характеристик проектного и заменяющего топлива с учетом имеющегося опыта сжигания последнего на действующих котельных необходимо ответить на ряд вопросов:

1. Перевод на непроектное топливо допустим, он не потребует выполнения реконструктивных работ, так как характеристики проектного и заменяющего топлива достаточно близки. Дополнительные малозатратные мероприятия могут выявиться во время проведения опытного сжигания.
2. Перевод на новое топливо возможен, но потребует значительного объема реконструктивных и доводочных работ. По заявке котельной должен быть выполнен проект реконструкции котельного и вспомогательного оборудования, который необходимо реализовать до

проведения опытного сжигания. Уточнение объема доводочных работ может быть выполнено по результатам опытного сжигания.

3. При переводе электростанции на сжигание топлива с меньшей теплотой сгорания или большей влажностью может снизиться располагаемая мощность из-за недостаточной производительности топливоподачи, пылеприготовления. В этом случае выходом из положения может оказаться переход на сжигание смеси нового топлива с проектным или с газом и мазутом.
4. Перевод на рассматриваемую марку угля в принципе невозможен на установленном оборудовании без значительной потери мощности или потребует кардинальной многозатратной реконструкции или замены основного и вспомогательного оборудования.

К таким случаям относятся перевод котлов с жидким шлакоудалением на сжигание угля с тугоплавкой золой, например, на экибастузский или подмосковный бурый уголь, или перевод буроугольного котла, оснащенного мельницами-вентиляторами, на сжигание низкорекреационного каменного угля.

Перед переходом на сжигание нового топлива на основании анализа его характеристик и характеристик оборудования необходимо сделать предварительное заключение о возможности его сжигания с учетом обеспечения:

- ✓ устойчивого топочного режима с удовлетворительной полнотой сгорания;
- ✓ длительной работы в необходимом диапазоне нагрузок;
- ✓ номинальных параметров пара;
- ✓ допустимой температуры металла поверхностей нагрева;
- ✓ устойчивого выхода шлака при жидком шлакоудалении;
- ✓ надежной и эффективной работы систем золошлакоудаления и золоулавливания с уровнем выброса твердых частиц в пределах допустимых значений;
- ✓ допустимого уровня выбросов в атмосферу оксидов азота и серы

Проведение опытного сжигания непроектного топлива является наиболее ответственным этапом в освоении нового топлива. К началу опытного сжигания на резервном топливном складе должно быть выгружено все или большая часть топлива, предназначенного для испытания котла. При этом должны быть приняты меры по недопущению смешивания опытной партии с другим топливом как на складе, так и при транспортировке по тракту топливоподачи [1].

Целью данной работы является определение работы котла ЭЧМ-60 на непроектном виде топлива.

1 ОПИСАНИЕ КОТЕЛЬНОЙ

Районная котельная мощностью - 180 Гкал/час, с тепловой нагрузкой – 194,45 Гкал/час оборудована тремя водогрейными котлами ЭЧМ – 60 / 2 и котельно - вспомогательным оборудованием. Котлы в работу запускают в отопительный сезон по мере необходимости, согласно температуры наружного воздуха. Котлы марки ЭЧМ 60 / 2 работают на твердом топливе, угле марки ДР, для растопки котлов и в случае работы их на некачественном угле используется мазут.

На котельную уголь поставляют полувагонами, угольный склад закрытый. Котельная работает по температурному графику 110 – 70⁰С и отапливает 61 % абонентов всего города различного назначения (население, промзона, соцкультобъекты).

Котлы ЭЧМ и котельно – вспомогательное оборудование установлены в 1972 г. и имеют большой износ – 88,8 %, КПД котлов составляет – 78,4 %., теплоноситель вода, система теплоснабжения открытая. Давление в подающем трубопроводе на выходе из котельной составляет – 6,5 кгс/см², в обратном – 2,5 кгс/см².

В систему теплоснабжения котельной входят – 17 ЦТП, работающих по температурному графику 95 – 70⁰С. Протяженность тепловой сети составляет – 61683,26м, в том числе в надземном исполнении – 6331,08 м, в подземном исполнении в непроходных каналах – 55352,18м. Тепловая сеть эксплуатируется с 1981 г., теплоизоляционный материал СТД.

Продолжительность функционирования тепловой сети в отопительный сезон - 242 суток, в неотопительный сезон - 93 суток, продолжительность отключений для проведения плановых ремонтов - 30 суток.

Среднегодовая температура теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах составляет – 75⁰С, температура горячей воды в неотопительный период - 65⁰С. Средняя температура грунта – 6,8⁰С, средняя температура в отопительный сезон – (-8,1⁰С), температура исходной воды в отопитель-

ный период - 5°C , в неотапительный период - 10°C .

Средний расход теплоносителя за отопительный период колеблется от 4100 до 4200 $\text{м}^3/\text{час}$, за неотапительный период – 1650 $\text{м}^3/\text{час}$. На Районной котельной установленная мощность электрооборудования – 12726,2кВт.

2.1 ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

2.1.1 Котельное оборудование

На котельной установлено два котла ЭЧМ-60

В таблице 1 представлена техническая характеристика котла ЭЧМ-60

Таблица 1- техническая характеристика котла ЭЧМ-60

Наименование показателя	Значение показателя
Теплопроизводительность котла, Гкал/час - номинальная	60
Температура воды на выходе из котла, °С	150
Температура воды на входе в котла, °С	70
КПД котла, %	87-88
Давление воды на выходе из котла из условий закипания не ниже, кгс/см ²	9
Рабочее давление до котла, кгс/см ²	20
Гидравлическое сопротивление котла, кгс/см ²	1,7
Расход воды через котёл, м ³ /час: - расчётный - минимально допустимый	750 550
Температура уходящих газов, °С	180-186
Расчётный расход топлива, кг/час	11000-14000

2.1.2 Система пылеприготовления

Система пылеприготовления котельной состоит из оборудования, представленного в таблице 2

Таблица 2- Оборудование системы пылеприготовления

Кач. Питатель угля	КЛ-8-0
Кач. Питатель угля	КЛ-8-0
Угольная дробилка	М13-16В
Угольная дробилка	М13-16В
Ленточный транспортер	В-650
Ленточный транспортер	В-500
Скребковый транспортер	УСУ-30
Ленточный транспортер	УКЛС-650

Низконапорная схема ВНИИМТ с двумя тангенциальными молотковыми мельницами ММТ-1500/2510/750К. Уголь подаётся в мельницу шнековым питателем ПСУ-500/2520 с эл. двигателем АИРМ112М2У3, мощностью -7,5 кВт и числом оборотов – 2895об/мин. После капитального ремонта на котлах установлены прямоточные горелки, котлы переведены на низкотемпературное вихревое пылеугольное сжигание.

2.1.3 Тягодутьевое оборудование

Вентилятор ВДН – 18 11УК производительность 140000 м³/час предназначен для подачи воздуха в топку котла, дымосос Д-18-2БК производительность 200000 м³/час – для отсоса в дымовую трубу продуктов сгорания.

Регулирование производительности дымососа осуществляется направляющим аппаратом. Регулирование производительности дутьевого вентилятора осуществляется осевым направляющим аппаратом, забор холодного воздуха производится из верхней части помещения котельной (в летнее время с улицы).

2.1.4 Система золоудаления и золоулавливания

Оборудование золоудаления и золоулавливания включает в себя:

- Шнек холодной воронки, установленный непосредственно под радиационной частью котла; -

Мокропрутковые золоуловители МП - ВТИ -3100 предназначены для очистки дымовых газов. Золоуловители установлены перед дымососом в количестве 2-х штук на котёл.

2.1.5 Насосное отделение

Сетевые насосы:

Марки Д – 1250 – 125 в количестве 5 шт., производительностью – 1250 м³/час, с напором – 125 м.в.ст., каждый с электродвигателем мощностью – 630 кВт, число оборотов п= 1500 об/мин.

Марки Д – 2500 – 62 в количестве – 1 шт, производительностью – 2500 м³/час, напор – 62 м.в.ст. с электродвигателем мощностью – 630 кВт, число оборотов п= 1000 об/мин.

Марки Д 1850 -62 в количестве – 1 шт, производительностью – 1850 м³/час, напор – 62 м.в.ст. с электродвигателем мощностью 500 кВт, число оборотов п= 1000 об/мин.

Подпиточные насосы:

Марки Д 500 – 63 в количестве – 4 шт, производительностью – 500 м³/час, напором – 63 м.в.ст. каждый с электродвигателем мощностью – 160 кВт, число оборотов $n=1500$ об/мин.

Насосы сырой воды:

Марки Д 320 -50 в количестве – 2 шт., производительность – 320 м³/час, напор – 50 м.в.ст. с электродвигателем мощностью – 75 кВт, число оборотов $n=1500$ об/мин и мощностью 132 кВт число оборотов $n=1455$ об/мин.

Марки Д 315 -71 в количестве 2 шт., производительность – 315 м³/час, напор – 71 м.в.ст. с электродвигателем марки мощностью – 90 кВт, число оборотов $n=1500$ об/мин мощностью 90 кВт, число оборотов $n=3000$ об/мин.

3 УКРУПНЕННЫЙ РАСЧЕТ КОТЛА НА ПРОЕКТНОЕ И НЕПРОЕКТНОЕ ТОПЛИВО

3.1 Расчет котла на проектное топливо

В качестве проектного топлива для котла ЭЧМ-60 был использован уголь кузнецкого бассейна марки СС, его характеристики представлены в таблице 3

Таблица 3- характеристика угля марки 1СС

Q_p^H МДж/кг	$W_p, \%$	$A_p, \%$	$S_{к+ор}^p$,%	$C^p, \%$	$H^p, \%$	$N^p+O^p,$ %
23,4	9	18,2	0,4	60,8	3,6	8

3.1.1 Теоретическое количество воздуха для полного сгорания твердого топлива (при $\alpha=1$):

$$V^0 = 0,0889 \cdot (C^p + 0,375 \cdot S_{к+ор}^p) + 0,265 \cdot H^p - 0,0333 \cdot O^p =$$

$$= 0,0889 \cdot (60,8 + 0,375 \cdot 0,4) + 0,265 \cdot 3,6 - 0,0333 \cdot 6,5 = 6,15 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (1)$$

3.1.2 Теоретические минимальные объёмы продуктов сгорания при полном сгорании топлива с $\alpha=1$:

теоретический объём азота:

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,8 \cdot N^p / 100 = 0,79 \cdot 6,15 + 1,5 \cdot 0,8 / 100 = 4,87 \text{ м}^3/\text{кг}, \quad (2)$$

теоретический объём трёхатомных газов:

$$V_{RO_2} = 1,866 \cdot \frac{C^p + 0,375 \cdot S_{к+ор}^p}{100} = 1,866 \cdot \frac{60,8 + 0,375 \cdot 0,4}{100} = 1,137 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (3)$$

теоретический объём водяных паров:

$$V_{H_2O}^0 = 0,111 \cdot H^p + 0,0124 \cdot W^p + 0,0161 \cdot V^0 = 0,111 \cdot 3,6 + 0,0124 \cdot 9 + 0,0161 \cdot 6,15 =$$

$$=0,61 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (4)$$

При избытке воздуха $\alpha > 1$ (принимая $\alpha = 1,03$) объем водяных паров:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = V_{\text{H}_2\text{O}}^0 + 0,0161 \cdot (\alpha - 1) \cdot V^0 = 0,61 + 0,0161 \cdot (1,03 - 1) \cdot 6,15 = 0,612 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (5)$$

объем дымовых газов:

$$V_{\text{г}} = V_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2}^0 + V_{\text{H}_2\text{O}} + (\alpha - 1) \cdot V^0 =$$

$$= 1,137 + 4,87 + 0,612 + (1,03 - 1) \cdot 6,15 = 6,8 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (6)$$

Общее уравнение теплового баланса представляется в виде, кДж/кг

$$Q_{\text{р}} + Q_{\text{в.вн.}} + Q_{\text{ф}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6,$$

где $Q_{\text{р}}$ – располагаемое тепло сжигаемого топлива, кДж/кг;

$Q_{\text{в.вн.}}$ – тепло, подведенное к воздуху предварительно, до входа в воздухоподогреватель, от внешних источников тепла, кДж/кг;

$Q_{\text{ф}}$ – тепло, вносимое в топку паровым дутьем при форсуночном распылении мазута, кДж/кг (для нашего случая отсутствует);

Q_1 – тепло, полезно использованное в котле на подогрев воды, ее испарение и перегрев получаемого пара, кДж/кг (для нашего случая отсутствует);

Q_2 – потери тепла с уходящими газами, кДж/кг;

Q_3 – потери тепла от химической неполноты сгорания топлива, кДж/кг;

Q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, кДж/кг;

Q_5 – потеря теплоты от наружного охлаждения, кДж/кг;

Q_6 – потеря с теплом шлака, кДж/кг.

Располагаемое тепло сжигаемого топлива

$$Q_{\text{р}} = Q_{\text{и}}^{\text{р}} = 23400 \text{ кДж/кг.}$$

Потери тепла в котельном агрегате обычно представляются в виде, %

$$q_i = \frac{Q_i}{Q_P} 100.$$

Потеря теплоты от механической неполноты сгорания [2, таблица 4.1]:

$$q_4 = 1,5\%.$$

Потери теплоты с теплом шлаков для твердых топлив при слоевом сжигании определяются по формуле, %:

$$q_6 = \frac{(1 - \alpha_{yH})(Cv)_{зл} \cdot A^P}{Q_P}, \quad (9)$$

где $(Cv)_{зл}$ – энтальпия золы, кДж/кг, при температуре для сухого шлакозолоудаления при 500°C, $(Cv)_{зл} = 458$ кДж/кг;

$$q_6 = \frac{(1 - 0,2) \cdot 458 \cdot 18,2}{23400} = 0,28\%.$$

Потери тепла от наружного охлаждения принимаются в зависимости от паропроизводительности котла [2, таблица 4.5].

Для теплопроизводительности котла 60 Гкал/час

$$q_5 = 2,3\%.$$

Потери тепла от химической неполноты сгорания q_3 обусловлены наличием продуктов неполного сгорания топлива СО в уходящих газах. Расчетное значение q_3 принимается по [2]:

$$q_3 = 1\%.$$

Температура уходящих газов (по заданию)

$$t_{yx} = 180^\circ\text{C}.$$

Энтальпия уходящих газов при t_{yx}

$$I_{yx} = 2108 \text{ кДж/кг}.$$

Температура присасываемого воздуха; принимается равной температуре холодного воздуха

$$t_{прс} = t_{хв} = 30^\circ\text{C}.$$

Средняя теплоемкость воздуха при 30°C [2, табл. V]

$$c_B = 1,32 \text{ кДж/м}^3 \cdot \text{К}.$$

Энтальпия присасываемого воздуха

$$I_{o. прс} = I_{o. хв} = c_B \cdot t_{хв} \cdot V_o^H = 1,32 \cdot 30 \cdot 6,15 = 243,5 \text{ кДж/кг.}$$

Потеря теплоты с уходящими газами

$$q_2 = \frac{(I_{yx} - \alpha_{yx} \cdot I_{хв}^o)(100 - q_4)}{Q_P^P} = \frac{(2108 - 1,1 \cdot 243,5) \cdot (100 - 1,5)}{23400} = 7,74\%.$$

Коэффициент полезного действия котла

$$\begin{aligned} \eta_k &= 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6) = & (10) \\ &= 100 - (7,74 + 1 + 1,5 + 2,3 + 0,28) = 87,18\%. \end{aligned}$$

Расход топлива на котел

$$B = \frac{Q_{ка}}{\eta_{ка} \cdot Q_P^P} 100 = \frac{69780}{87,18 \cdot 23400} 100 = 3,42 \text{ кг/с} = 12312 \text{ кг/час.} \quad (11)$$

3.2 Расчет котла на непроектное топливо

В качестве непроектного топлива для котла ЭЧМ-60 использует уголь кузнецкого бассейна марки - ДР, его характеристики представлены в

таблице 4

Таблица 4- характеристика угля марки -1ДР

Q_p^H МДж/кг	$W_p, \%$	$A_p, \%$	$S_{к+ор}^P$,%	$C^P, \%$	$H^P, \%$	$N^P + O^P,$ %
21,9	11,5	15,9	0,4	56,4	4	11,8

3.2.1 Теоретическое количество воздуха для полного сгорания твердого топлива (при $\alpha=1$):

$$V^0 = 0,0889 \cdot (C^P + 0,375 \cdot S_{\text{к+ор}}^P) + 0,265 \cdot H^P - 0,0333 \cdot O^P =$$

$$= 0,0889 \cdot (56,4 + 0,375 \cdot 0,4) + 0,265 \cdot 4 - 0,0333 \cdot 9,9 = 5,75 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (12)$$

3.1.2 Теоретические минимальные объёмы продуктов сгорания при полном сгорании топлива с $\alpha=1$:

теоретический объём азота:

$$V_{\text{N}_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,8 \cdot N^P / 100 = 0,79 \cdot 5,75 + 1,9 \cdot 0,8 / 100 = 4,55 \text{ м}^3/\text{кг}, \quad (13)$$

теоретический объём трёхатомных газов:

$$V_{\text{RO}_2} = 1,866 \cdot \frac{C^P + 0,375 \cdot S_{\text{к+ор}}^P}{100} = 1,866 \cdot \frac{56,4 + 0,375 \cdot 0,4}{100} = 1,055 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (14)$$

теоретический объём водяных паров:

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^0 = 0,111 \cdot H^P + 0,0124 \cdot W^P + 0,0161 \cdot V^0 = 0,111 \cdot 4 + 0,0124 \cdot 11,5 + 0,0161 \cdot 5,75 =$$

$$= 0,67 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (15)$$

При избытке воздуха $\alpha > 1$ (принимаем $\alpha = 1,03$) объём водяных паров:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = V_{\text{H}_2\text{O}}^0 + 0,0161 \cdot (\alpha - 1) \cdot V^0 = 0,67 + 0,0161 \cdot (1,03 - 1) \cdot 5,75 = 0,672 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (16)$$

объём дымовых газов:

$$V_{\text{г}} = V_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2}^0 + V_{\text{H}_2\text{O}} + (\alpha - 1) \cdot V^0 =$$

$$= 1,055 + 4,55 + 0,672 + (1,03 - 1) \cdot 5,75 = 6,44 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (17)$$

Общее уравнение теплового баланса представляется в виде, кДж/кг

$$Q_p + Q_{\text{в.вн.}} + Q_{\text{ф}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6,$$

где Q_p – располагаемое тепло сжигаемого топлива, кДж/кг;

$Q_{в.вн.}$ – тепло, подведенное к воздуху предварительно, до входа в воздухоподогреватель, от внешних источников тепла, кДж/кг;

Q_{ϕ} – тепло, вносимое в топку паровым дутьем при форсуночном распылении мазута, кДж/кг (для нашего случая отсутствует);

Q_1 – тепло, полезно использованное в котле на подогрев воды, ее испарение и перегрев получаемого пара, кДж/кг (для нашего случая отсутствует);

Q_2 – потери тепла с уходящими газами, кДж/кг;

Q_3 – потери тепла от химической неполноты сгорания топлива, кДж/кг;

Q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, кДж/кг;

Q_5 – потеря теплоты от наружного охлаждения, кДж/кг;

Q_6 – потеря с теплом шлака, кДж/кг.

Располагаемое тепло сжигаемого топлива

$$Q_p = Q_i^r = 21900 \text{ кДж/кг.}$$

Потери тепла в котельном агрегате обычно представляются в виде, %

$$q_i = \frac{Q_i}{Q_p} 100.$$

Потеря теплоты от механической неполноты сгорания [2, таблица 4.1]:

$$q_4 = 1,5\%.$$

Потери теплоты с теплом шлаков для твердых топлив при слоевом сжигании определяются по формуле, %:

$$q_6 = \frac{(1 - \alpha_{вн})(Cv)_{зп} \cdot A^p}{Q_p^p}, \quad (18)$$

где $(Cv)_{зл}$ – энтальпия золы, кДж/кг, при температуре для сухого шлакозолоудаления при 500°C , $(Cv)_{зл} = 458\text{кДж/кг}$;

$$q_6 = \frac{(1 - 0,2) \cdot 458 \cdot 15,9}{21900} = 0,26\%.$$

Потери тепла от наружного охлаждения принимаются в зависимости от паропроизводительности котла [2, таблица 4.5].

Для теплопроизводительности котла 60 Гкал/час

$$q_5 = 2,3\%.$$

Потери тепла от химической неполноты сгорания q_3 обусловлены наличием продуктов неполного сгорания топлива СО в уходящих газах. Расчетное значение q_3 принимается по [2]:

$$q_3 = 1\%.$$

Температура уходящих газов (по заданию)

$$v_{yx} = 150^{\circ}\text{C}.$$

Энтальпия уходящих газов при v_{yx}

$$I_{yx} = 1756\text{кДж/кг}.$$

Температура присасываемого воздуха; принимается равной температуре холодного воздуха

$$t_{прс} = t_{хв} = 30^{\circ}\text{C}.$$

Средняя теплоемкость воздуха при 30°C [2, табл. V]

$$c_v = 1,32\text{кДж/м}^3 \cdot \text{K}.$$

Энтальпия присасываемого воздуха

$$I_{o. прс} = I_{o. хв} = c_v \cdot t_{хв} \cdot V_o^H = 1,32 \cdot 30 \cdot 5,75 = 227,7\text{кДж/кг}.$$

Потеря теплоты с уходящими газами

$$q_2 = \frac{(I_{yx} - \alpha_{yx} \cdot I_{XB}^O)(100 - q_4)}{Q_P^P} = \frac{(1756 - 1,1 \cdot 227,7) \cdot (100 - 1,5)}{21900} = 6,76\%.$$

Коэффициент полезного действия котла

$$\eta_k = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6) = 100 - (6,76 + 1 + 1,5 + 2,3 + 0,26) = 88,18\%. \quad (19)$$

Расход топлива на котел

$$B = \frac{Q_{ка}}{\eta_{ка} \cdot Q_P} 100 = \frac{69780}{88,18 \cdot 21900} 100 = 3,61 \text{ кг/с} = 12996 \text{ кг/час}. \quad (20)$$

3.3 Расчет выбросов от котельной

3.3.1 Расход летучей золы, поступающий в золоуловитель:

Проектное топливо:

$$M_z^I = 0,01 \cdot B_{час} \cdot \alpha_{ун} \left(A^P + \frac{Q_{ir}}{32,4} \right) = 0,01 \cdot 12312 \cdot 0,95 \left(18,2 + \frac{23,4}{32,4} \right) = 2213 \frac{\text{кг}}{\text{час}} \quad (21)$$

Непроектное топливо:

$$M_z^{II} = 0,01 \cdot B_{час} \cdot \alpha_{ун} \left(A^P + \frac{Q_{ir}}{32,4} \right) = 0,01 \cdot 12996 \cdot 0,95 \left(15,9 + \frac{21,9}{32,4} \right) = 2046 \frac{\text{кг}}{\text{час}} \quad (22)$$

3.3.2 Количество летучей золы, поступающий в дымовую трубу:

Проектное топливо:

$$M_z^{\text{выбр}} = M_z^I (1 - 0,96) = 2213 (1 - 0,97) = 66,39 \frac{\text{кг}}{\text{час}} \quad (23)$$

Непроектное топливо:

$$M_z^{\text{выбр}} = M_z^{II} (1 - \eta_{3V}) = 2046 (1 - 0,97) = 61,38 \frac{\text{кг}}{\text{час}}$$

3.3.3 Суммарная концентрация золы в приземном слое атмосферного воздуха, мг/м^3

Проектное топливо:

$$C = \frac{A \cdot n \cdot m \cdot F \cdot M_z^I}{H^2 \sqrt[3]{V_{дг} \Delta T}} = \frac{200 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \cdot 2,5 \cdot 18,44}{50^2 \sqrt[3]{23,25 \cdot 200}} = 0,21 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \quad (24)$$

$$V_{дг} = B \cdot V_{Г} = 3,42 \cdot 6,8 = 23,25 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Непроектное топливо:

$$C = \frac{A \cdot n \cdot m \cdot F \cdot M_z}{H^2 \sqrt[3]{V_{дг} \Delta T}} = \frac{200 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \cdot 2,5 \cdot 17,05}{50^2 \sqrt[3]{23,24 \cdot 180}} = 0,208 \frac{мг}{м^3} \quad (25)$$

$$V_{дг} = B \cdot V_{г} = 3,61 \cdot 6,44 = 23,24 \frac{м^3}{с}$$

где $A=200 \frac{с^{\frac{2}{3}} мг}{(гК^{\frac{1}{3}})}$ – коэффициент температурной стратификации для Сибири

$H=50 м$ – высота дымовой трубы, м;

m и n – коэффициент характеризующий скоростной режим дымовой трубы;

$F=2,5$ – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе с эффективностью золоуловителя меньше 90%

$\Delta T=130^{\circ}C$ – разница между температурой газов на выходе из трубы и окружающим воздухом

w_0 – скорость выхода газов из устья трубы, определяется по формуле

$$w_0 = \frac{4V_{оз}}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 8,92}{3,14 \cdot 4^2} = 0,71 \frac{м}{с} \quad (26)$$

$$f = 10^3 w_0^2 \cdot D / (H^2 \Delta T) = 10^3 \cdot 0,71^2 \cdot 4 / (50^2 \cdot 110) = 0,014 \quad (27)$$

Коэффициент m определяется в зависимости от параметра f :

$$\begin{aligned} m &= 1 / (0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}) = \\ &= 1 / (0,67 + 0,1\sqrt{0,014} + 0,34\sqrt[3]{0,014}) = 1,1 \end{aligned} \quad (28)$$

Концентрация золы в дымовых газах:

Проектное топливо:

$$C_{\text{зо́лы}} = \frac{1000 \cdot M_z^l}{V_z} = \frac{1000 \cdot 18,44}{23,25} = 793 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \quad (29)$$

Непроектное топливо:

$$C_{\text{зо́лы}} = \frac{1000 \cdot M_z^l}{V_z} = \frac{1000 \cdot 17,05}{23,24} = 733,6 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

3.3.4 Массовый выброс твердых частиц

Нормативы удельных выбросов по массовому выбросу твердых частиц

5,86 кг/т.ут

Проектное топливо:

$$M_{\text{выброс}}^l = \frac{M_z^{\text{выб}}}{B} = \frac{66,39}{12,312} = 5,39 \frac{\text{кг}}{\text{т.у.т}}$$

Непроектное топливо:

$$M_{\text{выброс}}^l = \frac{M_z^{\text{выб}}}{B} = \frac{61,38}{12,99} = 4,72 \frac{\text{кг}}{\text{т.у.т}}$$

Приведенное содержание золы:

проектное топливо:

$$A^{11} = \frac{A^p}{Q_n^p} = \frac{18,2}{23,4} = 0,77 \frac{\%}{\text{МДж/кг}} \quad (30)$$

непроектное топливо:

$$A^{11} = \frac{A^p}{Q_n^p} = \frac{15,9}{21,9} = 0,726 \frac{\%}{\text{МДж/кг}}$$

Массовая концентрация частиц в дымовых газах при $A^{11} = 0,726 \frac{\%}{\text{МДж/кг}}$

$$C_{\text{НУВ}} = 500 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

$$\text{ПДК} = 0,3 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

$$C > \text{ПДК} \quad 0,85 > 0,3$$

$$M_{\text{выброс}} > \text{НУВ} \quad 12,44 > 5,86$$

Непроектное топливо:

$$M_{\text{выброс}}^I = \frac{M_z^{\text{выб}}}{B} = \frac{61,38}{12,996} = 4,72 \frac{\text{кг}}{\text{т.у.т}} \quad (31)$$

Приведенное содержание золы:

$$A^{11} = \frac{A^p}{Q_n^p} = \frac{15,9}{21,9} = 0,726 \frac{\%}{\text{МДж/кг}}$$

Массовая концентрация частиц в дымовых газах при $A^{11} = 0,726 \frac{\%}{\text{МДж/кг}}$

$$C_{\text{НУВ}} = 500 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \quad \text{ПДК} = 0,3 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

$$C < \text{ПДК} \quad M_{\text{выброс}} < \text{НУВ}$$

Концентрация золы в приземном слое меньше ПДК при сжигании обоих топлив, концентрация золы в дымовых газах меньше массовой концентрации по нормативным удельным выбросам. Но второе топливо более экологично из-за меньших выбросов золы и меньшей концентрации.

3.4 Расчет расхода топлива в отопительный период

средний тепловой поток на отопление определяется по формуле [3]

$$Q_{o, \text{ср}} = Q_o \cdot \left(\frac{t_g - t_{\text{ср.о}}}{t_g - t_{\text{п.о}}} \right), \text{ Вт}, \quad (33)$$

где $Q_o = 70$ Гкал/час - максимальный тепловой поток на отопление, Вт;

$t_{в}$ - средняя температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, принимаемая для жилых и общественных зданий равной 18°C ;

$t_{ср.о}$ – средняя температура наружного воздуха за период со среднесуточной температурой воздуха 8°C и менее (отопительный период), $^{\circ}\text{C}$ (принимается по [1]);

$t_{ро}$ - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, $^{\circ}\text{C}$ (принимается по [1]);

Расчет тепла, отпущенной с Котельной представлен в таблице 5

Таблица 5- Тепло, отпущенное с котельной

	Ср. Температура, С	Количество тепла на отопление, Гкал/час	Кол-во отпущенного тепла на отопление, Гкал/час	Кол-во отпущенного тепла на ГВС, ГКал/час	Количество суток	Количество суток отопительный период	Отпуск тепла с котельной ГКал/час
Январь	-19,1	70	44,8	30,0	30	30	53838,62
Февраль	-16,2	70	41,3	30,0	28	28	47897,38
Март	-8,6	70	32,1	30,0	31	31	46204,97
Апрель	0,9	70	20,6	30,0	30	30	36459,31
Май	9,1	70	10,7	30,0	31	15	18791,59
Июнь	15,2	70	3,4	30,0	30	0	2433,10
Июль	17,4	70	0,7	30,0	30	0	521,38
Август	14,5	70	4,2	30,0	31	0	3142,76
Сентябрь	8,6	70	11,3	30,0	30	12	16808,28
Октябрь	1,4	70	20,0	30,0	31	31	37225,66
Ноябрь	-9,4	70	33,1	30,0	30	30	45409,66
Декабрь	-17	70	42,2	30,0	31	31	53747,59
Отпущенное тепло с котельной в Гкал							362480,28

Количество тепла в год, отпущенное с котельной в МВт

$$Q_{МВт} = Q_{Гкал} \cdot 1,163 = 362480 \cdot 1,163 = 421564 \text{ МВт} \quad (34)$$

Расход топлива с котельной (проектное топливо):

$$B = \frac{Q_{МВт}}{\eta_{ка} \cdot Q_p^P} = \frac{421564 \cdot 1000}{0,8718 \cdot 23,4} = 20664 \text{ т/год} \quad (35)$$

Расход топлива с котельной (непроектное топливо):

$$B = \frac{Q_{MBm}}{\eta_{ка} \cdot Q_P} = \frac{421564 \cdot 1000}{0,8818 \cdot 21,9} = 21829 \text{ т/год}$$

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данном разделе рассчитываются затраты на научно-исследовательскую работу «сжигание непроеKTного и проектного топлива для котельной г. Междуреченска». В связи с закрытием разреза «Сибиргинский», где добывалось проектное топливо марки - СС, котельная вынуждена была перейти на уголь шахты «Распадская» марки - ДР. В технической части я рассчитала отличие эксплуатации котельной на проектно-уголе-СС и непроеKTном угле-ДР. Износ котлов составляет более 80 %, поэтому вопрос экономичного снабжения потребителей теплом является весьма актуальным.

4.1. Планирование затрат

Для выполнения работы, составляется план, в нем подсчитывается по пунктам трудоемкость работ, количество исполнителей участвующих в проекте, расходы. Поэтапный список работ, работающие исполнители, оценка объема трудоемкости отдельных видов работ сведена в таблице № 4.1

В таблице №4.1- представлены все виды выполняемых работ и время их выполнения.

Таблица №4.1 - Перечень работ и оценки времени их выполнения

	Наименование работ	Время для выполнения задания в днях	
		Инженер	Руководитель
1	Составление задания	1	1
2	Краткая характеристика котельной	9	
3	Анализ работы котельной	10	
4	Расчет работы котельной на проектное и не проектное топливо	14	1
5	Проверка руководителем продланной работы	1	1
6	Анализ влияния влияния не проектного топлива на экологию	14	1
7	Проверка исправлений и замечаний	6	
8	Утверждение ВКР руководителем		1
9	Итого	55	5

4.2 Смета затрат на разработку проекта.

Совокупность затрат на проект определяются по следующим видам затрат:

1. Материальные затраты

$$K_{np} = K_{mat} + K_{am} + K_{з.п} + K_{со} + K_{np} + K_{нак.р} \quad (36)$$

Где :

K_{mat} – материальные затраты, руб.;

K_{am} – затраты на амортизацию, руб.;

$K_{з.п}$ – затраты на заработанную плату, руб.;

$K_{со}$ – затраты на социальные отчисления, руб.;

$K_{пр}$ – прочие затраты, руб.;

$K_{нак.р}$ – накладные расходы, руб.

4.2.1. Материальные затраты

Под материальными затратами понимается величина денежных средств, потраченных на канцелярские товары, необходимые для проведения работы.

Материальные затраты принимаем K_{mat} 1000руб.

4.2.2. Амортизация основных фондов и нематериальных актив.

Амортизация показывает уменьшение стоимости компьютерной техники, на которой выполнялась работа, вследствие ее износа.

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер) и печатающее устройство (принтер), данные приведены в таблице № 4.2

Таблица № 4.2

Вид техники	Количество	Стоимость техн ики, Цк.т.	Норма амортизации, Там.	Кам.
Компьютер	1	25000руб.	20%	753руб.
Принтер	1	8000руб.	20%	43,8 руб.

$$K_{ам. Комп} = \frac{T_{исп.к.т}}{T_{кал.дней}} \cdot Ц_{КТ} \cdot \frac{1}{T_{ам}} \quad (37)$$

где ;

$T_{исп.к.т}$ - время использования компьютерной техники;

Т.кал.дн- календарное время;

Ц.к.т- цена компьютерной техники;

Т.сл- срок службы компьютерной техники.

$$K_{\text{ам. Комп}} = \frac{55}{365} \cdot 25000 \cdot \frac{1}{5} = 753 \text{руб.}$$

$$K_{\text{ам. Прин}} = \frac{10}{365} \cdot 8000 \cdot \frac{1}{5} = 43,8 \text{руб}$$

Расчеты амортизационных отчислений по основным фондам:

$$K_{\text{ам.осн}}^{\Sigma} = K_{\text{ам.комп}} + K_{\text{ам.прин.}} = 753 + 43,8 = 796,8 \text{руб.} \quad (38)$$

4.2.3 Затраты на заработную плату

В состав затрат на оплату труда включаются: выплаты инженеру разрабатывающему проект, а также научному руководителю и рассчитываются как:

$$K_{\text{факт.зп}} = \frac{\text{ЗП}_{\text{мес.пл}}}{T} \cdot n \quad (39)$$

Где:

T – число рабочих дней в месяце = 21 день;

n – количество фактически затраченных дней,

для инженера n = 55 дней, а для руководителя n = 5 дней.

Месячная зарплата инженера рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{ЗП}_{\text{мес.з.п.ин}} = \text{ЗП}_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (40)$$

Месячная зарплата руководителя рассчитывается по формуле:

$$\text{ЗП}_{\text{мес.з.п.рук.}} = \text{ЗП}_0 \cdot K_1 \cdot K \quad (41)$$

$\text{ЗП}_{\text{мес.з.п.ин}}$ -месячная заработная плата инженера;

$\text{ЗП}_{\text{мес.зп.рук}}$ - месячная заработная плата научного руководителя;

ЗПО- месячный оклад (инженер -17000 руб., научный руководитель -30000 руб.);

$K_1=1,1(10\%)$ – коэффициент, учитывающий отпуск;

$K_2=1,3(30\%)$ – районный коэффициент;

Месячная зарплата инженера рассчитывается:

$$ЗП_{\text{мес.з.ин}}=17000 \cdot 1,1 \cdot 1,3=24310 \text{ руб.}$$

Месячная зарплата руководителя рассчитывается:

$$ЗП_{\text{мес.зп.рук}}=24310 \cdot 1,1 \cdot 1,3=37609 \text{ руб.}$$

Оклад доцента ЗПо =26300руб.

Расчет зарплаты инженера и руководителя:

$$K_{\text{мес.зп.ин}} = 17000 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 24310 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{мес.зп.рук}} = 26300 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 37609 \text{ руб.}$$

Расчет фактической заработной платы:

$$K_{\text{факт.зп.ин}} = \frac{K_{\text{мес.зп.ин}}}{T} \cdot n ; \quad (42)$$

$$K_{\text{факт.зп.ин}} = \frac{24310}{21} \cdot 55 = 63669 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{факт.зп.рук}} = \frac{K_{\text{мес.зп.рук}}}{T} \cdot n ; \quad (43)$$

$$K_{\text{факт.зп.рук}} = \frac{37609}{21} \cdot 5 = 8954 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ЗП}} = K_{\text{факт.зп.ин}} + K_{\text{факт.зп.рук}} ; \quad (44)$$

$$K_{\text{ЗП}} = 63669 + 8954 = 72623 \text{ руб.}$$

4.2.4 .Социальные отчисления

Отчисления на социальные нужды отражаются в обязательных отчислениях по установленным законодательным нормам, органам государственного социального страхования Российской Федерации, Пенсионного фонда Российской Федерации, Государственного фонда занятости и фонды медицинского страхования (30% с 2012 г)

$$K_{соц.} = 30\% \cdot K_{з.пл} ; \quad (45)$$

$$K_{соц.} = 0,3 \cdot 72623 = 21786 \text{ руб.}$$

4.2.5 Прочие затраты

К элементу «Прочие затраты» себестоимости продукции (работы, услуг) относятся налоги, сборы, отчисления в специальные внебюджетные фонды, амортизационных отчислений, затрат на заработную плату и затрат на социальные нужды.

Прочие затраты это $10\% \cdot \sum$ всех предыдущих затрат.

$$K_{пр} = 10\% \cdot (K_{мат} + K_{ам} + K_{зп} + K_{соц}) ; \quad (46)$$

$$K_{пр} = 0,1 \cdot (1000+796,8+72623+21786)=9620,58 \text{ руб.}$$

4.2.6 Накладные расходы

При выполнении проекта на базе НИТПУ, в стоимости проекта учитываются накладные расходы, включающие в себя затраты на аренду помещений, оплату тепловой и электрической энергии, затраты на ремонт зданий и сооружений, заработную плату и т.д. Накладные расходы рассчитываются как 200% от затрат на оплату труда.

$$K_{нр}=2 \cdot K_{зп}^{\Sigma} ; \quad (4.12)$$

$$K_{np} = 2 \cdot 72623 = 145246 \text{руб.}$$

$$K_{np} = 1000 + 796,8 + 72623 + 21786 + 9620 + 145246 = 251071 \text{руб.}$$

Таблица 4.3- Затраты на исследование сжигания непроектного топлива

Затраты	Сумма, руб.
Накладные расходы	145246
Прочие затраты	9620
Социальные отчисления:	21786
Фактическая заработная плата	72623
Амортизационные отчисления по основным фондам	796,8
Материальные затраты	1000
Затраты на расчет проекта	251071

Из технической части можно сделать вывод, что при использовании не-проектного топлива, экологичность котельной слегка возрастает(выбросы в атмосферу снизятся) , экономичность работы останется на прежнем уровне.

Расход топлива за год при непроектном топливе выше на 1165 т/год за счет, меньшей теплоты сгорания топлива

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Сложившаяся в настоящее время в России ситуация делает корпоративные социальные программы, в частности, и активное участие компаний в общественном развитии, вообще, необходимым условием устойчивого ведения бизнеса и — одновременно — фактором повышения социальной стабильности и уровня жизни. В международном понимании корпоративная социальная ответственность (КСО) бизнеса трактуется как добровольный вклад бизнеса в развитие общества в социальной, экономической и экологической сферах, связанный напрямую с основной деятельностью компании и выходящий за рамки определенного законом минимума.

В классическом понимании социальная ответственность включает в себя:

- добросовестную деловую практику;
- развитие персонала предприятия;
- охрану здоровья и безопасные условия труда;
- охрану окружающей среды и использование ресурсосберегающих технологий;

В последнее время подход к бизнесу в реалиях России начинает меняться, он уходит от «просто делания денег» И идет по пути заботы о сотрудниках и обществе.

Если компания стремится стать лидером в отрасли, то для них ведение социально ответственного бизнеса становится конкурентным преимуществом. В этом случае компании демонстрируют информационную открытость и прозрачность для всех заинтересованных сторон по всему спектру деятельности в области КСО, что позволяет им укрепить лидерские позиции в отрасли.

В то же время человек, работающий в компании несет индивидуальную ответственность перед предприятием. Своим отношением, своей работой и своими показателями. Под индивидуальной ответственностью понимается- основа дисциплины и своеобразный предохранитель от ошибок-

ных решений. По социально-психологическим факторам воздействия на деятельность человека ответственность может быть моральной и материальной. Материальная ответственность основывается на материальных интересах человека или экономических интересах коллектива. Она предполагает материальный ущерб в случаях невыполнения обязательств, неполучения необходимого результата деятельности, уклонения от реализации своих функций.

Существует также моральная ответственность. Во многих случаях она оказывает более сильное воздействие. Но этот тип ответственности в значительной степени зависит от проявления общественного сознания, которое является частью индивидуального сознания. В этой ответственности проявляется социальная сущность человека и понимание им особенностей социальной среды, в которой он существует и работает, и его зависимость от социальной среды.

Исследовательская работа «расчет котельной на сжигание непроектного топлива» дает большую практическую значимость, так как один разрезу угля закрылся и поставки топлива резко прекратились. Нужно было найти замену этому углю, чтобы экономичность котельной как минимум была прежней, а выбросы от сжигания нового угля более экологичными. Такая альтернатива была найдена

5.1 Промышленная безопасность

5.1.1 Промышленная санитария

Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21)

Показатели микроклимата производственных помещений, рабочих мест санитарным правилам.

Показатели характеристик микроклимата производственных помещений:

- температура воздуха;

- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

Допустимые параметры микроклимата приведены в таблице 5.1

Таблица 5.1-Допустимые параметры микроклимата

Ошиб года	Категория ра- бот по уровню энерготрат, Вт.	Температура воздуха, °С.		Температу- раповерхностей, °С.
		диапазон ни- же оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин	
Хо лодный	Ia (до 139)	20,0-	24,1-	19,0-26,0
	Iб (140-174)	21,9 19,0-20,9	25,0 23,1-24,0	18,0-25,0 16,0-24,0
	IIa (175-232)	17,0-18,9	21,1-23,0	14,0-23,0
	IIб (233-290)	15,0-	19,1-22,0 18,1-21,0	12,0-22,0
Теп- лый	III (более 290)	16,9 13,0-15,9		
	Ia (до 139)	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0
	Iб (140-174)	20,0-	24,1-28,0 22,1-27,0	19,0-29,0
	IIa (175-232)	21,9 18,0-19,9	21,1-27,0	17,0-28,0 15,0-28,0
	IIб (233-290)	16,0-18,9	20,1-26,0	14,0-27,0
	III (более 290)	15,0-17,9		

Продолжение таблицы 5.1

Периодгода	Категория работ по уровню энерготрат, Вт.	Относительная влажность воздуха, %.	Скорость движения воздуха, м/с.	
			для диапазона температур воздуха оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia (до139)	15-75	0,1	0,1
	Iб (140-174)	15-75	0,1	0,2
	IIa (175-232)	15-75	0,1	0,3
	IIб (233-290)	15-75	0,2	0,4
	III (более 290)	15-75	0,2	0,4
Теплый	Ia (до139)	15-75	0,1	0,2
	Iб (140-174)	15-75	0,1	0,3
	IIa (175-232)	15-75	0,1	0,4
	IIб (233-290)	15-75	0,2	0,5
	III (более 290)	15-75	0,2	0,5

Допустимые микроклиматические условия не оказывают нарушений или повреждений состояния здоровья в течении 8 - часовой рабочей смены, но могут привести к ухудшению самочувствия и снижению работоспособности.

При невозможности устранить неблагоприятное воздействие микроклимата из-за технологических требований к производственному процессу или экономической нецелесообразности считаются вредными или опасными. Для снижения неблагоприятного воздействия микроклимата используются: системы местного кондиционирования, воздушного душирования, перерывы в работе, спецодежда, средства индивидуальной защиты, помещения отдыха, дополнительный отпуск, сокращение рабочего времени.

5.1.2. Освещенность производственных помещений

По нормам СанПиН освещенность производственных помещений должна соответствовать нормам т.к. она один из важных факторов приводящий к снижению профессиональных заболеваний и травм. При соответствующей освещённости снижается утомляемость зрения, которая

напрямую связана с качеством выполняемых работ и снижает риск травматизма.

Степень освещенности помещения рассчитывают специалисты исходя из установленных норм освещенности.

5.1.3. Системы вентиляций производственных помещений

Система состоит из технических средств которые создают правильный воздухообмен и удаляют избыточную влагу, вредные газы, излишнее тепло.

Создавая при этом благоприятный микроклимат в рабочих помещениях. Для создания в производственных помещениях продуктивной вентиляции учитывающей особенност помещения и производственных факторов (загазованность, температура) специалисты рассчитают и подбирают необходимый вид вентиляции.

Виды вентиляций:

- Аспирация. Удаление газов и пыли что образуются во время работы оборудования.
- Дымоудаление. Во время пожара убережёт от удушья угарным газом.
- Приточная - вытяжная вентиляция. Удаляет, очищает, а также насыщает очищенным воздухом производственные помещения.

5.1.4. Защита персонала от вредных воздействий производственной вибрации, шума.

Шум и вибрация ещё один из вредных факторов, воздействующих на персонал, работников ПСХ.

Часть рабочего времени рабочие находятся в отдельных помещениях за закрытыми дверьми. При обходе и подготовке к сдачи смены оборудования распределяется по очередности и по времени, а также используются средства индивидуальной защиты (беруши, наушники) для сокращения воздействия на работника вредных условий.

Результатом неблагоприятного действия шума и вибрации на рабочий персонал: снижается устойчивость ясного видения и острота зрения, нарушения вестибулярного аппарата и функций желудочно-кишечного тракта, повышается внутри черепное давление. В следствии нарушается восприятие информации, правильность работ и в результате качество работ падает и увеличивается риск травматизма на рабочем месте.

Устранение вредного воздействия шума на человека в производственных условиях достигается рядом мер, в соответствии с ГОСТ 12.1.003ССБТ:

- рациональное размещение оборудования;
- строительно-акустические мероприятия;
- экранирование площадок обслуживания оборудования;
- дистанционное управление шумным оборудованием;
- звукоизоляция рабочего места и оборудования;
- применение средств индивидуальной защиты;

5.2 Опасные факторы

5.2.1. Пожарная безопасность

Оборудование в котельной представляет пожарную опасность. В связи с этим разработаны организационные мероприятия, которые включают в себя:

- выбор ответственных, за пожарную безопасность в организации
- противопожарный режим в организации
- организацию хранения взрывчатых и горючих веществ в соответствии с требованиями безопасности
- обучение работников правилам пожарной безопасности
- разработка инструкций о мерах противопожарной безопасности для каждого взрывопожарного и пожарного участка
- недопущение посторонних лиц на объекты, где хранятся, используются, транспортируются взрывчатые вещества
- организацию пожарной охраны

- наличие первичных средств пожаротушения

Котельная имеет противопожарный трубопровод с установленными гидрантами на лестничных пролетах по 2 шт. и на каждом этаже здания по 3шт., а также огнетушители пенные и углекислотные на лестничных пролетах по 2шт. и на каждом этаже здания по 2шт., в электрощитовой дополнительные. В наличии ящики с песком и противопожарный щит с инвентарем (ведра, багор, лопата)

5.2.2 Электробезопасность

Требования электробезопасности направлены на охрану жизни и здоровья персонала от воздействия на них электрического тока, повышения надежности работы оборудования, исключает инциденты и аварии с электроустановками.

Опасные и вредные факторы воздействия электрического тока на человека:

- воздействие электрической дуги;
- поражение электрическим током;
- воздействие электромагнитного излучения;
- воздействие электростатического поля;

Средства индивидуальной электрозащиты персонала, обслуживающего электроустановки:

- изолирующие штанги
- изолирующие и электроизмерительные клещи
- указатели напряжения всех видов и классов
- бесконтактные сигнализаторы наличия напряжения
- изолированный инструмент
- Диэлектрические перчатки, боты, галоши, ковры, изолирующие костюмы, изолирующие подставки.

В наличии таблички предупреждающие

- указательные - под каким напряжением электроприборы, заземлено

- запрещающие - (не включать работают люди)
- предупреждающие – (не влезай убьет, стой - напряжение)
- разрешающие - (работать здесь)

Электротравмы по степени воздействия на человека

- 1- слабые, судорожные сокращения мышц;
- 2- судорожные сокращения мышц, потеря сознания;
- 3- потеря сознания, нарушение сердечной и дыхательной деятельности;
- 4- клиническая смерть, т.е. отсутствие дыхания и кровообращения.

5.2.3.Механизмы рабочего оборудования

Движущиеся части машин и механизмов - электроприводы, части работающих механизмов, вращающиеся валы, рабочие колеса дымососов и вентиляторов.

Для исключения травматизма используются ограждения, ограждающие поверхности, сигнальные стопы, концевые, средства контроля и защиты, предупреждающие знаки, проводятся инструктажи, наличие средств защиты работников от воздействия движущихся частей производственного оборудования, устройство ограждений трубопроводов, предохранительных клапанов, электросиловых кабелей и других элементов, повреждение которых может вызвать опасность, наличие устройств (ручек) для перемещения частей производственного оборудования, приспособлений и инструментов вручную при ремонтных и монтажных работах; исключение опасности, вызванной разрушением конструкций, элементов зданий.

5.2.4 Тепловые излучения и опасность термического ожога

В режиме работы котлов в котельном зале имеет место тепловое (инфракрасное) излучение. Источником теплового излучения являются котлы и трубопроводы.

Для снижения интенсивности теплового выделения и снижения вероятности термических ожогов по ГОСТ 12.4.123-83 «Система стандартов безопасности труда. Средства коллективной защиты от инфракрасных лучей. Общие технические средства» устанавливаются следующие меры безопасности:

- тепловая изоляция на трубопроводах и котлов, там где температура поверхностей более 45 °С.;

- ограждение мест, в районе которых сильное выделение тепла;

- вентиляция рабочих мест;

- применение спецодежды в соответствии нормам

В таблице 4.2 приведены допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела рабочих от производственных источников, в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96.

Таблица 4.2

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт. /м., не более
50 и более	35
25-50	70
Не более 25	100

5.3 Экологическая безопасность

4.3.1 Вредные выбросы

Концентрация золы в приземном слое меньше ПДК при сжигании обоих топлив, концентрация золы в дымовых газах меньше массовой концентрации по нормативным удельным выбросам. Но второе топливо более экологично из-за меньших выбросов золы и меньшей концентрации.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Под оперативной ликвидацией аварий следует понимать отделение поврежденного оборудования (участка сети) от энергосистемы, а также действия, имеющие целью:

- предотвращение развития аварии;
- устранение опасности для обслуживающего персонала и оборудования, незатронутого аварией;
- восстановление в кратчайший срок, в первую очередь в зоне поражения, питания наиболее ответственных потребителей;
- создание надежной послеаварийной схемы;
- выяснение состояния отключившегося во время аварии оборудования и возможности его включения в работу.

Что касается социальной и экологической роли котельной у которой износ оборудования составляет более 80 %. То замена топлива никак не окажет большую роль на экологичность котельной. Нужно комплексно менять все оборудование и устанавливать, высокоэффективные золоуловители. А золошлаковым отходам искать применение или делать строительные блоки из них, может быть удобрения или задействовать теплоту от химического недожога. Это все конечно очень трудозатратно, но менее затратно чем рекультивировать земли на золоотвалах. А нам с такой окружающей средой еще жить.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенного сравнительного анализа характеристик проектного и не проектного топлива на районной котельной г. Междуреченска возможности сжигания не проектного топлива. По проведенным расчетам не проектное топливо использовать можно. Годовой расход топлива будет больше на 1165 т/год, за счет меньшей теплоты сгорания, но в то же время выбросы при сжигании данного вида топлива будут меньше. Расход проектного топлива составит $3,42 \text{ кг/с} = 12312 \text{ кг/час}$, расход не проектного топлива $3,61 \text{ кг/с} = 12996 \text{ кг/час}$. За год перерасход не проектного топлива будет небольшой, относительно проектного топлива.

Концентрация золы в приземном слое меньше ПДК при сжигании обоих топлив, концентрация золы в дымовых газах меньше массовой концентрации по нормативным удельным выбросам. Но не проектное топливо более экологично из-за меньших выбросов золы и меньшей концентрации, что имеет очень большое значение в настоящее время при сложившейся экологической обстановки в г. Междуреченске.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тепловые и атомные электрические станции: Справочник / Под общ. ред. чл.-корр. АН СССР В. А. Григорьев В.А., Зорин В.М. Григорьева, В. М. Зорина. Справочная серия. Учебное пособие для ВУЗов. 2-е изд., перераб. - (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 3). - М.: Изд-во: Энергоатомиздат, Москва., 1989г.-608 с
2. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. - М.: Энергия, 1976.
3. Теплофизические свойства воды и водяного пара/ Вукалович, М.П.– М. : Машиностроение, Москва, 1967г.-160 с.
4. Гужулев Э.П., Гриценко В.И. Водоподготовка и воднохимический режим ТЭС и котельных. Учебное пособие для вузов. - Омск, ОмГТУ, 2000.
5. Маргулова Т.Х., Мартынова О.И. Водный режим тепловых и атомных электростанций. - М.: Высшая школа, 1987, 319 с.
6. Стерман Н.Л., Покровский В.Н. Физические и химические методы обработки воды на ТЭС. Для вузов.- М.: Энергоатомиздат, 1991, 329 с.
7. СНиП 41-01-2003. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Отопление, вентиляция и кондиционирование: Система нормативных документов в строительстве.-М., «СантехНИИпроект», Москва., 2004г.- 236 с
8. Менеджмент в энергетике (Экономика и управление энергетическими предприятиями) Учебное пособие/ Коршунова Л.А., Кузьмина Н.Г. - Изд-во ТПУ, Томск:, 2007г - 188 с.
9. МЕНЕДЖМЕНТ .Планирование производственной программы ТЭС/ Методические указания по выполнению курсовой работы
для студентов энергетических специальностей Института дистанционного образования Издание второе стереотипное, Изд-во ТПУ, Томск: 2003г.

10. SWOT-анализ и синтез - основа формирования стратегии организации/ Юрий Учитель, Михаил Учитель.-М., «Либроком», Москва., 2010г-328 с.
11. СанПиН 2.2.4./2.1.8.582—96. Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения
/САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАВИЛА И НОРМАТИВЫ.- М., «МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РФ», Москва., 2003г.- 76 с
12. ППБ-01-03 « Правила пожарной безопасности в РФ» :свод правил .-М., «Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны», Москва., 2003г.- 45 с
13. Рихтер Л.А., Волков Э.П., Покровский В.Н. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов ТЭС. - М.: Энергоиздат, 1991, 296 с
14. Ключев А.С., Глазов Б.В. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
15. Плетнев Г.П. Автоматизированное управление объектами тепловых электростанций: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 368 с.
16. Демченко В.А. Автоматизация и моделирование технологических процессов ТЭС: Учебное пособие. – Одесса: Астропринт, 2001. – 305 с.
17. Волощенко А.В., Горбунов Д.Б. Проектирование систем автоматического контроля и регулирования: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 109 с.
18. Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Т-50-130 ТМЗ