

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

---

Институт: Электронного обучения  
Специальность: 140101 Тепловые электрические станции  
Кафедра: Атомных и тепловых электростанций

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы
<b>ПРОЕКТ МИНИ-ТЭЦ ДЛЯ ПГТ «ПРОМЫШЛЕННАЯ» НА БАЗЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ КОТЕЛЬНОЙ</b>

УДК 621.311.22:697.34-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<b>З-6300</b>	<b>Крель Александр Алексеевич</b>		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>доцент кафедры АТЭС</b>	<b>О.Ю. Ромашова</b>	<b>к.т.н., доцент</b>		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>доцент кафедры менеджмента</b>	<b>А.А. Фигурко</b>	<b>к.э.н., доцент</b>		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности</b>	<b>А.А. Сечин</b>	<b>к.т.н.</b>		

По разделу «Автоматизация технологических процессов и производств»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>ст. преподаватель кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов</b>	<b>Ю.К. Агрошенко</b>	<b>-</b>		

Нормоконтроль

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>атомных и тепловых электростанций</b>	<b>А.С. Матвеев</b>	<b>К.Т.Н.</b>		

Томск – 2016 г.

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

---

Институт Электронного обучения  
Специальность подготовки **140101 Тепловые электрические станции**  
Кафедра «Атомных и тепловых электростанций»

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

\_\_\_\_\_

(Подпись)

\_\_\_\_\_

(Дата)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

**дипломного проекта**

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
<b>3-6300</b>	<b>Крель Александру Алексеевичу</b>

Тема работы:

**Проект мини-ТЭЦ для ПГТ «Промышленная» на базе существующей котельной**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**30 мая 2016 года**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <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>	<b>«Котельная №1 пгт.Промышленная» мощностью 17,9 МВт; режим работы непрерывный; вид сырья – уголь;</b>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <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>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Краткое описание котельной. Характеристики оборудования.</li><li>2. Анализ исходных данных для проектирования. Существующие и перспективные тепловые нагрузки района. Температурный график теплосети.</li><li>3. Расчет тепловой схемы до реконструкции.</li><li>4. Технико-экономическое обоснование перевода котельной в мини-ТЭЦ.</li></ol>

	5. Разработка и расчет тепловой схемы мини-ТЭЦ. 6. Расчет годовых показателей ТЭЦ 7. Выбор вспомогательного оборудования. 8. Проектирование трубопроводов. Механический расчет. Гидравлический расчет. На самокомпенсацию. Расчет изоляции. 9. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 10. АСР уровня и давления в деаэраторе 11. Социальная ответственность
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Финансовый менеджмент</b>	<b>Фигурко А.А. доцент кафедры менеджмента</b>
<b>Социальная ответственность</b>	<b>Сечин А.А., доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности</b>
<b>Автоматизация технологических процессов</b>	<b>Атрошенко Ю.К., ст. преподаватель кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов</b>
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	<b>29 марта 2016 года</b>
---	---------------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АТЭС	Матвеев А.С.	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6300	Крель Александр Алексеевич		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-6300	Крель Александру Алексеевичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	АТЭС
Уровень образования	Инженер	Направление/специальность	140101 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p>1. Описание рабочего места оператора котельной установки на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля)</li> <li>- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу)</li> </ul>
<p>2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>- действие фактора на организм человека;</li> <li>- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем - индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>- действие фактора на организм человека;</li> <li>- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем - индивидуальные защитные средства)</li> </ul>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты);</li> </ul>	<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты);</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>

<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- защита селитебной зоны</li> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- защита селитебной зоны</li> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> </ul>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	<i>Заземляющее устройство</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	29.03.16
--	----------

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	А.А. Сечин	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6300	Крель Александр Алексеевич		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-6300	Крель Александру Алексеевичу

<b>Институт</b>	<b>Электронного обучения</b>	<b>Кафедра</b>	<b>АТЭС</b>
Уровень образования	инженер	Направление/специальность	140101 Теплоэнергетика и теплотехника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	27.03.16
---	----------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент кафедры менеджмента	Фигурко А.А.	К.Э.Н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-6300	Крель А.А.		

## Реферат

Дипломный проект 79 страниц, 10 рисунков, 10 источников, 6 листов графического материала.

Объектом исследования является котельная №1 пгт.Промышленная.

Цель работы – проект мини-ТЭЦ для пгт. Промышленная на базе существующей котельной.

Полученные результаты показали, что реконструкцию можно проводить и по техническим и по экономическим соображениям.

Дипломный проект выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 7.0, а графическая часть выполнена в графическом редакторе Компас 3D-8С.

					ФЮРА. 311000. 001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Annotation.

Project 79 pages, 10 figures, 10 sources, 6 sheets of graphic material. The object of research is a boiler №1 Promyshlennaya.

Objective project for the Promyshlennaya on the basis of the existing boiler.

The results showed that the reconstruction can be performed on the technical and economic reasons.

Project is made in Microsoft Word 7.0 text editor, and graphic part is made in the graphic editor Compass 3D-8C.

					ФЮРА. 311000. 001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Оглавление

Введение.....	11
1 Краткое описание котельной. Характеристики оборудования.....	12
2 Анализ исходных данных для проектирования. Существующие и перспективные тепловые нагрузки района. Температурный график теплосети.....	16
3 Расчет тепловой схемы котельной до реконструкции.....	18
4 Техничко-экономическое обоснование перевода котельной в мини-ТЭЦ.....	21
5 Расчет тепловой схемы мини-ТЭЦ.....	26
6 Расчет годовых показателей работы ТЭЦ.....	38
7 Выбор вспомогательного оборудования.....	40
8 Проектирование трубопроводов. Гидравлический расчет. Механический расчет. Расчет изоляции.....	42
9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	47
10 АСР уровня и давления в деаэраторе.....	51
11 Социальная ответственность.....	59
11.1 Характеристика рабочего места.....	59
11.2 Анализ вредных производственных факторов.....	60
11.3 Нормирование факторов рабочей среды и трудового процесса. Организация мероприятий защиты.....	61
11.3.1 Воздух рабочей зоны.....	61
11.3.2 Освещение рабочей зоны.....	62
11.3.3 Нормирование шума и вибрации.....	63
11.4 Электромагнитные излучения, электростатические поля и другие виды излучений.....	66

					ФЮРА. 311000. 001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

11.5	Безопасность производственных процессов и оборудования.....	68
11.5.1	Требования безопасности к основному оборудованию.....	68
11.5.2	Электробезопасность.....	68
11.5.3	Пожаровзрывобезопасность.....	70
11.6	Эргономика и производственная эстетика.....	71
11.7	Расчет искусственного заземления.....	76
	Заключение.....	78
	Список используемых источников.....	79

					ФЮРА. 311000. 001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Введение

В дипломной работе рассмотрено предложение по реконструкции котельной №1 пгт. Промышленная в пределах существующей площадки в части основного оборудования с максимальным сохранением существующих строительных конструкций.

Проект рассматривает включение в схему контура ТЭЦ путем замены водогрейного котла на подогреватель, установки парового котла, противодавленческой турбины, деаэрата. Проведен экономический анализ проекта.

					ФЮРА. 311000. 001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1 Краткое описание котельной. Характеристики оборудования.

Котельная №1 пгт. Промышленная предназначена для нужд отопления производственных, жилых и общественных зданий пгт. Промышленной.

В 2008 году была построена для замены девяти малых котельных в пгт. Промышленная.

Общая производительность котельной составляет 19,5 Гкал/ч.

Котельная по надежности теплоснабжения относится к 1-ой категории.

В котельной установлено три котла КВР-7,58-95 с механической топкой производства ЗАО «Кузбасстеплосервис» г. Кемерово. Теплопроизводительность одного котла 7,6 МВт. Минимальная загрузка котла – 40% от номинальной мощности.

Котлы оборудованы бункерами углеподачи объемом  $5 м^3$ , шнековыми конвейерами для подачи угля в котел, дутьевыми вентиляторами, вентиляторами возврата уноса, площадками для обслуживания котла.

Схема дутья и углеподачи обеспечивает эффект «кипящего слоя» в топке котла что повышает технические характеристики котлоагрегата и обеспечивает более полное сгорание топлива.

Топка котла оборудована системой водяного охлаждения.

Котловая вода поступает на пластинчатые подогреватели производительностью 7,58 МВт каждый, для подготовки сетевой воды по графику 95-63<sup>0</sup>С.

Теплоноситель – вода с расчетными параметрами по температурному графику 95-63<sup>0</sup>С.

Топливо – каменный уголь марки ССР.

Удаление и рассеивание дымовых газов происходит через металлическую дымовую трубу диаметром 1200 мм, высотой 30 м.

Установлено два бака запаса исходной воды объемом  $50 м^3$  каждый и один бак запаса химочищенной воды объемом  $50 м^3$ .

					ФЮРА. 311000. 001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сброс производственных стоков (через остывочный колодец) и хоз.фекальной канализации происходит в поселковую сеть канализации.

Расчетная температура наружного воздуха - минус 39<sup>0</sup>С.

Таблица 1.1 - Техническая характеристика котла КВР-7,58-95.

№п/п	Наименование	Ед.изм.	Характеристика
1	Теплопроизводительность котла	МВт	7,58
2	Поверхность нагрева котла	м <sup>2</sup>	356
3	КПД котла	%	83
4	Давление на выходе из котла	МПа	0,6
5	Температура воды на выходе из котла	<sup>0</sup> С	110
6	Температура уходящих дымовых газов	<sup>0</sup> С	230
7	Гидравлическое сопротивление котла	МПа	0,204
8	Количество сетевой воды, проходящей через котел	т/ч	160
9	Разряжение в топке	Па	20-30
10	Водяной объем котла	м <sup>3</sup>	3,85
11	Объем топочного пространства	м <sup>3</sup>	18,4
12	Аэродинамическое сопротивление котла	Па	400

Доставка угля в котельную осуществляется автомобильным транспортом. Запас топлива предусмотрен на 5 суток по максимально-зимнему режиму.

Удаление дымовых газов принято дымососами ДН-12,5-1500.

				Лист		
				ФЮРА. 311000. 001 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Очистка дымовых газов осуществляется в батарейных циклонах марки БЦ-259. Степень очистки – 80%. Удаление золы из золоуловителей осуществляется автотранспортом.

Насосное оборудование:

Три сетевых насоса второго контура марки NB 100-200/192, работающих по схеме два – рабочих, один – резервный. Подача каждого насоса  $240 \text{ м}^3 / \text{ч}$ . Мощность эл.двигателя 45 кВт.

Три насоса циркуляционной воды первого контура марки NB 100-200/192, работающих по схеме два – рабочих, один – резервный. Подача каждого насоса  $240 \text{ м}^3 / \text{ч}$ . Мощность эл.двигателя 45 кВт.

Два насоса исходной воды марки CR64-2-1 (один рабочий, один – резервный), подача –  $64,3 \text{ м}^3 / \text{ч}$ , напор 37,1 м. Мощность эл.двигателя 11 кВт.

Два подпиточных насоса второго контура с электронной регулировкой – установка марки Hidro MPC 2CRE 64-2-2 (один рабочий, один резервный), подача –  $55 \text{ м}^3 / \text{ч}$ , напор 30 м. Мощность эл.двигателя 7,5 кВт.

Два подпиточных насоса первого контура с электронной регулировкой – установка марки Hidro Multi-E 2 CRE 5-10 (один рабочий, один резервный), подача –  $5 \text{ м}^3 / \text{ч}$ , напор 45 м. Мощность эл.двигателя 1,5 кВт.

Два насоса ХВО марки СНІ 4-30 (один – рабочий, один – резервный), подача –  $4,57 \text{ м}^3 / \text{ч}$ , напор 20,6 м. Мощность эл.двигателя 0,52 кВт.

Регулирование отпуска тепла производится путем изменения температуры воды по температурному графику:

- изменением сжигаемого топлива;
- изменением количества сжигаемого топлива и перепуском обратной воды мимо котлов в подающий трубопровод при отключении части работающих котлов.

Подпитка теплосети (второй контур) осуществляется водопроводной водой.

					ФЮРА. 311000. 001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Подпитка первого контура осуществляется из бака запаса умягченной воды, предварительно прошедшей через Na-катионитные фильтры.

Таблица 1.2 - Штат котельной.

№№ п/п	Должность	Количество человек			
		I смена	II смена	III смена	Всего
1.	Машинист-кочегар	2	2	2	8
2.	Рабочий углеподачи и шлакозолоудаления	2	2	2	8
3.	Слесарь по ремонту оборудования	1	-	-	1
4.	Дежурный слесарь-электрик	1	-	-	1
5.	Уборщик бытовых помещений	0,5	-	-	0,5
6.	Лаборант	1	-	-	1
	ИТОГО:	7,5	4	4	19,5



9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Таблица 9.1 - Сравнение технико-экономических показателей

	Отпуск тепловой энергии, МВт	Отпуск э/э, МВт	Удельный расход условного топлива отпущенной э/э, г у.т./кВт*ч	Удельный расход условного топлива отпущенной т/э, т у.т./ГДж
До реконструкции	17,9	-	-	42,785
После реконструкции	17,9	1,82	157,89	42,419

Годовые затраты мини-ТЭЦ на топливо:

$$I_m = B_{тэц}^{год} \cdot C_m \cdot \left(1 + \frac{a_{ном} \%}{100}\right),$$

где  $C_m$  - цена топлива с доставкой 865 руб./т;

$a_{ном} \%$  - потери топлива при перевозке, хранении.  $a_{ном} = 0\%$  .

$$I_m = 4200 \cdot 865 \cdot \left(1 + \frac{a_{ном} \%}{100}\right) = 3633000 \text{ руб} / \text{год} .$$

Норму амортизации определим:

$$\bar{H}_{ам} = 0,02 + 3,5 \times 10^{-6} h_y ,$$

где  $h_y$  - часы использования турбины,

$$h_y = 5805 \text{ ч/год} .$$

$$\bar{H}_{ам} = 0,02 + 3,5 \times 10^{-6} \cdot 5805 = 0,04 \text{ руб.} / \text{год} .$$

Годовая величина амортизационных отчислений:

$$I_{ам} = \bar{H}_{ам} \times K_{ст} ,$$

					ФЮРА. 311000. 001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где  $K$  - капиталовложения в сооружение станции 68250000 руб. [взято из средних цен расчета строительства мини-ТЭЦ 37,5 тыс.руб/кВт];

$$I_{ам} = 0,04 \cdot 68250000 = 2730000 \text{ руб./год.}$$

Определим годовые затраты на заработную плату.

Фонд заработной платы:

$$\Phi = 3 \cdot N_{перс},$$

где  $3$  - средняя заработная плата,  $3 = 12000 \text{ руб./мес.}$

$$N_{перс} - \text{количество эксплуатационного персонала, } N_{перс} = 19,5,$$

$$\Phi = 12000 \cdot 19,5 = 234000 \text{ руб./мес.}$$

Годовые затраты по зарплате:

$$I_{зпл} = \Phi \cdot n = 234000 \cdot 12 = 2,8 \cdot 10^6 \text{ руб./год.}$$

Определим годовые затраты на ремонт:

$$I_{рем} = 0,02 \cdot K,$$

где  $0,02$  – затраты на текущий и капремонт станции;

$$I_{рем} = 0,02 \cdot 68250000 = 1365000 \text{ руб./год.}$$

Прочие расходы:

$$I_{пр} = (I_m + I_{ам} + I_{зпл} + I_{рем}) \cdot 0,05,$$

где  $0,05$  - процент от сумм затрат на топливо, амортизацию, ремонт и заработную плату.

$$I_{пр} = (3633000 + 2730000 + 2800000 + 1365000) \cdot 0,05 = 362900 \text{ руб./год.}$$

Полная величина годовых эксплуатационных расходов:

$$I = I_m + I_{ам} + I_{зпл} + I_{рем} + I_{пр},$$

$$I = 3633000 + 2730000 + 2800000 + 1365000 + 362900 = 10890900 \text{ руб./год.}$$

Определение прибыли и рентабельности.

Основными экономическими рычагами в расчете являются прибыль и рентабельность. Эффективность деятельности предприятия оценим по величине дохода  $D$ , который определяется как сумма чистой прибыли  $P_ч$  и амортизационных отчислений  $I_{ам}$ .

					ФЮРА. 311000. 001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$P_б$  – балансовая прибыль;

$$P_б = Э_{год} + Q_{год} - И \quad .$$

$\tau_{э/э}, \tau_{м/э}$  - тарифы на отпуск энергии.

$$\tau_{э/э} = 2,05 \text{ руб./ кВт} \cdot \text{ч},$$

$$\tau_{м/э} = 1130,05 \text{ руб./ МВт} \cdot \text{ч}.$$

Найдем отпуск электроэнергии

$$Э_3 = (N_э \cdot n) \cdot \tau_{э/э},$$

$$Э_3 = (1820 \cdot 5805) \cdot 2,05 = 21658455 \text{ руб./ год}.$$

$\alpha_{с.н.}$  -расход электроэнергии на собственные нужды  $\alpha_{с.н.} = 27\%$ ;

Годовой отпуск потребителям от мини-ТЭЦ электроэнергии:

$$Э_{год} = Э_3(1 - \alpha_{с.н.}),$$

$$Э_{год} = (21658455) \cdot (1 - \frac{27}{100}) = 15810672,15 \text{ руб./ год}.$$

Годовой отпуск потребителям от мини-ТЭЦ тепловой энергии

$$Q_{год} = Q_{общ} \cdot \tau_{м/э},$$

$$Q_{год} = 40000 \cdot 1130,05 = 45202000 \text{ руб./ год}.$$

$$P_б = 15810672,15 + 45202000 - 10890900 = 50121772,15 \text{ руб.}$$

$P_{не обл}$  – прибыль, не подлежащая налогообложению;

$$P_{не обл} = 0,2 \cdot P_б = 0,2 \cdot 50121772,15 = 10024354,43 \text{ руб.},$$

где 0,2 – 20% балансовой прибыли не подлежит налогообложению.

$N_n$ - количество персонала;

$P_{расч}$  – расчетная прибыль;

$$P_{расч} = P_б - P_{не обл} = (50121772,15 - 10024354,43) = 40097417,72 \text{ руб.}$$

$H_2$  – налог с прибыли;

$$H_2 = P_{расч} \cdot 0,24 = 40097417,72 \cdot 0,24 = 9623380,25 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль:

$$P_ч = P_б - H_2,$$

$$P_ч = 50121772,15 - 9623380,25 = 40498391,9 \text{ руб.}$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ФЮРА. 311000. 001 ПЗ

Доход:

$$D = \Pi_{\text{ч}} + I_{\text{ам}},$$

$$D = 40498391,9 + 2730000 = 43228391,9 \text{ руб.}$$

НОС-нормируемые оборотные средства:

$$\text{НОС} = \frac{I_m}{12} = \frac{3633000}{12} = 302750 \text{ руб.}$$

Балансовая рентабельность:

$$R_{\text{б}} = \frac{\Pi_{\text{б}}}{K + \text{НОС}} = \frac{50121772,15}{68250000 + 302750} \cdot 100\% = 73,11\%;$$

Чистая рентабельность:

$$R_{\text{ч}} = \frac{\Pi_{\text{ч}}}{K + \text{НОС}} = \frac{40498391}{68250000 + 302750} \cdot 100\% = 59,08\%;$$

Срок окупаемости:

$$T_{\text{окуп}} = \frac{K_{\text{ст}}}{\Pi_{\text{ч}}} = \frac{68250000}{40498391} = 1,69 \text{ года};$$

					ФЮРА. 311000. 001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

10 АСР уровня и давления в деаэраторе.

Автоматизация технологических процессов в настоящее время является главным направлением технического процесса, повышая производительность труда. Технологический процесс, связанный с резкими изменением параметров работы оборудования, нельзя представить без АСР, так как только эти системы могут с достаточной точностью и скоростью отследить и проконтролировать быстро изменяющиеся параметры контролируемого процесса. В условиях непрерывно изменяющихся параметрах, создать наиболее стабильный режим работы, надежную работу оборудования, без участия большого количества персонала. При внедрении более новых АСР уменьшается количество обслуживающего персонала снижая тем самым издержки производства, а следовательно, увеличивается прибыль предприятия.

Деаэратор - это смешивающий подогреватель и предназначен он для удаления растворенного в воде кислорода. В деаэраторную колонку 2, установленную под аккумуляторный бак 1 питательной воды, подходит греющий пар (рис. 10.1). Пар, стремясь к выходу в атмосферу, расположенному в верхней части колонки, нагревает до температуры кипения движущийся навстречу поток питательной воды. При кипении, выделившийся из воды в кислород выбрасывается в атмосферу или расширитель. Для постоянного нагрева и удаления кислорода в деаэраторе поддерживается давление пара  $P_d$ , соответствующая температура его насыщения  $t_o = t_{ne}$  и уровень  $H_d$ .

					ФЮРА. 311000. 001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

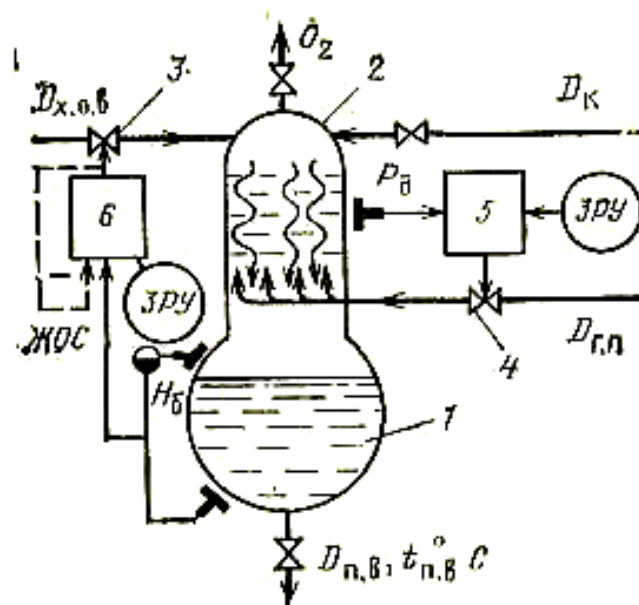


Рисунок 10.1 – Автоматическое регулирование деаэратора

Схема системы регулирования уровня воды в баке  $H\delta$  и давления пара в деаэраторе  $P\delta$  изображена на рисунке 10.1.

Анализ выше приведенной схемы автоматизированной системы регулирования применительно к рассматриваемому объекту показывает, что схема удовлетворяет требованиям и правилам качества и надежности процесса регулирования уровня воды в аккумуляторном баке  $H\delta$  и избыточного давления пара в деаэраторной колонке  $P\delta$ . На этом основании оптимальной схемой регулирования была принята АСР, представленная на рисунке 10.1.

Входным сигналом П- или ПИ-регулятора уровня 6, перемещаемым клапан 3 на линии воды, служит уровень  $H\delta$ . Обычно регулятор уровня снабжается вторым датчиком, являющимся жесткой отрицательной обратной связью (ЖОС) по положению регулирующего органа для сообщения автоматической системе должного запаса устойчивости.

Входным сигналом регулятора давления 5, который контролирует заслонку 4 на линии греющего пара, служит давление  $P_d$ . Из-за необходимости точного поддержания  $t_{ng}$  регулятор давления выполняет ПИ-закон регулирования.

При разработке схем автоматического управления и технологического контроля применяются различные приборы и средства автоматизации, соединяемые с объектом управления и между собой по определенным схемам.

В зависимости от источника используемой энергии автоматические регуляторы подразделяются на регуляторы прямого и непрямого действия.

При выборе датчиков необходимо учитывать факторы метрологического и режимного характера:

- допускаемая для измерительных систем погрешность;
- предел измерения датчика;
- инерционность;
- наличие на месте датчика недопустимых магнитных полей, вибраций, радиоактивных излучений и др.;
- пожаро- и взрывобезопасность;
- расстояние, на которое может передать информацию датчик;
- предельные значения датчика;

При выборе датчика выбирают его разновидность, и определяют типоразмер.

Датчики и приборы для измерения давления выбирают в пределах от 0 до 160 МПа, напора – до 5 кПа, разрежение – до 5 кПа и вакуума – до 100 кПа, а также разности (перепада) давления – до 130 кПа. Кроме этих основных характеристик, при выборе датчиков давления следует учитывать:

- характер изменения давления с течением времени;
- допустимое давление для датчиков перепада давления.

Учитывая, что давление во времени изменяется плавно, допустимое давление для датчиков перепада давления выбираем 0,1 МПа.

Промежуточные преобразователи служат для преобразования одного

					ФЮРА. 311000. 001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вида сигнала в другой. Промежуточные преобразователя согласовывают параметры входных и выходных сигналов отдельных технических средств автоматизации.

В зависимости от назначения, используют входные или выходные промежуточные преобразователи. Входные промежуточные преобразователи используют для преобразования неунифицированного сигнала в унифицированный сигнал.

Сначала входные преобразователи выбирают по классификационным признакам. При серийном изготовлении, по техническим характеристикам выбирают тип преобразователя. При этом принимают во внимание класс точности преобразования и вероятность безотказной работы. Желательно использовать преобразователи одного завода-изготовителя. Например, промежуточный преобразователь выбираем с техническими характеристиками: входной сигнал - изменение сопротивления термометра сопротивления НСХ 30М (Cu 30); выходной сигнал  $0 \div 2$  мА постоянного тока. Этот преобразователь классифицируется как преобразователь неунифицированного сигнала в унифицированный, аналоговый, электрический. По этой классификации из каталогов заводов изготовителей или отраслевых каталогов можно выбрать необходимый преобразователь по отличительным особенностям (входному и выходному сигналам, заводу-изготовителю). Таким же способом выбирают выходной преобразователь.

При разработке системы автоматического регулирования питания водой парогенератора по рекомендациям, предпочитали технические средства автоматизации, выпускаемыми Российскими предприятиями серийно. При этом, унифицированным и однотипным системам, для обеспечения взаимозаменяемости, простоты и удобства сочетания друг с другом.

Для формирования ПИ-закона регулирования выбран комплекс технических средств типа "АКЭСЭР", исходя из того, что на большом количестве ТЭС установлены данные комплексы, в том числе и на Кемеровской

					ФЮРА. 311000. 001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



ГРЭС. Комплексы отличаются хорошими надежностными характеристиками, удовлетворяющим для разрабатываемой системы быстродействием и сравнительной дешевизной. Комплекс "АКЭСР" имеет широкие функциональные возможности и позволяет создавать АСР различного функционального назначения, аппаратура комплекса отвечает принципам взаимозаменяемости, что обеспечивает высокую живучесть действующих АСР.

Агрегатированный комплекс электрических средств регулирования "АКЭСР" характеризуется использованием интегральных микросхем общего и специального назначения и повышенной функциональной насыщенностью отдельных блоков. Данная особенность в сочетании с функциональными блоками позволяет осуществлять связь регулирующих блоков с централизованным управляющим вычислительным комплексом.

Для автоматизации приняты электрические авторегуляторы.

Современные электрические средства автоматического регулирования разрабатываются по агрегированно-блочному принципу. Блоки образуют агрегированный комплекс (систему) технических средств (КТС), с помощью которого для конкретного технологического объекта путем набора определенных блоков проектируют автоматическую систему регулирования.

Каждый блок КТС выпускается заводами приборостроительной промышленности в виде конструктивно законченного изделия. При автоматизации технологических процессов в настоящее время наиболее широкое применение находят агрегированные комплексы электрических средств регулирования АКЭСР, АКЭСР-2, «Каскад», «Каскад 2», «Контур», «Контур 2», а также микропроцессорные комплексы «Ремиконт», «Протар»:

1) Комплекс технических средств АКЭСР

Комплекс включает в себя следующие группы блоков:

а) функциональные устройства (БВО – блок вычислительных операций; БНП - блок нелинейных преобразований; БСЛ - блок селектирования; БСГ-

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

блок сигнализации; БПИ - блок прецизионного интегрирования; БДП - блок динамических преобразований);

б) регулирующие устройства (РБИ1, РБИ2, РБИЗ, РБА);

в) блоки ввода-вывода информации (БКР1, БКР2, БКР3 - блоки кондуктивного разделения);

г) устройства оперативного управления (БРУ-1К; БРУ-2К; БРУ-3К; БРУ-У - блоки ручного управления; РЗД, РЗД-К - ручные задатчики);

д) источник группового питания (БПГ - блок питания групповой).

## 2) Комплекс технических средств АКЭСР-2

В настоящее время разработана и выпускается промышленностью улучшенная система АКЭСР (АКЭСР-2).

Комплекс АКЭСР-2 включает более широкие функциональные возможности и позволяет спроектировать АСР более функционального назначения. АКЭСР-2 сочетается с действующими на объектах АСР, выполненными с применением аппаратуры АКЭСР.

Комплекс АКЭСР-2 включает в себя:

а) функциональные устройства;

б) регулирующие устройства;

в) устройства оперативного управления; Блоки АКЭСР-2 многофункциональные.

## 3) Комплекс технических средств «Каскад»

Комплекс технических средств «Каскад» состоит из многофункциональных блоков, позволяющих объединять автоматические системы регулирования для автоматизации различных технологических процессов.

Комплекс состоит из блоков, выполняющих разные функции.

Устройство оперативного управления системы состоит:

а) устройство, задающее потенциметрическое ЗУ-11. Устройство служит для регулирования тербуемой величины с пульта управления. Выглядит

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

как переменный резистор со шкалой. Используют в комплекте с измерительным блоком И-04, имеющим вход для ЗУ-11.

б) устройство задающее токовое ЗУ-05. ЗУ-05 обеспечивает формирование задания в виде унифицированного токового сигнала 0-5мА с ручным управлением, используют, когда в системе АСР отсутствует измерительный блок, требуется распределение сигнала задания нескольким потребителям, линия связи более 100м.

в) блок управления аналогового регулятора БУ-12. Блок служит для безударного переключения выходных аналоговых сигналов регулирующего блока Р-12 с автоматического управления на ручное и обратно, а также для ручного управления током нагрузки с помощью встроенного ЗУ.

г) блок управления релейного регулятора БУ-21. Блок служит для реализации следующих функций: установки трех режимов: автоматического управления (А), ручного управления (Р) и внешнего (В).

Световая сигнализация срабатывания релейного регулирующего блока двумя лампочками- индикаторами с кнопкой включения индикации <И>.

Средства измерения температуры контактным методом включают в себя измерительные преобразователи, к которым подводится среда, температура которой измеряется.

Основной частью термопреобразователя сопротивления является чувствительный элемент.

Функциональная схема системы автоматического контроля и регулирования технологического процесса является основным документом, определяющим структуру и характер системы.

Перечень контролируемых параметров технологического процесса:

- Уровень воды в баке-аккумуляторе (2 м) ;
- Избыточное давление пара в деаэраторе (0,12 МПа);
- Температура пара на входе в деаэратор (105°С)

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ФЮРА. 311000. 001 ПЗ

Импульс, характеризующий уровень воды в деаэраторе поступает на показывающий, регистрирующий прибор 2а, на выходе которого генерируется унифицированный токовый сигнал 4-20 мА. Этот сигнал подается на вход регулирующего устройства 2в.

Импульс, характеризующий давление пара в деаэраторе поступает на преобразователь избыточного давления 1а. С преобразователя импульс поступает на вход регулирующего устройства 1в.

Импульс, характеризующий температуру пара на входе в деаэратор, формируется датчиком 3а, поступает на показывающий, регистрирующий прибор 3б.

Также на вход регулирующего устройства 1в и 2в поступает сигнал ручного задатчика 1г и 2г. Выходной сигнал с регулирующего устройства поступает на блок ручного управления 1д и 2д, после чего поступает на пускатели 1е и 2е. Сигнал с пускателя поступает на исполнительный механизм 1ж и 2ж, который механически связан с регулирующим органом.

Заказная спецификация оборудования приведена в приложении Д.

В результате разработки АСР были выбраны приборы и оборудование, необходимые для регулирования и контроля за давлением и уровнем, удовлетворяющие техническим требованиям работы оборудования, а именно обеспечению надежной и экономичной работы объекта. Разработана функциональная схема и составлена заказная спецификация.

					ФЮРА. 311000. 001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Список используемых источников:

1. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети. – М.: ЦИПТ Госстроя, 2003.
2. Эстеркин Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование – Л.; «Стройиздат», 1989-280с.
3. СНИП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» - М.: ЦИПТ Госстроя, 2003.
4. <http://shelf-1.ru/>
5. <http://alvas-eng.ru/>
6. [www.nicbem.ru](http://www.nicbem.ru)
7. [nnhpe.spbstu.ru](http://nnhpe.spbstu.ru)
8. [www.bikz.ru](http://www.bikz.ru)
9. [www.rosteplo.ru](http://www.rosteplo.ru)
10. [turbina.spb.ru/](http://turbina.spb.ru/)

					ФЮРА. 311000. 001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		