

**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                                                                         |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Проект модернизации котельной ЦОФ «Сибирь» паропреобразовательной установкой</b> |  |

УДК 621.182

Студент

| Группа        | ФИО                           | Подпись | Дата |
|---------------|-------------------------------|---------|------|
| <b>3-5Б11</b> | <b>ТРОЦЕНКО Ирина Юрьевна</b> |         |      |

Руководитель

| Должность                      | ФИО                  | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------------|----------------------|------------------------|---------|------|
| <b>доцент кафедры<br/>АТЭС</b> | <b>А.А. Матвеева</b> | <b>к.т.н., доцент</b>  |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность                                        | ФИО                  | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------------------------------|----------------------|------------------------|---------|------|
| <b>ст. преподаватель<br/>кафедры менеджмента</b> | <b>Н.Г. Кузьмина</b> | <b>-</b>               |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность                                                               | ФИО                     | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------|------|
| <b>доцент кафедры<br/>экологии и безопасности<br/>жизнедеятельности</b> | <b>М.Э. Гусельников</b> | <b>к.т.н., доцент</b>  |         |      |

Нормоконтроль

| Должность                                                                      | ФИО                  | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|---------|------|
| <b>ст. преподаватель ка-<br/>федры атомных и теп-<br/>ловых электростанций</b> | <b>В.Н. Мартышев</b> | <b>-</b>               |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой                                | ФИО                 | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------------------------------------|---------------------|------------------------|---------|------|
| <b>атомных и тепловых<br/>электростанций</b> | <b>А.С. Матвеев</b> | <b>к.т.н., доцент</b>  |         |      |

Томск – 2016 г.

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

| Код<br>ре-<br>зультата              | Результат обучения<br>(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 ос-                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | новные 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.              |

**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:

|                                                          |
|----------------------------------------------------------|
| <b>бакалаврской работы</b>                               |
| (бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации) |

Студенту:

| Группа        | ФИО                           |
|---------------|-------------------------------|
| <b>3-5Б11</b> | <b>ТРОЦЕНКО Ирина Юрьевна</b> |

Тема работы:

|                                                                      |  |
|----------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Газификация угля в энергетике: современное состояние и тренды</b> |  |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)                          |  |

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**25 мая 2016 года**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Исходные данные к работе</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Материалы практик, литературы, справочников.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></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"> <li>1. Введение.</li> <li>2. Краткое описание котельной ЦОФ «Сибирь» и ее оборудования.</li> <li>3. Перспективы развития котельной ЦОФ «Сибирь».</li> <li>4. Обоснование варианта реконструкции котельной ЦОФ «Сибирь».</li> <li>5. Расчет годовых показателей тепловой экономичности котельной ЦОФ «Сибирь» до реконструкции.</li> <li>6. Расчет годовых показателей тепловой экономичности котельной ЦОФ «Сибирь» после</li> </ol> |

|                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                    | реконструкции.<br>7. Расчет экономических показателей после реконструкции.<br>8. Социальная ответственность.<br>9. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.<br>10. Выводы и заключения.                         |
| <b>Перечень графического материала</b><br><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>        | 1. Полная тепловая схема котельной – 1 лист формата А1.<br><br>2. Компоновочные чертежи по месту установки нового оборудования (вид сверху) – 1 лист формата А1.<br><br>3. Чертеж паропреобразовательной установки – 1 лист формата А1. |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b><br><i>(с указанием разделов)</i> |                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Раздел</b>                                                                                      | <b>Консультант</b>                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Финансовый менеджмент</b>                                                                       | Кузьмина Н. Г.                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Социальная ответственность</b>                                                                  | Гусельников М. Э. к.т.н., доцент                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>            |                                                                                                                                                                                                                                         |
| <br><br>                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                                                          |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 15 февраля 2016 года |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                    | Подпись | Дата |
|--------|------------------------|---------|------|
| 3-5Б11 | ТРОЦЕНКО Ирина Юрьевна |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 50 с., 4 рис., 5 табл., 12 источников.

Ключевые слова: котельная ЦОФ «Сибирь», паропреобразовательная установка, модернизация, реконструкция, конденсат.

Объектом исследования является котельная ЦОФ «Сибирь».

Цель работы – провести анализ модернизации котельной ЦОФ «Сибирь» паропреобразовательной установкой.

В процессе исследования проводились расчеты годовых показателей тепловой экономичности котельной ЦОФ «Сибирь» до и после реконструкции, расчеты экономических показателей после реконструкции, определение вредных и опасных факторов.

В результате исследования определена необходимость модернизации котельной ЦОФ «Сибирь» паропреобразовательной установкой.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: в проекте предусматривается монтаж паропреобразовательной установки. В результате чего предполагается сократить расход пара на собственные нужды, повысить паропроизводительность.

Степень внедрения: на данный момент разрабатывается внедрение нового оборудования.

Область применения: теплоэнергетическая область, котельная ЦОФ «Сибирь».

Экономическая эффективность/значимость работы определяет актуальность на данный момент, сравнительно небольшими затратами и быстрой окупаемостью.

В будущем планируется рассмотреть проект и взять за основу модернизации.

## **Обозначения и сокращения**

ГОСТ – государственный отдел стандартизации

ДА – деаэратор атмосферный

ДКВР – двухбарабанный котел, водотрубный, реконструирован

ИОТ – инструкция по охране труда

КПД – коэффициент полезного действия

ПДК - предельно-допустимая концентрация

ПМЗ – пневматический забрасыватель

СНиП – санитарные нормы и правила

СН – санитарные нормы

ХВО – химическая водоочистка

ЦОФ – центральная обогатительная фабрика

ЦСНГ – центробежный насос

ЭН – экономайзер

## Содержание

|     |                                                                                              |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|     | Введение                                                                                     | 7  |
| 1   | Краткое описание котельной ЦОФ «Сибирь» и ее оборудования                                    | 10 |
| 1.1 | Оборудование котельной                                                                       | 11 |
| 2   | Перспективы развития котельной ЦОФ «Сибирь»                                                  | 15 |
| 3   | Обоснование варианта реконструкции котельной ЦОФ «Сибирь»                                    | 16 |
| 4   | Расчет годовых показателей тепловой экономичности котельной ЦОФ «Сибирь» до реконструкции    | 17 |
| 4.1 | Расчет теплового баланса котла                                                               | 17 |
| 4.2 | Расчет теплового баланса деаэратора                                                          | 21 |
| 4.3 | Расчет пара потребителю                                                                      | 22 |
| 5   | Расчет годовых показателей тепловой экономичности котельной ЦОФ «Сибирь» после реконструкции | 24 |
| 5.1 | Расчет паропреобразовательной установки                                                      | 24 |
| 5.2 | Расчет деаэратора                                                                            | 26 |
| 5.3 | Расчет количества тепла, выработанного котлом                                                | 27 |
| 5.4 | Тепло, отпущенное потребителю                                                                | 28 |
| 6   | Расчет экономических показателей после реконструкции                                         | 29 |
| 7   | Социальная ответственность                                                                   | 34 |
| 7.1 | Производственная безопасность                                                                | 34 |
| 7.2 | Опасные факторы                                                                              | 36 |
| 7.3 | Экологическая безопасность                                                                   | 39 |
| 7.4 | Безопасность в чрезвычайных ситуациях                                                        | 39 |
| 7.5 | Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности                                  | 40 |
| 8   | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение                              | 42 |
| 8.1 | Расчет затрат на проектирование                                                              | 42 |
| 8.2 | Определение капитальных вложений на модернизацию котель-                                     | 45 |

|     |                                       |    |
|-----|---------------------------------------|----|
|     | ной паропреобразовательной установкой |    |
| 8.3 | Эксплуатационные расходы              | 46 |
| 8.4 | Оценка экономической эффективности    | 46 |
| 9   | Заключение                            | 48 |
|     | Список литературы                     | 49 |

## **Введение**

Одним из направлений энергосберегающей политики является реконструкция действующих котельных. Для снижения себестоимости тепловой энергии уделяется особое внимание малозатратным технологиям, которые могут быть внедрены в короткие сроки. Модернизация котельных обеспечивает установку нового оборудования взамен износившегося устаревшего. Реконструкция намного дешевле, чем построить новое производство, а результат приносит повышение выработки тепловой энергии, повышение КПД. На действующей котельной ЦОФ «Сибирь» при подаче пара на производственные нужды отсутствует возврат конденсата. Техничко-экономические показатели котельной могут быть улучшены если установить паропреобразовательную установку, которая обеспечит восполнение затрат добавочной воды в деаэратор. Это улучшит качество воды подаваемой в котел, уменьшит продувку котла от солей жесткости, которые отлагаются на трубах и уменьшают теплопроводность.

В зависимости от конкретных условий для решения данной задачи могут применяться различные подходы. Одним из путей реконструкции котельной, является установка паропреобразовательной установки.

## 1 Краткое описание котельной ЦОФ «Сибирь» и ее оборудования

Производственная котельная ЦОФ «Сибирь» предназначена для выработки насыщенного пара, который используется для просушки обогащенного угля, прогрева вагонов, которые поставляют уголь, также подавления пыли в производственном процессе. На рисунке 1 - плане сетей ЦОФ «Сибирь» показаны паровые сети. На рисунке 2 приведена тепловая схема котельной.

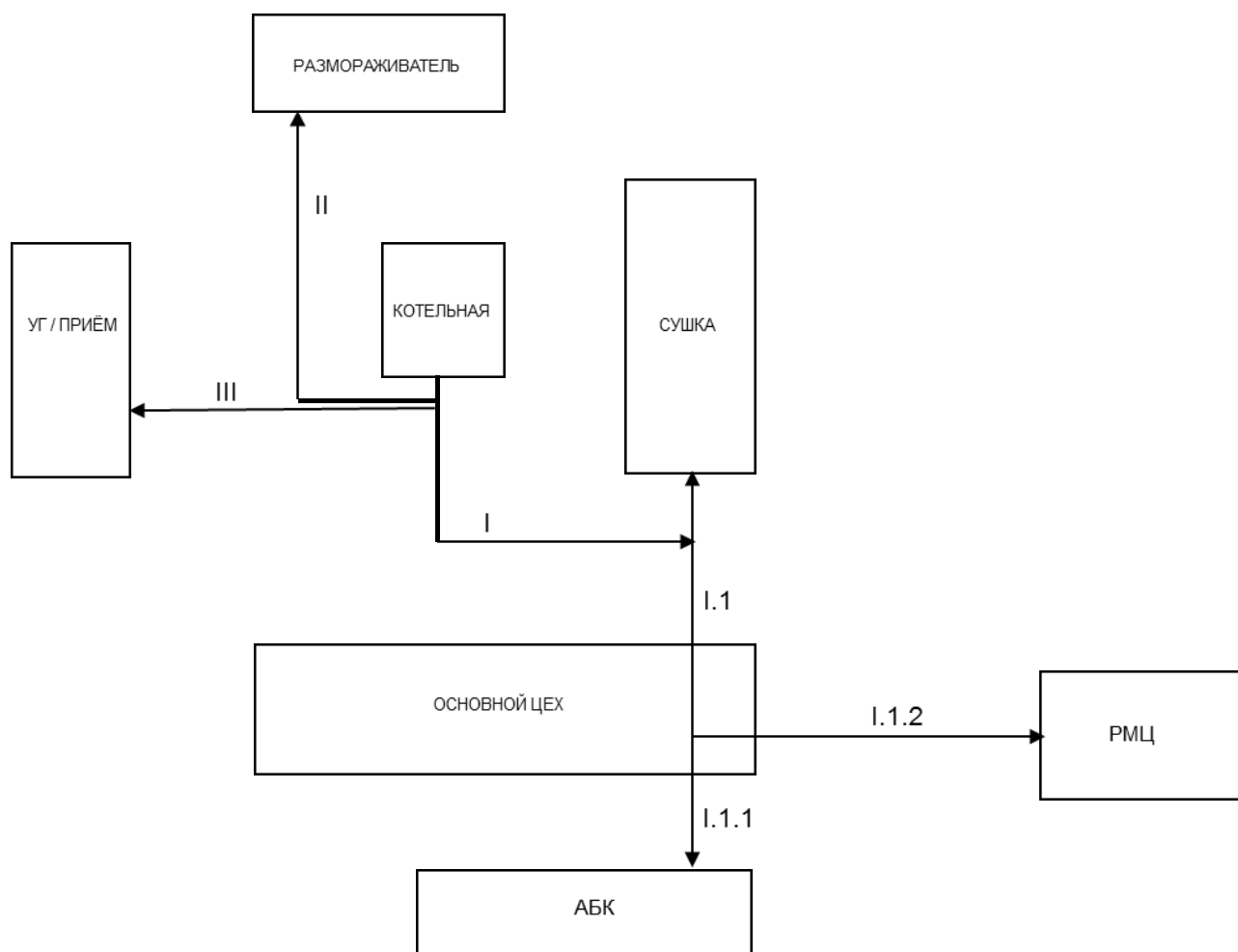


Рисунок 1 - План паровых сетей котельной ЦОФ «Сибирь».

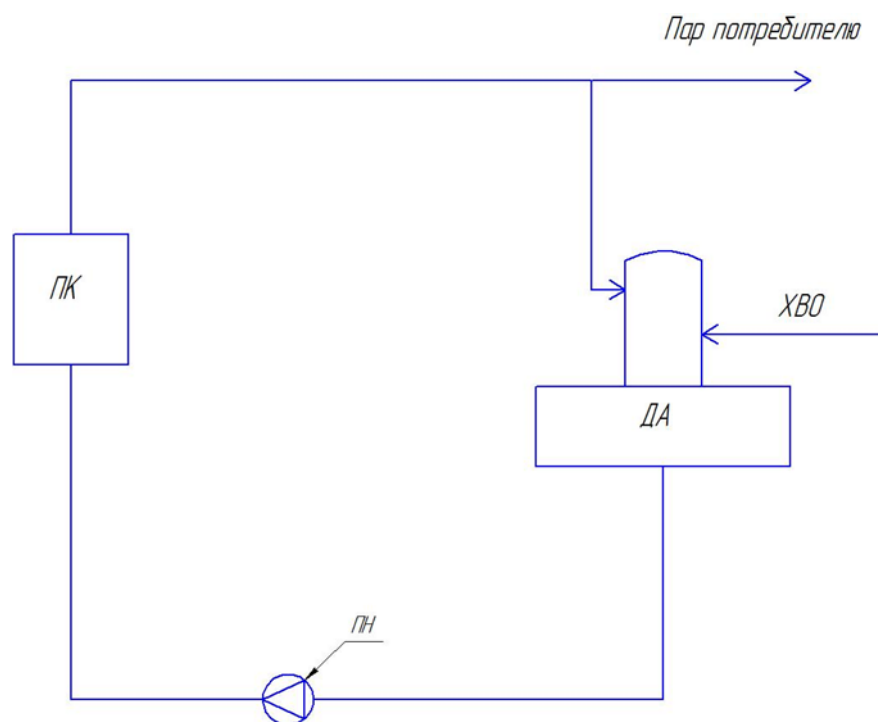


Рисунок 2 - Тепловая схема котельной ЦОФ «Сибирь».

### 1.1 Оборудование котельной

В котельной установлены два паровых котла типа ДКВР 10/13.

Производительность -10 т/ч пара;

Давление в барабане – 1.3 МПа (13кгс/см<sup>2</sup>);

Температура пара – 150-190<sup>0</sup>С;

Водяной объем котла – 9,04 м<sup>3</sup>;

Паровой объем котла – 2,56 м<sup>3</sup>;

Температура питательной воды – 80-102<sup>0</sup>С.

Паровой котел ДКВР-10/13-двухбарабанный котел водотрубный, реконструированный, изготовлен Бийским котельным заводом. Диаметр барабана 1000 мм, толщина стенки 14мм. Барабаны выполнены из стали марки 20К, днище барабана 16ГС/09Г2С. Верхний и нижний барабаны соединены трубами ф51х2,5 мм, образуя кипяtilьный пучок (циркуляционный контур). Котлы ДКВР применяют с продольным расположением барабанов, причем нижний барабан укорочен, что позволяет в передней части котла разместить колосниковую решетку и топочную камеру, покрытую экранами. Вода в

экраны поступает из коллекторов, а пароводяная смесь отводится в переднюю часть барабана. Опускные трубы экранов служат одновременно опорами передней части верхнего барабана. В котлах экранированы не только боковые стенки топки, но и фронтальные и задние части. Между трубами котельного пучка предусмотрены вертикальные перегородки, обеспечивающие более полное омывание труб газами в результате горизонтальных поворотов. В верхнем барабане установлено паросепарирующее устройство.

В качестве топочного устройства для сжигания каменных углей к котлу ДКВР-10/13 применяется топка механическая ТЧЗМ 2700/4000.

Котел ДКВР-10/13 оборудован двумя предохранительными клапанами пружинного типа. Они защищают котел от превышения давления более чем на 10% разрешенного значения. По назначению они подразделяются на рабочие и контрольные. Устанавливаются на патрубках, присоединенных непосредственно к барабану котла.

Так же котел оборудован отдельно стоящим чугунным блочным экономайзером типа ЭП1-330.

Температура воды на входе – 80-120°C;

Температура на выходе на 20°C ниже температуры насыщенного пара в котле;

Поверхность нагрева – 330,4 м<sup>2</sup>;

Длина трубы - 2000мм.

Данный экономайзер не кипящего типа с облегченной обмуровкой. Собирается из ребристых труб (секций) по торцам которых имеются квадратные фланцы, на которые опираются последующие секции при сборке в пакет. Между собой секции соединяются калачами. Вода подается снизу вверх экономайзера и идет по каждой секции последовательно, а дымовые газы сверху по межтрубному пространству.

Циркуляция воды в котле естественная. Питательная вода по питательным трубопроводам поступает в верхний барабан, где смешивается с котловой водой. Из верхнего барабана по опускным трубам опускается в нижние

коллектора экранов, в экранных трубах пароводяная смесь поднимается в верхний барабан, где сепарируется, пар идет потребителю.

Насосы подобраны таким образом, что создаваемый ими напор обеспечивает питание котлов при рабочем давлении, с учетом гидростатической высоты и потерь давления воды. Агрегат состоит из насоса и приводного двигателя, установленных на одной раме. Насос типа ЦСНГ-38/132.

Производительность –  $38 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

Напор –  $132 \text{ кгс/см}^2$ ;

Мощность – 30 кВт

Число оборотов – 3000 об/мин.

Насос состоит из корпуса и ротора. К корпусу относятся крышки всасывания и нагнетания, корпуса направляющих аппаратов, направляющие аппараты, крышки всасывания и нагнетания стягиваются стяжными болтами.

Водоснабжение котельной осуществляется артезианской скважиной и технической водой с водозабора реки Томь. На котельной предусмотрена до-котловая обработка воды по двухступенчатой схеме Na-катионирования.

Na-катионитовая установка предусмотрена для умягчения исходной воды используемой для подпитки котлов.

После водоподготовительной установки вода поступает на дегазацию в деаэрационную установку атмосферного типа ДА-15.

Производительность –  $10 \text{ т/ч}$ ;

Емкость аккумулярующего бака –  $7,5 \text{ м}^3$ ;

Рабочее давление –  $0,01\text{-}0,02 \text{ кгс/см}^2$ ;

Температура деаэрированной воды –  $102^\circ\text{C}$ ;

Мах и min подогрев воды в деаэраторе  $-40\text{-}10^\circ\text{C}$ ;

Суть дегазации воды заключается в удалении растворенных в ней газов (кислорода, углекислого газа). Химически очищенная вода подается сверху деаэрационной колонки, переливаясь в ней с дырчатой тарелки на тарелку, в виде брызг и струй нагревается паром до температуры кипения. Растворен-

ные газы в воде уходят с остатками пара в атмосферу. Вода стекает в бак, а оттуда на питательные насосы и в верхний барабан котла.

Котел оснащен автоматической системой для автоматического поддержания давления пара постоянным, подачи топлива, регулятором подпитки питательной воды в барабане котла, а также для отключения котла в аварийном состоянии.

В качестве вспомогательного оборудования котла используются тягодутьевые устройства. К ним относятся дымососы и дутьевые вентиляторы. Вентиляторы и дымососы относятся к нагнетательным аппаратам лопастного типа. Вентиляторы-предназначены для подачи воздуха в топку котлов для горения топлива, дымососы - для удаления из котлоагрегата продуктов горения. Очистка дымовых газов происходит через скруббер с трубой Вентури.

## 2 Перспективы развития котельной ЦОФ «Сибирь»

Производственная котельная ЦОФ «Сибирь» запущена в работу в 1972 году. Это большой срок эксплуатации оборудования. Оборудование рано или поздно начинает приходить в негодность, следовательно, снижается эффективность. Для развития котельной необходимо проводить ряд обоснованных мер для повышения надежности и экономичности теплоснабжения.

Предлагаемые мероприятия по оптимизации работы котельной, повышению энергоэффективности работы основного и вспомогательного оборудования котельной ЦОФ «Сибирь»:

1. Уменьшение удельного веса затрат топлива на выработку пара, путем применения рекомендованного заводом-изготовителем марки угля, контролировать соответствие поступающего топлива характеристикам, указанных в сертификатах.
2. Ремонт и замена газоходов, что приведет к сохранению КПД котла.
3. Замена топочной решетки котла №2 в виду полного износа.
4. Для надежной подачи топлива оснастить тракт топливоподачи виброплитами, установить дополнительный вибратор и дистанционно управляемый шибер на шлаковый бункер.
5. Замена питательной линии.
6. Восстановление и настройка приборов учета тепловой энергии.
7. Установка бесконтактных счетчиков учета воды по всем направлениям потребления.
8. Разработка и монтаж системы сбора технологичных выпаров с деаэратора и их возврат в линию питательной воды.
9. Замена сульфоугля в фильрах ХВО на катионит.
10. Реконструкция системы паро- и трубопроводов с целью уменьшения их протяженности и демонтажа неиспользуемых участков.

### **3 Обоснование варианта реконструкции котельной ЦОФ «Сибирь»**

Котельная ЦОФ «Сибирь» бесперебойно работает 44 года. Оборудование изнашивалось и устарело. За несколько предыдущих лет на котельной была произведена полная замена парового котла № 1, установлены современные пульты автоматического регулирования котлом. В дальнейшем планируется все более усовершенствовать работу котельной, что будет способствовать повышению эффективности выработки тепловой энергии потребителю.

Модернизация представляет собой замену и внесение обоснованных изменений улучшающих работу котельной по все параметрам. Одним из способов повышения тепловой экономичности котельной ЦОФ «Сибирь» является монтаж паропреобразовательной установки. При этом конденсат греющего пара полностью сохранится, что сократит добавку химически обработанной воды для подпитки котла.

Конденсат представляет собой дистиллированную воду, в которой почти не содержится растворенных твердых веществ. Для уменьшения концентрации растворенных твердых веществ в котловой воде часть воды из котлов приходится удалять путем продувки. Чем больше конденсата возвращается в котел в качестве питательной воды, тем меньше необходимость в продувке, а, значит, будет теряться меньше тепла.

«Первичный» пар, испаря подаваемую в паропреобразовательную установку воду, генерирует «вторичный» пар, который и направляется потребителям, а высококачественный конденсат греющего пара остается без потерь в цикле.

Правильная организация сбора и использование конденсата позволяют экономить топливо и сократить затраты на собственные нужды.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСО-  
СБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

| Группа | ФИО                    |
|--------|------------------------|
| 3-5Б11 | Троценко Ирина Юрьевна |

| Институт            | Кафедра  | АТЭС                              |
|---------------------|----------|-----------------------------------|
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность 13.0301 |

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

|                                                                                                                                      |                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Модернизация котельной ЦОФ «Сибирь» паропреобразовательной установкой<br>Прочие расходы<br>Проектировщик – инженер<br>Руководитель - доцент |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов                                                                                           | Принять на основании произведенных расчетов и из анализа отчетов объекта исследования                                                       |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                  | Отчисления на социальные нужды – 30 %<br>Районный коэффициент – 30%                                                                         |

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

|                                                                                                                                    |                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | Расчет затрат на проектирование<br>Определение капитальных вложений на модернизацию котельной паропреобразовательной установки |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований                                                                        | Эксплуатационные расходы                                                                                                       |
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования        | Оценка экономической эффективности                                                                                             |

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

|                                                                  |
|------------------------------------------------------------------|
| 1. Оценка конкурентоспособности технических решений              |
| 2. Матрица SWOT                                                  |
| 3. Альтернативы проведения НИ                                    |
| 4. График проведения и бюджет НИ                                 |
| 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ |

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

**Задание выдал консультант:**

| Должность                             | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------------------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Ст. преподаватель кафедры менеджмента | Кузьмина Н.Г. |                        |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                    | Подпись | Дата |
|--------|------------------------|---------|------|
| 3-5Б11 | Троценко Ирина Юрьевна |         |      |

## 8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 8.1 Расчет затрат на проектирование

8.1.1 Для внедрения проекта следует вложить капитальные затраты, которые пойдут на приобретение оборудования, а также ряд необходимых издержек.

Вкладываются и текущие затраты, которые включают в себя заработную плату проектировщику, руководителю и социальные отчисления.

8.1.2 Определяем затраты на проектирование по формуле:

$$K_{np} = I_{mat} + I_{ам} + I_{соц} + I_{np} + I_{зн} + I_{накл} \quad (8.1)$$

где,  $I_{mat}$  = 3500 руб материальные затраты,

$I_{ам}$  - амортизация оборудования,

$I_{соц}$  - социальные отчисления,

$I_{np}$  - прочие издержки,

$I_{зн}$  - затраты на заработную плату,

$I_{накл}$  - накладные издержки.

8.1.3 Определим издержки на амортизацию оборудования:

$$I_{ам} = T_{исп} / T_{кал} \cdot C_t \cdot 1 / T_{сл} = 60 / 365 \cdot 29000 \cdot 1 / 7 = 681 \text{ руб}, \quad (8.2)$$

где,  $T_{исп}$  = 60 дней, время использования оборудования,

$T_{кал}$  = 365 дней - календарный год,

$C_t$  = 29000 руб, стоимость оборудования,

$T_{сл}$  = 7 лет - срок службы оборудования.

8.1.8 Затраты на заработную плату рассчитываются как:

$$\Phi ЗП = ЗП_{рук} + ЗП_{инж}, \quad (8.3)$$

где:  $ЗП_{рук}$  – заработная плата руководителя;

$ЗП_{инж}$  – заработная плата инженера.

Таблица 8.1 – Перечень работ и оценка времени их выполнения

| №п.п.  | Наименование работ                            | Количество исполнителей | Продолжительность, в днях |
|--------|-----------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1      | Выдача и получение задания                    | НР<br>Инженер           | 1                         |
| 2      | Исследование литературы                       | Инженер                 | 9                         |
| 3      | Консультация                                  | НР<br>Инженер           | 1                         |
| 4      | Анализ объекта исследования                   | Инженер                 | 10                        |
| 5      | Исследование возможных вариантов решения      | Инженер                 | 9                         |
| 6      | Расчет оптимального варианта                  | Инженер                 | 17                        |
| 7      | Консультация                                  | НР<br>Инженер           | 1                         |
| 8      | Оформление работы согласно нормам             | Инженер                 | 15                        |
| 9      | Подписание работы руководителем, консультация | НР<br>Инженер           | 1                         |
| Итого: |                                               | НР<br>Инженер           | 4<br>60                   |

8.1.5 Заработная плата руководителя рассчитывается как:

$$I_{3П}^{мес} = (3П_0 \cdot K_1 + Д) \cdot K_2, \quad (8.4)$$

где – месячный оклад 23300 руб;

$K_1$  – коэффициент учитывающий отпуск 10%;

$Д$  – доплата за интенсивность труда 2200 руб;

$K_2$  – районный коэффициент 30%;

$$I_{3П}^{рук.мес} = (23300 \cdot 1,1 + 2200) \cdot 1,3 = 36179 \text{ рублей.} \quad (8.5)$$

8.1.6 Фактическая зарплата руководителя:

$$I_{3П}^{рук.факт} = \frac{I_{3П}^{рук.мес}}{21} \cdot n_{\phi}, \quad (8.6)$$

где -  $I_{3П}^{мес}$  – заработная плата руководителя за месяц;

$n_{\phi}$  – количество дней консультации у руководителя по факту, принимаем из таблицы 1.

$$I_{3П}^{\phi} = \frac{I_{3П}^{мес}}{21} \cdot n_{\phi} = \frac{36179}{21} \cdot 4 = 6891 \text{ руб.} \quad (8.7)$$

8.1.7 Зарботная плата инженера рассчитывается как:

$$I_{3П}^{мес} = 3П_0 \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (8.8)$$

где  $3П_0$  – месячный оклад 14500 руб;

$K_1$  – коэффициент учитывающий отпуск 10%;

$K_2$  – районный коэффициент 30%.

$$I_{3П}^{инж.мес} = 14500 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 20735 \text{ руб.} \quad (8.9)$$

8.1.8 Работа для инженера длится 60 дней (согласно таблице 1), считаем зарплату:

$$I_{3П}^{инж} = \frac{I_{3П}^{инж.мес}}{21} \cdot n_{\phi} = \frac{20735}{21} \cdot 60 = 59242,8 \text{ рублей.} \quad (8.10)$$

8.1.9 Издержки на заработную плату составят:

$$\Phi 3П = I_{3П}^{рук.факт} + I_{3П}^{инж.мес} + I_{3П}^{инж.факт} = 6891 + 20735 + 59242,8 = 86868,8 \text{ руб.} \quad (8.11)$$

8.1.10 Социальные отчисления рассчитываются как:

$$I_{со} = \Phi 3П \cdot 0,3 = 86868,8 \cdot 0,3 = 26060,64 \text{ руб.} \quad (8.12)$$

8.1.11 Прочие затраты рассчитываются как:

$$\begin{aligned} I_{проч} &= 0,1 \cdot (I_{\text{мат}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{зн}} + I_{\text{со}}) = \\ &= 0,1 \cdot (3500 + 681 + 86868,8 + 26060,64) = 11711,04 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (8.13)$$

8.1.12 Накладные расходы рассчитываются как:

$$I_{\text{накл}} = 200\% \cdot \Phi ЗП = 200\% \cdot 86868,8 = 173737,6 \text{ руб.} \quad (8.14)$$

8.1.13 Смета затрат на проект составит:

$$\begin{aligned} K_{\text{пр}} &= I_{\text{мат}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{зн}} + I_{\text{со}} + I_{\text{пр}} + I_{\text{накл}} = \\ &= 3500 + 681 + 86868,8 + 26060,64 + 11711,04 + 173,737,6 = 302559,1 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (8.15)$$

Полученные результаты затрат на проект приведены в таблице 2.

Таблица 8. 2 - Данные затрат на выполнение ВКР

| Вид затрат                  | Стоимость, руб. |
|-----------------------------|-----------------|
| Материальные затраты        | 3500            |
| Амортизационные затраты     | 681             |
| Затраты на заработную плату | 86868,8         |
| Социальные отчисления       | 26060,64        |
| Прочие затраты              | 11711,04        |
| Накладные расходы           | 173737,6        |
| Итого                       | 302559,1        |

## 8.2 Определение капитальных вложений на модернизацию котельной паропреобразовательной установкой

Таблица 8.3 – Основное и вспомогательное оборудование для осуществления ВКР, и их закупочная цена

| Наименование приобретаемого оборудования | Количество, шт | Рыночная цена, руб |
|------------------------------------------|----------------|--------------------|
| Паропреобразовательная установка         | 1              | 1360000            |
| Редукционная установка                   | 1              | 54000              |
| Циркуляционный насос                     | 1              | 35000              |
| Запорная и регулирующая арматура         | 8              | 210000             |
| Прочее                                   |                | 52000              |
| Итого                                    |                | 1711000            |

### 8.3 Эксплуатационные расходы

Для внедрения данной работы, потребуются затраты на необходимое оборудование, запорную и регулирующую арматуру и т.д.

8.3.1 Общие затраты на работу, с монтажом:

$$K_{общ} = K_{об} + I_{монт}, \quad (8.16)$$

где:  $I_{монт}=256650$  руб, принимается от  $K_{общ}$  15%;

$$K_{об} = 1711000 + 256650 = 1967650 \text{ руб.} \quad (8.17)$$

8.3.2 Капитальные вложения во внедряемую часть составят:

$$K_{вндр} = K_{пр} + K_{об} = 302559,1 + 1967650 = 2270209,1 \text{ руб.} \quad (8.18)$$

8.3.3 Так как будет эксплуатироваться новое оборудование, потребуются доплата персоналу за обслуживание, а также нужны средства для безаварийного обслуживания:

$$I_{год} = I_{надб} + I_{обсл} = 330000 + 384000 = 714000 \text{ руб.} \quad (8.19)$$

### 8.4 Оценка экономической эффективности

К основным экономическим показателям относится мощность котельной, годовая выработка теплоты и пара и соответственно их отпуск потребителям, расходы топлива. Важнейшим экономическим показателем является себестоимость отпущенной теплоты.

В результате расчета тепловой схемы к установке принята паропреобразовательная установка, которая восполняет потери конденсата.

Котельная предназначена для выработки пара, который идет на технологический процесс.

Технико-экономическое обоснование проекта с паропреобразовательной установкой.

При модернизации котельной новым оборудованием расход топлива не изменился. Эффективность паропреобразовательной установки заключа-

ется в выработке конденсата, который восполняет потери воды в деаэраторе, при этом возрос отпуск тепла потребителю, что позволяет получить прибыль и окупаемость установки.

#### 8.4.1 Прибыль балансовая:

$$П_б = Q_{\text{пот}} \cdot \tau_{\text{теп}} - И_{\text{год}}, \quad (8.20)$$

где -  $Q_{\text{пот}}$ - годовая выработка тепловой энергии, Гкал/год;

$\tau_{\text{теп}}$  –тариф на отпуск тепловой энергии, действующий в данном регионе, руб/Гкал.

$$П_б = 48778 \cdot 80 - 714 \cdot 10^3 = 3728240 \text{ руб.} \quad (8.21)$$

#### 8.4.2 Прибыль чистая:

$$П_ч = П_б - Н, \quad (8.22)$$

где Н - налог на прибыль, 20 %.

$$П_ч = 3728240 - 20\% = 2982 \cdot 10^3 \text{ руб.} \quad (8.23)$$

#### 8.4.3 Срок окупаемости без учета фактора времени:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{внед}}}{П_ч} = \frac{2270209,1}{2982 \cdot 10^3} = 0,76 \text{ года.} \quad (8.24)$$

