

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация котельного оборудования ТУ ГРЭС с целью снижения присосов воздуха

УДК 621.311.21.002.5:621.182-048.35(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б11	КОЛЬЦОВА Татьяна Викторовна		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры атомных и тепловых электростанций	В.Н. Мартышев	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2016 г.

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

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

	ских, социальных и других ограничений.
P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами, использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
<i>Специальные профессиональные</i>	
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

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

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

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

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б11	КОЛЬЦОВА Татьяна Викторовна

Тема работы:

Модернизация котельного оборудования ТУ ГРЭС с целью снижения присосов воздуха

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

25 мая 2016 года

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Материалы практик, литературы, справочников
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	1. Введение. 2. Краткое описание котельного оборудования ТУ ГРЭС. 3. Анализ влияния присосов на экономичность работы котельного оборудования. 4. Определение фактических и нормативных присосов воздуха котельного оборудования ТУ ГРЭС. 5. Расчет показателей тепловой экономичности котельного оборудования до реконструкции. 6. Существующие способы снижения присосов воздуха.

	<p>7. Обоснование варианта реконструкции котельного оборудования для снижения присосов воздуха.</p> <p>8. Расчет показателей тепловой экономичности котельного оборудования после реконструкции.</p> <p>9. Социальная ответственность.</p> <p>10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения.</p> <p>11. Выводы и заключения.</p>
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. Полная тепловая схема котельного – 1 лист формата А1.</p> <p>2. Компоновочный чертеж по месту установки нового оборудования (вид сверху) - 1 лист формата А1.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Кузьмина Н.Г. старший преподаватель кафедры менеджмента
Социальная ответственность	Гусельников М.Э. доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p> </p>	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	11 января 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	КОЛЬЦОВА Татьяна Викторовна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 70 с., 1 рис., 13 табл., 12 источников.

Ключевые слова: тепловая электрическая станция, котел, присосы холодного воздуха, обмуровка, ремонтно-монтажные работы.

Объектом исследования является котельный агрегат ТП-42 ТУГРЭС.

Цель работы – провести анализ измерений присосов воздуха, с последующей модернизацией котельного агрегата ТП-42.

В процессе исследования проводились: анализ влияния присосов на экономичность работы котельного оборудования, определение фактических и нормативных присосов воздуха, расчет показателей тепловой экономичности до и после реконструкции. Рассматривались существующие способы снижения присосов воздуха. Приводились обоснования варианта реконструкции.

В результате исследования определена необходимость модернизации котельного агрегата ТП-42.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: по результатам проведенных испытаний проведены ремонтно-монтажные работы. Восстановлена обмуровка котельного агрегата, устранены неплотности в газоходах котла и смотровых лючков. Это помогло снизить присосы воздуха в котле и увеличить КПД котла с 91,99% до 93,37% .

Степень внедрения: проект модернизации ТУГРЭС в настоящее время применяется на практике.

Область применения: теплоэнергетическая область, Томь-Усинская ГРЭС, котельный цех.

Экономическая эффективность/значимость работы: в результате экономических расчетов был определен чистый доход денежных средств от проекта модернизации, который составил 30859529 рублей.

В будущем планируется взять за основу данный проект по модернизации и применять его на практике.

Обозначения, сокращения

ВДН - вентилятор дутьевой;

ВЭК – водяной экономайзер котла;

ГРЭС – государственная районная электростанция;

КПД – коэффициент полезного действия;

ЛМЗ – Ленинградский металлический завод;

ОАО – открытое акционерное общество;

ПВК – пиковый водогрейный котел;

ПК – паровой котел;

ПТЭ – правила технической эксплуатации;

РНИ – режимно-наладочные испытания;

СРЧ – средняя радиационная часть;

Т – топка;

ТКЗ – Таганрогский котлостроительный завод;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ЭЦ – электрический цех.

Оглавление

	Введение	10
1	Краткое описание котельного оборудования	12
1.1	Котельное оборудование ТУГРЭС	12
2	Анализ влияния присосов на экономичность работы котельного оборудования	18
3	Определения фактических и нормативных присосов воздуха котельного оборудования ТУГРЭС	19
3.1	Определение избытка воздуха	19
3.2	Определение присосов холодного воздуха в систему пылеприготовления	20
3.3	Определение присосов воздуха топки котла	21
4	Расчет показателей тепловой экономичности котельного оборудования до реконструкции	25
5	Существующие способы снижения присосов воздуха	30
6	Обоснования варианта реконструкции котельного оборудования для снижения присосов воздуха	31
7	Расчет показателей тепловой экономичности котельного оборудования после реконструкции	32
7.1	Расчетные характеристики топлива	32
7.2	Расчет объемов и энтальпий воздуха и продуктов сгорания топлива	33
7.3	Тепловой баланс котла	37
8	Социальная ответственность	45
8.1	Производственная безопасность	45
8.2	Экологическая безопасность	56
8.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	56
8.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	57

9	Финансовый менеджмент	61
9.1	Расчет затрат на проектирование	61
9.2	Капитальные вложения на осуществление модернизацию котельного агрегата	65
9.3	Годовой экономический эффект	66
	Заключение	68
	Список литературы	69

Введение

Томь-Усинская ГРЭС - крупнейшая тепловая электростанция юга Западной Сибири. Включает в себя 9 энергоблоков суммарной установленной мощностью 1345,4 МВт. Расположена на юге Кемеровской области, в Притомском районе города Мыски, в 25 км от Новокузнецка. Предназначена для покрытия базисных нагрузок Кузбасской энергосистемы. Входит в группу «Сибирская генерирующая компания» (СГК).

История строительства.

Строительство началось в 1953 году. Пуска новой электростанции ждал весь Кузбасс: из-за недостатка электроэнергии не могли работать на полную мощность Сталинский алюминиевый завод, шахты и другие предприятия области.

6 ноября 1958 года Томь-Усинская ГРЭС дала промышленный ток. Мощность первого турбогенератора -100 МВт. Томь-Усинская ГРЭС стала одной из первых в стране и первой в Сибири электростанцией, построенной по схеме энергетических блоков, с центральным щитом управления блоками.

В 1963 году введён в работу блок № 6 мощностью 200 МВт — первый блок такой мощности в Сибири. В 1965 году мощность Томь-Усинской ГРЭС доведена до проектной - 1300 МВт.

В июне 2014 года введён в эксплуатацию реконструированный энергоблок № 5 мощностью (аттестованной) 124 МВт

1 октября 2014 года введён в эксплуатацию реконструированный энергоблок № 4 мощностью (аттестованной) 124 МВт [1].

На 2016 г. ТУ ГРЭС исполнится 58 лет. Оборудование станции значительно устарели, а капитальные ремонты котлоагрегата производят раз в 3

года. При работе котлоагрегата происходит нарушение обмуровки. Это приводит к нарушению работы котлоагрегата, присосы воздуха увеличиваются вызывая потери тепла с уходящими газами, увеличивается сопротивление тракта, вызывая перегруз дымососов и вследствие этого происходит снижение паропроизводительности котла и его КПД.

Для устранения и приведения присосов воздуха в котле к нормам ПТЭ производят раз в год текущие ремонтно-монтажные работы.

1 Краткое описание котельного оборудования ТУ ГРЭС

Томь-Усинская ГРЭС имеет установленную электрическую мощность 1345,4 МВт, установленную тепловую мощность - 194 Гкал/ч.

Состав оборудования:

- Первая очередь - 3 дубль-блока, каждый из которых состоит из двух котлов ТП-42 ТКЗ и турбины К-100-90 (ВК-100-5) ЛМЗ.

- Вторая очередь - 2 дубль-блока, каждый из которых состоит из двух котлов ТП-10 ТКЗ и турбины КТ-120-8,8-2М ЛМЗ.

- Третья очередь - 4 блока, с котлами ПК-40 и ПК-40-2 и турбинами К-215-130 ЛМЗ.

1.1 Котельное оборудование

Первая очередь включает в себя 3 дубль-блока, каждый из которых состоит из двух котлов ТП-42 Таганрогского завода «Красный котельщик» и паровой турбины К-100-90 (ВК-100-5 ЛМЗ).

Котлы паропроизводительностью 230 т/ч - однобарабанные, с естественной циркуляцией, 2-х ступенчатого испарения с твердым шлакоудалением.

Топка снабжена 8 угловыми пылеугольными горелками, производительностью 4 т/ч, расположенными тангенциально в два яруса.

Растопочным топливом служит мазут, распыл паровой.

Транспорт пыли осуществляется сжатым воздухом от воздуходувки ТВ-80-1,4 по пылепроводам $\varnothing 76$ мм по схеме ПВК.

Сопротивление газового тракта котлов при номинальной нагрузке 130-140 мм.в.ст., сопротивление воздушного тракта 220-250 мм.в.ст. Поверхности нагрева: пароперегреватель - 3085 м², экономайзер - 2075 м² (ст.№1), 1500(ст№2,3-6), воздухоподогреватель трубчатый - 14600 м².

Номинальные параметры перегретого пара:

- давление -100 кгс/см²,
- температура- 510 °С.

Регулирование температуры острого пара осуществляется впрыскивающим пароохладителем. Конструктивной особенностью котла ТП-42 является наличие фестоны и более низкие параметры пара, чем у котлов II очереди.

В 1997-2009 годах произведена замена ВЭК на котлах ТП-42 I очереди в связи с износом поверхности водяного экономайзера. Новый ВЭК имеет поверхность нагрева первой ступени 1500 м² вместо 2075 м².

Котлы имеют следующее вспомогательное оборудование:

а) пылеприготовительная установка включает в себя шаровую барабанную мельницу Ш-16, мельничный вентилятор типа ВМ-50/1000. Котел оснащен двумя пылесистемами;

б) золоулавливающая установка состоит из четырех мокропленочных золоуловителей МП-ВТИ диаметром 3200 мм с предвключенными трубами Вентури; трубы Вентури реконструированы с установкой встречных сопел. Повышение КПД золоуловителей приблизило температуру газов за ними к «точке росы». Поэтому для всех котлов, за скрубберами выполнен подогрев газов горячим воздухом.

в) дутьевые вентиляторы типа ВД-20 производительностью 130000 м³/ч в количестве 2 шт. на котел, диаметр колеса 2000 мм, число оборотов $n=740$ об/мин, мощность двигателя $N_{дв}=320$ кВт.;

г) дымососы Д-18х2 производительностью 188000 м³/ч в количестве 2 шт. на котел, диаметр колеса 1800 мм, число оборотов $n=740$ об/мин, мощность двигателя $N_{дв} = 320$ кВт.;

Вторая очередь включает в себя 2 дубль-блока, каждый из которых состоит из двух котлов ТП-10 Таганрогского завода «Красный котельщик» и паровой турбины КТ-120-8,8-2М ЛМЗ.

Котлы паропроизводительностью 220 т/ч - однобарабанные, с естественной циркуляцией, 2-х ступенчатого испарения с сухим шлакоудалением.

Топка снабжена 8 угловыми пылеугольными горелками, производительностью 4 т/ч, расположенными тангенциально в два яруса.

Растопочным топливом служит мазут, распыл паровой.

Транспорт пыли осуществляется сжатым воздухом от воздуходувки ТВ-80-1,4 по пылепроводам $\varnothing 76$ мм по схеме ПВК.

Соппротивление газового тракта котлов при номинальной нагрузке 130-140 мм.в.ст., сопротивление воздушного тракта 220 - 250 мм.в.ст.

Поверхности нагрева:

- пароперегреватель - 1940 м²,
- экономайзер - 2110 м²,
- воздухоподогреватель трубчатый - 14600 м².

Номинальные параметры перегретого пара:

- давление - 100 кгс/см²,
- температура - 540 °С.

Регулирование температуры острого пара осуществляется впрыскивающим пароохладителем.

Конструктивной особенностью котла ТП-10 является наличие ширмового пароперегревателя и более высокие параметры пара, чем у котлов I очереди.

Котлы имеют следующее вспомогательное оборудование:

а) пылеприготовительная установка включает в себя шаровую барабанную мельницу Ш-16, мельничный вентилятор типа ВМ-50/1000. Котел оснащен двумя пылесистемами;

б) золоулавливающая установка состоит из четырех мокропленочных золоуловителей МП-ВТИ диаметром 3200мм с предвключенными трубами Вентури; трубы Вентури реконструированы с установкой встречных сопел. Повышение КПД золоуловителей приблизило температуру газов за ними к «точке росы». Поэтому для всех котлов, за скрубберами выполнен подогрев газов горячим воздухом.

в) дутьевые вентиляторы типа ВД-20 производительностью $130000 \text{ м}^3/\text{ч}$ в количестве 2 шт. на котел, диаметр колеса 2000 мм, число оборотов $n = 740 \text{ об/мин}$, мощность двигателя $N_{\text{дв}} = 320 \text{ кВт}$;

г) дымососы Д-18х2 производительностью $188000 \text{ м}^3/\text{ч}$ в количестве 2 шт. на котел, диаметр колеса 1800 мм, число оборотов $n=740 \text{ об/мин}$, мощность двигателя $N_{\text{дв}} = 320 \text{ кВт}$.

Третья очередь включает в себя 4 блока 200 МВт; блоки 6, 7 моноблоки с котлами ПК-40 и турбинами К-215-130 ЛМЗ; блоки 8, 9 дубль-блоки с котлами ПК-40-2 и турбинами К-215-130 ЛМЗ.

Котлы ПК-40 и ПК-40-2 паропроизводительностью 640 т/ч прямоточные, двухкорпусного исполнения Подольского котельного завода им. Орджоникидзе. Котлы ст. № 11, 12 - ПК-40 несимметричного исполнения; ст. №13, 14 - ПК-40-2 симметричного исполнения с параметрами пара: давление 140 кгс/см^2 , температура $545/545 \text{ }^\circ\text{C}$.

Топочная камера котла №11 оборудована 10 прямоточными горелками, расположенными в 2 яруса встречно по 5 штук, на боковых стенах топки; топочные камеры котлов №12-14 оборудованы 8 прямоточными горелками, расположенными в один ярус по 4 штуки на боковых стенах топки.

Растопочное топливо - мазут, подача паровыми мазутными форсунками в количестве 8 штук на корпус, встроенными в основные горелки. Температура острого пара регулируется при помощи пароохладителей впрыскивающего типа, врезанных в паровой тракт котла за СРЧ (впрыск-1) и перед конвективным пароперегревателем острого пара (впрыск-2).

Сопротивление газового тракта в пределах котла - 130-160 мм в.ст., сопротивление воздушного тракта - 250 мм в.ст. при номинальной нагрузке. Поверхности нагрева ПК-40/ПК-40-2(на корпус): конвективный пароперегреватель первичного пара – $1670/328 \text{ м}^2$, конвективный пароперегреватель вторичного пара $1670/1145 \text{ м}^2$, экономайзер – $5300/2560 \text{ м}^2$, воздухоподогреватель трубчатый - $49614/24807 \text{ м}^2$.

Шлакоудаление - жидкое.

Транспортировка пыли осуществляется сжатым воздухом от воздуходувок ТВ-80-1,4 по пылепроводам Ø 76мм по схеме ПВК.

Котлоагрегаты снабжены следующим вспомогательным оборудованием: система пылеприготовления с промбункером, индивидуальная на каждый корпус, с шаровой барабанной мельницей ШБМ-400/800 (Ш-50), сепаратором ТКЗ-ВТИ Ø 4700мм, циклоном НИИОГАЗ Ø 4000мм, мельничным вентилятором ВМ-160/850; сушильным агентом являются дымовые газы, отбираемые из конвективной шахты до переходной зоны мельничным вентилятором.

Тяго-дутьевая установка состоит из дымососа Д-25х2ШУ, дутьевого вентилятора ВДН-32 (К№11) и ВДН-26-П.

В 2008-2009 гг на корпусах №13Б и 14Б установлены двигатели дымососов со следующими характеристиками:

Двигатель - АДО-1250/600 УЗ Мощность - 1250 кВт Обороты -596 об/мин
КПД - 95,4%

Золоулавливающая установка состоит из скрубберов МВ ВТИ ø3300мм с предвключенными трубами Вентури, в количестве 10 шт. на котел. На всех золоуловителях смонтированы дополнительные встречные сопла для повышения эффективности золоулавливания. Для надежной работы дымососов и по условию эксплуатации дымовых труб выполнен подогрев дымовых газов горячим воздухом.

Таблица 1 - Характеристика тягодутьевых машин

Место ус- тановки (номер котла)	Тип	Ø коле- са, мм	n, об/мин	Н _{дв} , кВт	Способ регу- лирования производи- тельности
№11 А,Б	ВДН-32	3200	596/748	625/1100	Направляю- щий аппа- рат, переход по скоро- стям
№12 - 14	ВДН-26- II	2600	497/599	360/620	
№11 А,Б	Д- 25х2ШУ	2500	373/497	600/1400	
К№12, 13А, 14А	Д- 25х2ШУ	2500	373/497	400/900	
№13Б,14Б	Д- 25х2ШУ	2500	596	1250	Направляю- щий аппарат

Обдувка конвективного пароперегревателя от золовых отложений осуществляется обдувочными аппаратами типа ОГ-8 в количестве 2 шт. на корпус. Для обдувки и расшлаковки ширмового пароперегревателя при необходимости используется пушечная обдувка в количестве 3 шт. на корпус [1].

2 Анализ влияния присосов на экономичность работы котельного оборудования

Вследствие работы дымососа в газоходе котла образуется разрежение, и наружный воздух через неплотности обмуровки подсасывается в газовый тракт. Объем воздуха, поступивший таким образом в газовый тракт, называется присосом.

Причинами возникновения присосов воздуха в газоходе котла:

- пробои в компенсаторах тепловых расширений, находящихся между газоходами;
- открытые окна для размещения контрольно-измерительной аппаратуры;
- недостаточное уплотнение мест прохода труб и коллекторов;
- низкое качество вспомогательной арматуры котла (лазы, лючки, гляделки и др.)
- дефекты конструкции обмуровки котла.

Присосы воздуха оказывают негативное влияние на технико-экономические показатели работы котла.

-Тепло газов используется на нагрев подсосанного воздуха вместо передачи конвективным и радиационным поверхностям нагрева котла. Следствием этого является неполное использование располагаемой теплоты, полученной от сгорания топлива, завышение температуры уходящих газов и снижение КПД котла.

-Увеличивается объемный расход уходящих газов, что требует увеличения мощности, затрачиваемой дымососов на удаления продуктов сгорания [2].

5 Существующие способы снижения присосов воздуха

Для снижения присосов воздуха производят текущих ремонтно – монтажные работы.

Присосы воздуха через обмуровку котла, неплотности притворов смотровых лючков и газоходов котлов приводят к перерасходу топлива.

Снижение присосов воздуха производят с помощью :

- заделки трещин в обмуровке котлов
- устранение неплотностей притворов смотровых лючков
- устранение неплотностей в газоходах котлов
- своевременная замена старой обмуровки на новую
- проведение РНИ на предмет выявления присосов воздуха.

Обмуровка котлов производится двумя способами:

1. При помощи огнеупорного кирпича (тяжелая обмуровка)
2. Специальными огнеупорными составами с использованием армирующей сетки (облегченная обмуровка), заделки трещин и неплотностей в обмуровке проводится при помощи огнеупорных смесей с добавлением жидкого стекла для большей прочности, неплотность притворов смотровых лючков производится при помощи асбестового шнура.

Устранение 10% присосов воздуха через неплотности обмуровки котлов снизит перерасход используемого топлива на 0,5 % [4].

6 Обоснование варианта реконструкции котельного оборудования для снижения присосов воздуха

Присосы воздуха в котле превышают нормы ПТЭ. Большие присосы воздуха вызывают увеличение потери тепла с уходящими газами, увеличивается сопротивление тракта, вызывает перегрузку дымососов и вследствие этого происходит снижение теплопроизводительности котла и его КПД.

Чтобы снизить присосы воздуха в котле и привести их к нормам ПТЭ, нужно произвести ремонтно-монтажные работы, с целью увеличения КПД котлоагрегата.

9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение

9.1 Расчет затрат на проектирование

Для осуществления проектирования необходимы капитальные и текущие затраты.

Капитальные затраты на стоимость строительного-монтажных материалов, измерительные приборы, для проведения модернизации проектной работы.

Текущие затраты на заработную плату проектировщику и руководителю, социальные отчисления.

В таблице 7 представлен учет рабочего времени, для расчета заработной платы.

9.1.1 Определяем затраты на проектирование по формуле:

$$K_{np} = I_{mat} + I_{ам} + I_{с.о.} + I_{np} + I_{зн} + I_{накл} ; \quad (9.1)$$

Где $I_{mat} = 3200$ р. - материальные затраты;

$I_{ам}$ – амортизация оборудования;

$I_{с.о.}$ - социальные отчисления;

I_{np} - прочие издержки;

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

$I_{накл}$ - накладные издержки.

9.1.2 Определим издержки на амортизацию оборудования:

$$I_{ам} = \frac{T_{исп}}{T_{кал}} \cdot C_{м} \cdot \frac{1}{T_{сл}} = \frac{50}{365} \cdot 30000 \cdot \frac{1}{7} = 579 \text{ р.} \quad (9.2)$$

$T_{исп}$ – время использования персонального компьютера, 50 дней;

$T_{кал}$ – число дней в календарном году, 365 дней;

$C_{м}$ – стоимость персонального компьютера, 30 тыс. рублей;

$T_{сл}$ – срок службы персонального компьютера, 7 лет;

9.1.3 Затраты на заработную плату рассчитываются как

$$\Phi ЗП = ЗП_{рук} + ЗП_{инж} \quad (9.3)$$

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

$ЗП_{инж}$ – заработная плата инженера.

Таблица 11 - Перечень работ и оценка времени их выполнения

Наименование работ	Количество исполнителей	Продолжительность, в днях
1.Выдача и получение задания	НР (доцент 15р.) Инженер (10р.)	1
2.Исследование литературы	Инженер (10р.)	13
3.Консультация	НР (доцент 15р.) Инженер (10р.)	1
4.Анализ объекта исследования	Инженер (10р.)	7
5.Исследование возможных вариантов решения	Инженер (10р.)	7
6.Расчет оптимального варианта	Инженер (10р.)	11
7.Консультация	НР (доцент 15р.) Инженер (10р.)	1
8.Оформление работы согласно нормам	Инженер (10р.)	7
9.Подписание работы руководителем, консультация	НР (доцент 15р.) Инженер (10р.)	2
	НР (доцент 15р.)	4
	Инженер (10р.)	50

9.1.4 Заработная плата руководителя рассчитывается как:

$$I_{3П}^{мес} = (3П_0 \cdot K_1 + Д) \cdot K_2 \quad (9.4)$$

где: $3П_0$ – месячный оклад 23300 руб.;

K_1 – коэффициент, учитывающий отпуск 10%;

$Д$ – доплата за интенсивность труда 2200 руб.;

K_2 – районный коэффициент 30%;

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

9.1.5 Фактическая зарплата руководителя

$$I_{3П}^{рук.факт} = \frac{I_{3П}^{рук.мес}}{21} \cdot n_{\phi}; \quad (9.5)$$

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

n_{ϕ} – количество дней консультации у руководителя по факту, принимаем из таблицы 11.

$$I_{3П}^{\phi} = \frac{I_{3П}^{мес}}{21} \cdot n_{\phi} = \frac{36179}{21} \cdot 4 = 6891 \text{ рублей} \quad (9.6)$$

9.1.6 Зарботная плата инженера рассчитывается как;

$$I_{3П}^{мес} = 3П_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (9.7)$$

где: $3П_0$ – месячный оклад 14500 руб.;

K_1 – коэффициент учитывающий отпуск 10%.

K_2 – районный коэффициент 30%;

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

Но так как работа для инженера длится 50 дней (согласно табл. 7), до-
рассчитаем зарплату:

$$I_{\text{ЗП}}^{\text{инж}} = \frac{I_{\text{ЗП}}^{\text{инж.мес}}}{21} \cdot n_{\phi} = \frac{20735}{21} \cdot 50 = 49369 \text{ рублей}$$

9.1.7 Издержки на заработную плату составят:

$$\Phi\text{ЗП} = I_{\text{ЗП}}^{\text{рук.факт}} + I_{\text{ЗП}}^{\text{инж.мес}} + I_{\text{ЗП}}^{\text{инж.факт}} = 6891 + 20735 + 49369 = 76995 \text{ руб.} \quad (9.8)$$

9.1.8 Социальные отчисления рассчитываются как

$$I_{\text{со}} = \Phi\text{ЗП} \cdot 0,3 = 76995 \cdot 0,3 = 23098,5 \text{ руб.} \quad (9.9)$$

9.1.9 Прочие затраты рассчитываются как

$$I_{\text{проч}} = 0,1 \cdot (I_{\text{мат}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{зн}} + I_{\text{со}}) = 0,1 \cdot (3200 + 579 + 76995 + 23098,5) = 10387,25 \text{ руб.} \quad (9.10)$$

9.1.10 Накладные расходы рассчитываются как

$$I_{\text{накл}} = 200\% \cdot \Phi\text{ЗП} = 200\% \cdot 76995 = 153990 \text{ руб.} \quad (9.11)$$

9.1.11 Смета затрат на проект составит

$$\begin{aligned} K_{\text{пр}} &= I_{\text{мат}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{зн}} + I_{\text{со}} + I_{\text{пр}} + I_{\text{накл}} = \\ &= 3200 + 579 + 76995 + 23098,5 + 10387,25 + 153990 = 268249,75 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (9.12)$$

Все расчеты по затратам на работу приведены в таблице 12.

Таблица 12 - Данные затрат на проектирование

Вид затрат	Стоимость, руб.
Материальные затраты	3200
Амортизационные затраты	579
Затраты на заработанную плату	76995
Социальные отчисления	23098,5
Прочие затраты	10387,25
Накладные расходы	153990
Итого	268249,75

9.2 Капитальные вложения на осуществление модернизации котельного агрегата

Таблица 13 - Строительно-монтажные материалы для осуществления, модернизации

Наименование приобретаемого материала	Количество,	Рыночная цена, руб
Огнеупорный кирпич	600шт.	60000
Армирующая сетка	5шт.	12500
Огнеупорные смеси	50кг.	18250
Жидкое стекло	20л.	2500
Прочее	-	100000
		193250

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

9.2.1 Общие затраты на работу, с монтажом:

$$K_{об} = K_{общ} + I_{монт}, \quad (9.13)$$

где: $I_{монт}$ - принимается от $K_{общ}$ 15%;

$$K_{об} = 193250 + 28987,5 = 222237,5 \text{ руб.}$$

9.2.2 Капитальные вложения во внедряемую часть составят

$$K_{вндр} = K_{пр} + K_{об} = 268249,75 + 222237,5 = 490487,25 \quad (9.14)$$

9.3 Годовой экономический эффект

9.3.1 Затраты на топливо до модернизации котельного оборудования

$$B_{\text{уголь1}} = \frac{D \cdot 10^3 \cdot (h_{нт} - h_{не})}{Q_n^p \cdot \eta_{\text{уголь}}} \cdot C_{\text{уголь}} \cdot 24 \cdot n, \text{ руб} \quad (9.15)$$

где: $\eta_{\text{уголь}} = 91,99, \%$ - КПД котельного агрегата при работе на угле

$Q_n^p = 20305$, кДж/кг – низшая теплота сгорания угля

$D = 230$, т/ч – средняя паровая нагрузка котла

$h_{нт} = 3402,19$, кДж/кг – энтальпия перегретого пара на выходе из котла

$h_{не} = 839,87$, кДж/кг – энтальпия питательной воды на входе в котел

$C_{\text{уголь}} = 1,5$ руб/кг – стоимость угля за килограмм

$n = 232$, сут – продолжительность работы котельного агрегата в год равное

$$B_{\text{уголь1}} = \frac{230 \cdot 10^3 \cdot (3402,19 - 839,87)}{20305 \cdot 0,9199} \cdot 1,5 \cdot 24 \cdot 232 = 2635167929, \text{ руб}$$

9.3.2 Затраты на топливо после модернизации котельного оборудования

$$B_{\text{уголь2}} = \frac{D \cdot 10^3 \cdot (h_{\text{мп}} - h_{\text{пв}})}{Q_{\text{н}}^p \cdot \eta_{\text{уголь}}} \cdot C_{\text{уголь}} \cdot 24 \cdot n, \text{ руб} \quad (9.16)$$

где: $\eta_{\text{уголь}} = 93,08$, % - КПД котельного агрегата при работе на угле

$Q_{\text{н}}^p = 20305$, кДж/кг – низшая теплота сгорания угля

$D = 230$, т/ч – средняя паровая нагрузка котла

$h_{\text{мп}} = 3402,19$, кДж/кг – энтальпия перегретого пара на выходе из котла

$h_{\text{пв}} = 839,87$, кДж/кг – энтальпия питательной воды на входе в котел

$C_{\text{уголь}} = 1,5$, руб/кг – стоимость угля за килограмм

$n = 232$, сут – продолжительность работы котельного агрегата в год равное

$$B_{\text{уголь2}} = \frac{230 \cdot 10^3 \cdot (3402,19 - 839,87)}{20305 \cdot 0,9308} \cdot 1,5 \cdot 24 \cdot 232 = 2604308400, \text{ руб}$$

9.3.3 Годовая эффективность

$$\mathcal{E}_{\text{Год}} = B_{\text{уголь1}} - B_{\text{уголь2}} = 1756778619 - 1736205600 = 30859529, \text{ руб}. \quad (9.17)$$