

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
ЗАМЕНА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПЭН ТУРБОПРИВОДОМ НА КЕМЕРОВСКОЙ ТЭЦ

УДК 621.182.135:621.313.3:62-83

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б12	КАЗАЧУК Сергей Васильевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры АТЭС	Н.Н. Галашов	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 результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
Р1	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.
Р2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
Р3	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.
Р4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
Р5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
Р6	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>	
Р7	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.
Р8	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.
Р9	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.
Р10	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.
Р11	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 Электронного обучения

Направление подготовки **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Кафедра «Атомных и тепловых электростанций»

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

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б12	Казачук Сергею Васильевичу

Тема работы:

Замена электродвигателя ПЭН турбоприводом на Кемеровской ТЭЦ

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10 июня 2016 года

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

Целью работы является оценка возможности увеличения отпуска электроэнергии от станции в результате уменьшения затрат на собственные нужды и повышение маневренности ТЭЦ. Исходные данные – материалы Кемеровской ТЭЦ.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Краткая характеристика станции. 2. Характеристика питательных насосов и возможные пути повышения их экономичности. 3. Анализ схемы включения питательных насосов и турбопривода на ТЭЦ. 4. Расчет характеристик питательного насоса с турбоприводом. 5. Расчет и проектирование турбопривода. 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 7. Социальная ответственность. 8. Анализ влияния на надежность ТЭЦ предлагаемой модернизации. <p>Заключение</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Схемы установок, характеристики и показатели работы</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Кузьмина Н.Г., старший преподаватель кафедры менеджмента</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Гусельников М.Э., доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p> </p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>28 января 2016 года</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------

Задание выдал руководитель:

<p style="text-align: center;">Должность</p>	<p style="text-align: center;">ФИО</p>	<p style="text-align: center;">Ученая степень, звание</p>	<p style="text-align: center;">Подпись</p>	<p style="text-align: center;">Дата</p>
<p>Доцент кафедры АТЭС</p>	<p>Галашов Н.Н.</p>	<p>к.т.н., доцент</p>	<p> </p>	<p> </p>

Задание принял к исполнению студент:

<p style="text-align: center;">Группа</p>	<p style="text-align: center;">ФИО</p>	<p style="text-align: center;">Подпись</p>	<p style="text-align: center;">Дата</p>
<p>3-5Б12</p>	<p>Казачук С.В.</p>	<p> </p>	<p> </p>

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа – 70 с., 9 рис., 7 табл., 11 источников, 2 прил.

Ключевые слова: Кемеровская ТЭЦ, турбопривод, паротурбинная установка, расширение, модернизация, анализ, коэффициент полезного действия.

Объектом исследования является Кемеровская ТЭЦ.

Цель работы – Провести анализ замены электродвигателя питательного насоса турбоприводом на Кемеровской ТЭЦ.

Заключение - В процессе исследования проводились – Краткая характеристика станции, характеристика питательных насосов и возможные пути повышения их экономичности, анализ схемы включения питательных насосов и турбопривода на ТЭЦ, расчет характеристик питательного насоса с турбоприводом, расчет и проектирование турбопривода, анализ влияния на надежность ТЭЦ предлагаемой модернизации.

В результате исследования – Определена возможность проведения модернизации по замене электродвигателя питательного насоса на турбопривод.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: В проекте предусматривается замена электродвигателя питательного насоса ПЭ 65-53 стационарного 4а турбоприводом.

Степень внедрения: Проект не существовал и не реализован.

Область применения: Теплоэнергетическая область.

Экономическая эффективность/значимость работы: В результате экономического расчета был определен чистый доход денежных средств от проекта модернизации питательного насоса ПЭ 65-53, срок окупаемости проекта 5,6 года.

Обозначения и сокращения

- РУ – Редукционная установка;
- ГВС – Горячее водоснабжение;
- ГЗУ – Гидрозолошлакоудаление;
- Гц – Герц;
- дБ – Децибел;
- КПД – Коэффициент полезного действия;
- КТЦ – Котлотурбинный цех;
- МВт – Мегаватт;
- ОАО – Открытое акционерное общество;
- ПДК – Предельно допустимая концентрация;
- ПВД – Подогреватель высокого давления;
- ПТЭ – Правила технической эксплуатации;
- ПУ – Подогревательная установка;
- ПЭН – Питательный электронасос;
- РОУ – Редукционно-охладительная установка;
- СН – Санитарные нормы;
- ТЭЦ – Теплоэлектроцентраль;
- ХВО – Химводоочистка;
- ХЦ – Химический цех;
- ЦТАИ – Цех тепловой автоматики и измерений;
- ЦТП – Цех топливоподачи;
- ЧС – Чрезвычайная ситуация;
- ЭЦ – Электрический цех.

Оглавление

Введение.....	10
1 Краткая характеристика станции.....	13
1.1 Данные о месторасположении.....	13
1.2. Тип электростанции, виды продукции	14
1.3 Основные и вспомогательные цеха и их назначение	14
2 Характеристика питательных насосов и возможные пути повышения их экономичности.....	17
2.1 Общее устройство и принцип действия насосов ПЭ250-45-2 (станционных ПЭН №1,3,4,6,8)	17
2.2. Общее устройство и принцип действия насосов ПЭ65-53, ПЭ100-53 (ПЭН № 4А, №2)	18
2.3 Способы улучшения показателей экономичности работы питательных насосов	21
3 Анализ схемы включения питательных насосов и турбопривода на ТЭЦ	23
3.1 Схемы включения питательного насоса.....	23
3.2 Конструкция турбопривода	25
4 Расчет характеристик питательного насоса с турбоприводом.....	27
4.1 В данном пункте построим характеристики насоса при различной частоте вращения ротора насоса:	27
4.2 Зависимость мощности насоса N , кВт от расхода Q , м ³ /час	29
5 Расчет и проектирование турбопривода.....	30
5.1 Приближенная оценка протекания процесса расширения пара в турбине	30
5.2 Определение расхода пара на турбину	31
5.3 Тепловой расчет приводной турбины.....	32
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и	45
ресурсосбережение.....	45
6.1 Расчет затрат и договорной цены на проектирование и проведение ВКР.	45
6.2 Анализ капитальных вложений и изменения эксплуатационных затрат при модернизации схемы.	49
7 Социальная ответственность	53
7.1 Производственная безопасность	54

7.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	57
7.3 Экологическая безопасность.....	59
8 Анализ влияния на надежность ТЭЦ предлагаемой модернизации	64
Заключение	66
Список используемых источников.....	67
Приложение А Компановка турбопривода на существующем фундаменте	68

Введение

Главной задачей энергетики является улучшение качества отпускаемой энергии, путем сведения к минимуму перерывов в снабжении тепловой и электрической энергией населения, и производственных объектов. В настоящее время значительные инвестиции направляются на строительство новых объектов энергетики, в технологии которых применяются инновационные направления и передовые научно-технические разработки. Однако строительство новых энергетических объектов географически привязано к формированию новых центров технологического потребления производимой энергии. Рудные и угольные месторождения Восточной Сибири находятся в районах не обеспеченных в достаточной для их освоения местными генерирующими мощностями. Большие инвестиции направлены на обеспечение энергетической безопасности Крыма. Введение новых объектов энергетики планируется в районах строительства нового транссибирского железнодорожного сообщения и модернизации существующих линий железнодорожного сообщения.

Однако наряду со строительством новых генерирующих, передающих и преобразующих энергетических объектов, значительным направлением развития энергетики остается направление реконструкции уже существующих энергетических объектов и глубокой модернизации оборудования этих энергетических объектов. Экономически наиболее выгодным является, модернизация существующего энергетического оборудования путем замены некоторых компонентов, узлов и деталей улучшающих характеристики, увеличивающих срок эксплуатации оборудования и дающие возможность снижения затрат на выработку энергии.

Целью данной бакалаврской работы является оценить возможность модернизации узла питательного насоса Кемеровской ТЭЦ. В рамках работ по модернизации планируется без остановки основного производственного цикла

выполнить замену электропривода питательного насоса (электродвигателя) на паровой турбинный привод (далее по тексту – турбопривод).

Экономическая составляющая заключается в том, что:

- образуется экономия электроэнергии используемой для питания электродвигателя технологического процесса;

- возникает возможность выработки электроэнергии за счет дополнительной загрузки турбоагрегата, это позволяет более эффективно использовать технологический пар. Также следует отметить, что при использовании электропривода регулирование расхода питательной воды может вестись либо методом дросселирования, либо с помощью гидромурфты или установки частотного регулятора. Рассмотрим каждый из возможных методов в целях оценки их технико-экономических характеристик:

Регулирование методом дросселирования наиболее простое и неэкономичное, т.к. в турбулентном потоке питательной воды возникают невосполнимые потери и для их компенсации необходимо устанавливать электродвигатель большей мощности, чем требуется собственно для перемещения питательной воды и ведет к быстрому износу насоса и арматуры. Повышенный эксплуатационный износ пропорционально увеличивает затраты на поддержание насоса в исправном состоянии в межремонтный период и приводит к сокращению интервалов плановых ремонтных циклов. Увеличивается время нахождения оборудования в ремонтном простое и соответственно увеличивается фонд оплаты труда ремонтного персонала. Все увеличения затратной части приводят к увеличению себестоимости конечного продукта ТЭЦ - тепловой и электрической энергии.

Установка гидромурфты позволяет снять эффект дросселирования, но приводит к дополнительным затратам на установку собственно узла гидромурфты и возникновению затрат на ее последующую эксплуатацию. Кроме того гидромурфта снижает возможности регулирования потока в необходимых диапазонах.

Установки частотного регулирования позволяют наиболее точно выполнять функции регулирования, но данное устройство является дорогостоящим оборудованием и требуют увеличения технической подготовки эксплуатационного и ремонтного персонала.

Предлагаемая модернизация с заменой традиционного электродвигателя турбоприводом экономически выгодное решение, т.к. кроме дополнительной выработки электроэнергии (за счет дополнительной загрузки турбин) и снижения потребления электроэнергии на собственные нужды, турбопривод позволяет более эффективно регулировать производительность питательного насоса за счет изменения числа оборотов. Собственно и само конструктивное устройство турбопривода дешевле асинхронного электродвигателя аналогичной мощности.

1 Краткая характеристика станции

1.1 Данные о месторасположении

Промышленная площадка Кемеровской ТЭЦ расположена на правом берегу реки Томь, в северо-западной части г. Кемерово, в Кировском районе.

Северо-восточная сторона периметра занята железнодорожными путями, идущими от ФГУП «Кемеровский завод «Коммунар» на ТЭЦ и завод ФГУП ПО «Прогресс».

С восточной стороны Кемеровской ТЭЦ выходят ЛЭП – 110 и 35 кВ, теплотрасса и паропровод в Кировский район г. Кемерово, сбросной канал ТЭЦ, и линии электро-передач (далее – ЛЭП) проложенных в траншеях и кабельных сооружениях для обеспечения электропотребителей в городе. Расстояние от дымовых труб до жилой застройки ближайшего жилого микрорайона города составляет 1 км, а от дамбы золоотвала №2 - 900 м.

Исторически станция строилась в пятидесятых годах двадцатого века для снабжения технологическим паром расположенных поблизости предприятий. В девяностые годы двадцатого века вследствие демонтажа производственных мощностей данных предприятий, основным потребителем тепловой энергии Кемеровской ТЭЦ стали потребители ЖКХ Кировского и Рудничного районов г. Кемерово.

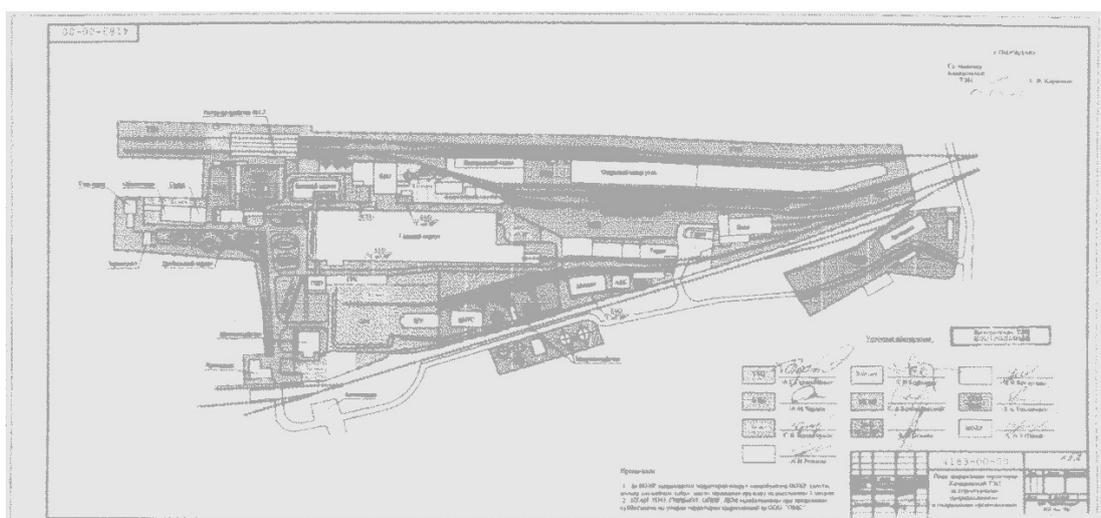


Рисунок 1 – План основной площадки станции Кемеровская ТЭЦ, площадки лесозавода, площадки баков и насосной станции разрядки теплосети и мазутных баков.

1.2. Тип электростанции, виды продукции

Основной функцией Кемеровской ТЭЦ является выработка и отпуск тепловой энергии потребителем ЖКХ с попутной выработкой электроэнергии. Максимально установленная тепловая мощность электростанции составляет 749 Гкал/час, это дает возможность снабжать теплом жителей двух районов города Кемерово расположенных на правом берегу реки Томь. Максимально установленная электрическая мощность 80 МВт

1.3 Основные и вспомогательные цеха и их назначение

Станция состоит из пяти основных цехов:

- 1) Котлотурбинный цех (КТЦ);
- 2) Электрический цех (ЭЦ);
- 3) Цех топливоподачи (ЦТП);
- 4) Химический цех (ХЦ);
- 5) Цех тепловой автоматики и измерений (ТАИ).

Кемеровская ТЭЦ представляет собой станцию с поперечными связями. Котельное и турбинное отделение объединены в котлотурбинный цех (КТЦ). Основным оборудованием котлотурбинного цеха является два турбоагрегата типа «Р» с противодавлением 6 кгс/см², два турбоагрегата типа «ПТР» с отбором 6 кгс/см², четыре РОУ 30/6 и две РУ 30/13 установленных в турбинном отделении. Турбины типа «Р» ст. №№ 2, 3, и РОУ 30/6 ст. №№1, 2, 3, 5 работают на коллектор пара 6 кгс/см². Турбины типа «ПТР» ст. №№ 4, 7 работают также в коллектор пара 6 кгс/см² и на сетевые подогреватели (ПСГ №№ 4, 7). Пар из коллектора 6 кгс/см² используется на паровые собственные нужды станции (деаэраторы, ПВД) и выдачу сторонним потребителям пара 6 ата. (заводы)

На данный момент на пяти очередях Кемеровской ТЭЦ установлено одиннадцать барабанных котлоагрегатов П-образной компоновки. В качестве топлива в котлах данного типа используются природные углеводороды с низкой степени подготовки, в том числе: котельная смесь энергетических марок углей добываемых в Кузнецком угольном бассейне, природном газе и отходах

переработки сырой нефти – мазуте. Суммарная мощность по паропроизводительности одиннадцати агрегатов составляет 1560 тонн пара в час. Агрегаты технологически объединены одним главным паровым коллектором.

Электрический цех покрывает потребности станции в электроэнергии, а так же осуществляет отпуск электрической энергии потребителям ЖКХ. Выдача мощности в объединенную энергосистему Кузбасса осуществляется по ЛЭП напряжением 110 кВ. и по ЛЭП напряжением 35 кВ.

Цех топливоподачи осуществляет функцию приемки, хранения и подачи топлива в котельное отделение. На Кемеровскую ТЭЦ уголь доставляется железнодорожным транспортом. Уголь через люки вагонов сваливается с помощью вибраторов в угольные ямы, для чего в каждом разгрузочном комплексе (далее - разгрузсарай) находятся по две угольные ямы, вместимостью 500 тонн каждая. Из угольных ям, разгрузсараяв уголь, с помощью электрогрейферных тележек, подается в загрузочные бункера транспортеров 1 подъема. По транспортерам 1 подъема (линии 1А и 1Б) уголь подается в дробильный корпус. Перед подачей в дробилку из угля, с помощью металлоуловителей (магнитных шайб) удаляются металлические предметы. Затем уголь подается в молотковые дробилки, где измельчается до нужной фракции и поступает на транспортеры 2 подъема, ведущие в главный корпус. В главном корпусе, пройдя щепоуловители и пробоотборники, уголь поступает на бункерную галерею транспортеров, откуда с помощью плужковых сбрасывателей распределяется по бункерам сырого угля.

В химическом цехе подготавливается вода предназначенная на восполнение потерь в пароводяном цикле и для подпитки теплосети.

Цех тепловой автоматики и измерений (ЦТАИ) занимается обслуживанием и ремонтом контрольно-измерительных приборов, средств дистанционного управления, автоматики и технологической защиты. Персонал контролирует работу и состояние средств измерения технологических параметров, под их пристальным вниманием находятся устройства

автоматических систем регулирования теплотехнических процессов, технической защиты и сигнализации теплоэнергетического оборудования, схемы и устройства дистанционного управления.

2 Характеристика питательных насосов и возможные пути повышения их экономичности

Питательные электрические насосы (ПЭН) обеспечивают подачу питательной воды на паровые котлы. На Кемеровской ТЭЦ установлено семь питательных насосов, их характеристики приведены в таблице 1. Питательные насосы расположены в машинном зале турбинном отделении вдоль ряда «Б»

2.1 Общее устройство и принцип действия насосов ПЭ250-45-2 (станционных ПЭН №1,3,4,6,8)

Насосы питательные ПЭ250-45-2 – центробежные, секционные, однокорпусные, с гидравлической пятой, подшипниками скольжения с кольцевой смазкой и торцевыми графито - угольными уплотнениями.

Корпус насоса состоит из набора секций, крышек всасывания и нагнетания. Все элементы корпуса центрируются между собой на заточках и стягиваются совместно стяжными шпильками. Опорные поверхности лап крышек всасывания и нагнетания расположены в горизонтальной плоскости, проходящей через ось насоса. Фиксированное положение оси насоса, обеспечивающее отсутствие расцентровки при тепловом расширении корпуса в осевом направлении, достигается за счет поперечных шпонок, установленных в лапах крышек всасывания, и продольных шпонок, расположенных в нижней части крышек всасывания и нагнетания.

Секции выполнены из коррозионностойкой стали. Герметичность стыков секций между собой и с крышками, обеспечивается металлическим контактом уплотняющих поверхностей. Дополнительно в стыках установлены уплотнительные кольца из теплостойкой резины.

В секции установлены направляющие аппараты, выполненные из коррозионностойкой стали. В секциях и направляющих аппаратах установлены уплотнительные кольца из коррозионностойкой стали. Совместно с уплотняющими поверхностями рабочих колес уплотнительные кольца образуют дросселирующие щели уплотнений рабочих колес.

В напорной крышке установлена подушка гидропята, которая уплотняется кольцом из теплостойкой резины.

2.2. Общее устройство и принцип действия насосов ПЭ65-53, ПЭ100-53 (ПЭН № 4А, №2)

Насосы представляют собой центробежный, секционный, горизонтальный, однокорпусной агрегат. Корпус насоса состоит из входной, напорной крышки и набора секций, которые центрируются между собой на цилиндрических проточках и стягиваются шпильками. Герметичность стыков обеспечивается «металлическим» контактом уплотняющих поясков секций и крышек.

Корпус насоса опирается на стойки фундаментной плиты четырьмя лапами, расположенными в горизонтальной плоскости. В секции корпуса установлены направляющие аппараты. В местах уплотнений рабочих колес в секциях и направляющих аппаратах установлены сменные уплотняющие кольца.

Ротор насоса состоит из вала, рабочих колес, защитных рубашек, разгрузочного диска, маслоотражателей и крепежных деталей. Центрирование ротора в статоре производится перемещением корпусов подшипников с помощью регулировочных винтов, после чего корпус подшипников штифтуется.

Для охлаждения подшипников подается вода с температурой до 40⁰С. Концевые уплотнения насоса выполняются с мягкой сальниковой набивкой и подводом охлаждающей воды. Насос и электродвигатель соединяются между собой при помощи упругой втулочно – пальцевой муфты. Муфта закрыта защитным кожухом, устанавливаемым на фундаментной плите.

Таблица 1 – Характеристики питательных насосов расположенных на Кемеровской ТЭЦ.

№	Характеристики ПЭН установленных на «Кемеровской ТЭЦ»	Единицы измерения	ПЭН-1	ПЭН-2	ПЭН-3	ПЭН-4А	ПЭН-4; 6; 8.
1.	Тип насоса		ПЭ 250 – 45	ПЭ 100 – 53	ПЭ 250 – 45 - 2	ПЭ 65-53	ПЭ 250 – 45 – 2
2.	Завод изготовитель		АО з-д «Южгидромаш»	АО з-д «Южгидромаш»			АО з-д «Южгидромаш»
3.	Система		центробежный, многоступенчатый	центробежный, многоступенчатый	Центробежный 3-х ступенчатый	центробежный 8-и ступенчатый	центробежный, многоступенчатый
4.	Производительность	м ³ /час	250	100	250	65	250
5.	Напор	м. вод.ст	500	530	500	530	450
6.	Подпор	м. вод.ст	7	18	18,5	18	18,6
7.	Температура питательной воды	°С	165	165	165	165	
8.	Частота вращения	об\мин	2980	2980	2980	2980	2980
9.	Вес насоса	кг	2180				
10.	Тип смазки		кольцевая	кольцевая	кольцевая	кольцевая	кольцевая
11.	Применяемое масло		турбинное	турбинное	турбинное	турбинное	турбинное
	Характеристика						

	электродвигателя						
12.	Двигатель		2А3М1-500\ 6000УХЛ4	4А3М-315\ 6000УХЛ4	4А3М-500\ 6000УХЛ4	4А3М	4А3М-500\6000 УХЛ4
13.	Мощность	кВт	500	315	500	200	500
14.	Напряжение	В	6000	6000	6000	6000	6000
15.	Сила тока	А	54,8	36,3	56,5	36,3	56,5
16.	КПД	%	92	95	95	95	75
17.	Тип охлаждения электродвигателя		воздушное	воздушное	водяное	водяное	воздушное, водяное
18.	Заводской номер	№	1620	535			
19.	Год выпуска	г.в.	1982	2004	1990		
	Характеристика воздухоох- ладителя электродвигателя						Воздухоохладит ель ПЭН-8
20.	Тип				ВО-50/1320-20- Н-УХЛ4		ВО-50/1320- 20-Н-УХЛ4
21.	Расход воды	м ³ /ч			5,4	5,4	5,4
22.	Расход воздуха	м ³ /с			1,0		1,0
23.	Температура охл. воды	°С			30		30
24.	Температура охл. воздуха	°С			40		40
25.	Гидравлическое сопротивление	МПа			0,042		0,042
26.	Давление воды максимальное	МПа			0,6	0.6	0,6

2.3 Способы улучшения показателей экономичности работы питательных насосов

Питательный насос может быть отнесен к основному оборудованию ТЭЦ наряду с котлом, паровой турбиной и конденсационной установкой. Эффективная работа питательных насосов и их надежность являются важными факторами для успешной эксплуатации ТЭЦ.

Для привода питательных насосов небольших мощностей обычно используют асинхронный двигатель. Электропривод прост в эксплуатации и имеет высокий КПД. Двигатели номинальной мощности 200-8000 кВт выполняются на напряжение 6000 Вольт. Для всех асинхронных двигателей применяется прямой пуск от полного напряжения сети. Так как турбоагрегаты на ТЭЦ работают в режимах частых разгрузок и загрузок из-за неравномерности теплового графика, то возникает необходимость в частых пусках асинхронных двигателей, на что последние не рассчитаны, особенно мощностью свыше 1000 кВт, у которых ресурс пусковых режимов весьма ограничен. Частые пуски асинхронных двигателей приводят к ускоренному износу обмоток статора и ротора, что увеличивает затраты на их ремонт и понижает надежность работы ТЭЦ.

Следует отметить также, что при использовании электропривода регулирование расхода питательной воды может вестись несколькими способами:

- 1) Дросселированием;
- 2) Установкой гидромурфты;
- 3) Установкой частотного регулятора;
- 4) Регулировка расхода питательной воды путем включения

подходящего по производительности насоса.

Регулирование дросселированием крайне неэкономично и ведет к быстрому износу насоса и арматуры, поэтому питательная установка зачастую снабжается гидромурфтой или частотным регулятором.

Еще одним из способов регулировки производительности питательного

насоса является замена электродвигателя на турбопривод. Для ТЭЦ с параметрами острого пара 30-140 кгс/см² характерно наличие турбин типа ПТ и Р, позволяющих получить пар давлением 6-13 кгс/см² на производственные нужды сторонних потребителей.

В настоящее время, как правило, из-за снижения потребности в паре такие турбины недогружены. В этой связи при решении проблемы увеличения тепловой и электрической нагрузки ТЭЦ целесообразно использовать взамен электропривода питательного насоса турбину (турбопривод), пар на которую будет поступать из коллектора 6-13 или 30 кгс/см², а отработанный пар подаваться в теплофикационный коллектор 1,2-2,5 кгс/см².

Такое техническое решение экономически выгодно, т.к. кроме дополнительной выработки электроэнергии (за счет загрузки турбин) и снижения потребления электроэнергии на собственные нужды (за счет замены электропривода питательных насосов на турбопривод) ТЭЦ получит возможность отпускать дополнительное количество тепла внешним потребителям (за счет отработанного пара приводных турбин насосов). Кроме того, турбопривод позволяет наиболее экономично регулировать производительность питательного насоса путем повышения и понижения частоты вращения ротора насоса.

3 Анализ схемы включения питательных насосов и турбопривода на ТЭЦ

3.1 Схемы включения питательного насоса

В процессе замены электродвигателя питательного насоса установленного на Кемеровской ТЭЦ турбоприводом предполагается разобраться имеется ли экономическая выгода в выполнении данной работы.

Как ранее было описано Кемеровская ТЭЦ является станцией с поперечными связями и руководствуясь этим выбираем один из насосов на котором произведем замену электродвигателя на турбину. Выбираем насос ПЭ 65-53 стационарный № 4А, характеристики указаны в Таблице 1. По заданию для уменьшения стоимости модернизации монтаж производится на существующий фундамент, подводящие паропроводы монтируются с отметки 7,17 метра от парового коллектора на отметку 0,12 метра, где расположен питательный насос. Схема питательной воды приведена в приложении «А».

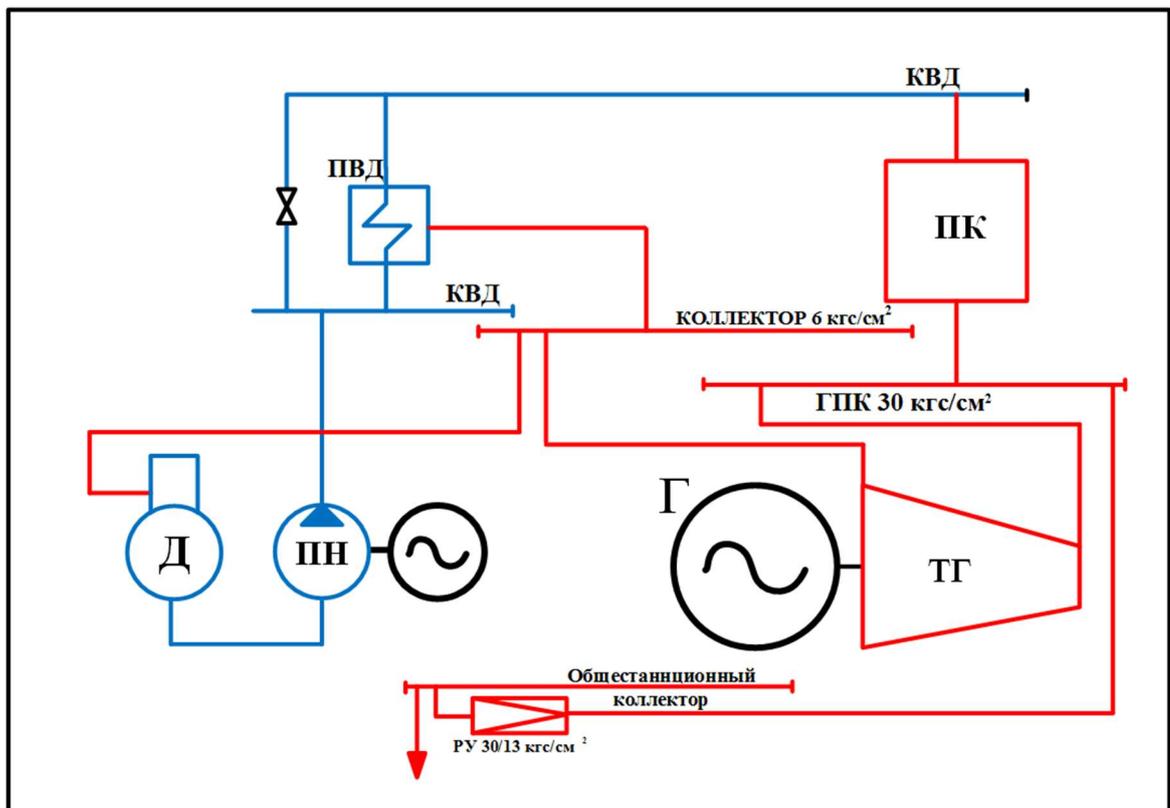


Рисунок 2 - Схема включения питательного насоса с электроприводом.

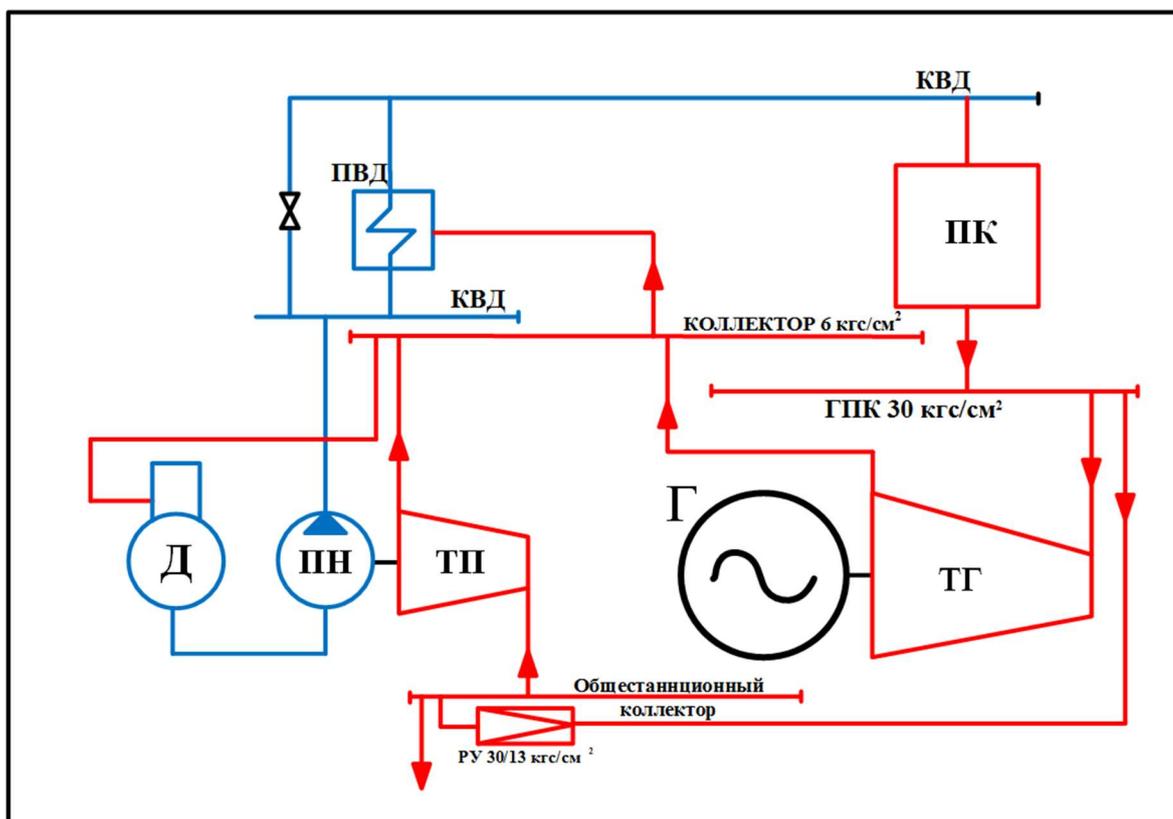


Рисунок 3 - Схема включения питательного насоса с турбоприводом.

На рисунке 2 изображена схема включения питательного насоса использующего в качестве привода электродвигатель, а на рисунке 3 на том же насосе мы используем в качестве приводного механизма турбопривод. Пар на турбину поступает с главного парового коллектора, пройдя проточную часть турбопривода, конденсируется в теплообменном аппарате и конденсат поступает в бак низких точек, из которого конденсатным насосом подается в деаэратор. С деаэратора питательная вода поступает на всас питательного насоса, где происходит повышение ее давления до номинальных параметров и подается в подогреватель высокого давления, где нагревается. Предназначенная для подогрева вода подаётся в трубы теплообменника. Пар используемый для подогрева питательной воды с коллектора 6 кгс/см² через пароподводящий патрубок поступает в межтрубное пространство и конденсируется. Конденсат накапливается в нижней эллиптической части корпуса, и отводится через регулирующий клапан в деаэратор. Питательная вода пройдя подогреватель высокого давления поступает барабанный котел. В

котле питательная вода нагревается и впоследствии превращается в перегретый пар и подается в коллектор высокого давления.

3.2 Конструкция турбопривода

Турбопривод представляет собой одноцилиндровую турбину, монтируемую на существующую фундаментную раму насосного агрегата в пределах компоновки электродвигателя, как показано на рисунке 4. Весовая нагрузка от турбопривода не превышает значения весовой нагрузки замещаемого электродвигателя. Параметры работы турбопривода приведены в таблице.

Цилиндр турбины - сварной, имеет горизонтальный разъем, опирается двумя лапами на переднюю опору и двумя лапами на заднюю опору. Ротор турбины (жесткий) опирается на два опорных подшипника. В задней опоре также расположен упорный подшипник. На вал турбины насаживается колесо с рабочими лопатками. Сопловой аппарат состоит из двух половин с наборными лопатками и центрируется по расточке цилиндра. Лопатки соплового аппарата спроектированы с высокоэффективным профилем, разработанным для сверхзвуковых течений и имеющим минимальные потери на переменных режимах и обеспечивающим высокий КПД проточной части. В корневой части соплового аппарата выполнено лабиринтное уплотнение по рабочему колесу.

Направляющий аппарат состоит из двух половин с наборными лопатками и устанавливается в верхней и нижней половинах цилиндра. Лопатки направляющего аппарата имеют цельнофрезерованную хвостовую и бандажную части, с осевыми и радиальными лабиринтными уплотнениями.

Парораспределение турбины дроссельное. Перед турбиной последовательно установлены стопорный и регулирующий клапаны, рисунок 4.

Вместо зубчатой муфты, соединяющей роторы насоса и электродвигателя, устанавливается упругая кулачковая муфта. Данная муфта имеет ряд преимуществ:

- 1) Высокие компенсирующие свойства, снижающие нагрузки на опоры и роторные детали;

- 2) Минимальные осевые нагрузки;
- 3) Повышенный ресурс работы;
- 4) Отсутствие масла для смазки зубьев.

При проведении реконструкции питательной электроустановки с установкой турбопривода осуществляется замена штатной системы автоматики и КИП насосного агрегата на единую электронную систему регулирования. Основной функцией системы регулирования является поддержание заданной величины давления питательной воды за насосом путем изменения числа оборотов.

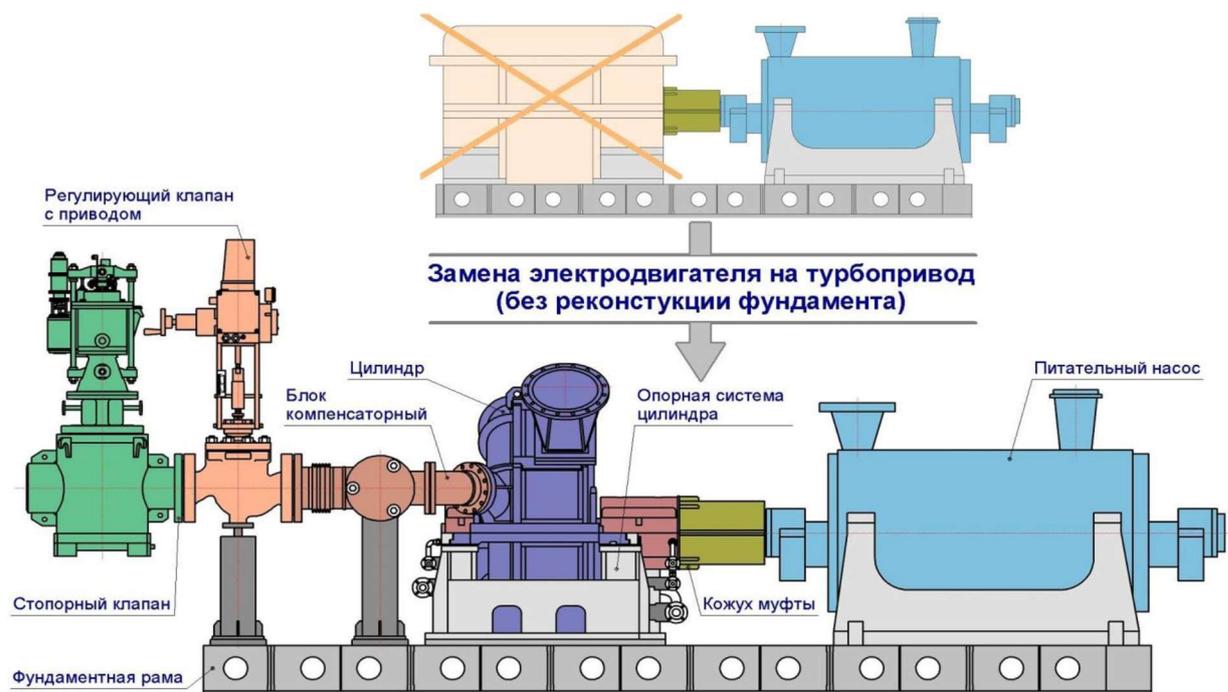


Рисунок 4 – Компоновка турбопривода на имеющемся фундаменте.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б12	Казачук Сергей Васильевич

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

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>1. Замена электродвигателя питательного насоса турбоприводом на Кемеровской ТЭЦ Прочие расходы. Проектировщик – инженер Руководитель – доцент</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>2. Принять на основании произведенных расчетов и из анализа отчетов объекта исследования.</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>3. Отчисления на социальные нужды - 30%. Районный коэффициент – 30%.</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>1. Перечень работ и оценка времени их выполнения. 2. Расчёт затрат на проектирование. 3. Анализ капитальных вложений и изменения эксплуатационных затрат при модернизации схемы.</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>4. Эксплуатационные расходы. Расчет себестоимости.</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>5. Оценка экономической эффективности.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры менеджмента	Кузьмина Наталья Геннадьевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б12	Казачук Сергей Васильевич		

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Расчет затрат и договорной цены на проектирование и проведение ВКР

Расчет затрат по запланированным работам осуществляется в форме сметной калькуляции, для расчета которой должны быть использованы действующие рыночные цены.

Перечень работ и оценка времени их выполнения

Наименование работ	Время для выполнения задания в днях	
	Инженер	Руководитель
1. Составление и выдача задания	1	1
2. Сбор информации по объекту модернизации и ее анализ.	7	
2.1 Характеристика оборудования установленного на ТЭЦ являющегося объектом модернизации (питательные насосы).	2	
2.2 Анализ схемы включения питательных насосов и турбопривода на ТЭЦ.	3	
2.3 Расчет характеристик питательного насоса с турбоприводом.	6	
2.4 Расчет и проектирование турбопривода.	8	
2.5 Выбор турбопривода.	1	
3. Финансовый менеджмент.	3	
4. Социальная ответственность.	3	
5. Консультации с руководителем	2	2
6. Оформление отчета	4	
7. Проверка исправлений и замечаний и утверждение ВКР руководителем	1	1
Итого	41	4

6.1.1 Расчет сметы затрат на разработку проекта

Затраты на проект:

$$K_{np} = I_{mat} + I_{ам} + I_{зн} + I_{со} + I_{np} + I_{np} , \quad (65)$$

где I_{mat} – материальные затраты, руб.;

$I_{ам}$ – затраты на амортизацию, руб.;

$I_{зн}$ – затраты на заработанную плату, руб.;

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

I_{np} – прочие затраты, руб.;

I_{np} – накладные расходы, руб.

6.1.2 Материальные затраты при проведении работы

В ходе работы была истрачена бумага формата А-4 и А-1 для принтеров, краска для принтера, канцелярские товары.

Материальные затраты принимаем 1100руб.

6.1.3 Амортизация основных фондов и нематериальных актив

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер, ноутбук) и печатающее устройство (принтер), данные приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Амортизация основных фондов

Вид техники	Кол-во	Стоимость техники, $C_{к.т}$	Норма амортизации, $T_{ам}$	Затраты на амортизацию, $I_{ам}$
Компьютер	1	45000руб.	20%	1010,9руб.
Ноутбук	1	32000руб.	20%	718,9руб.
Принтер	1	5000руб.	20%	112 руб.

Амортизационные отчисления найдем по формуле:

$$I_{ам} = \frac{T_{исп.к.т}}{T_{ккал.дней}} \cdot C_{к.т} \cdot \frac{1}{T_{ам}} , \quad (66)$$

где $C_{к.т}$ - цена компьютерной техники;

$T_{ам}$ - срок службы, $T_{ам} = 5$ лет;

T - время использования основных фондов (в днях).

$$I_{ам} = \frac{T_{исп.к.т}}{T_{ккал.дней}} \cdot Ц_{к.т} \cdot \frac{1}{T_{ам}} = \frac{41}{365} \cdot 45000 \cdot \frac{1}{5} = 1010,9 \text{ рублей},$$

$$I_{ам.ноут} = \frac{T_{исп.к.т}}{T_{ккал.дней}} \cdot Ц_{к.т} \cdot \frac{1}{T_{ам}} = \frac{41}{365} \cdot 32000 \cdot \frac{1}{5} = 718,9 \text{ рублей},$$

$$I_{ам.принт} = \frac{T_{исп.к.т}}{T_{ккал.дней}} \cdot Ц_{к.т} \cdot \frac{1}{T_{ам}} = \frac{41}{365} \cdot 5000 \cdot \frac{1}{5} = 112 \text{ рублей}.$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$\begin{aligned} \sum I_{ам.осн} &= I_{ам.комп} + I_{ам.ноут} + I_{ам.принт} = \\ &= 1010,9 + 718,9 + 112 = 1841,8 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (67)$$

6.1.4 Расчет фактической заработной платы

Фактическая заработная плата рассчитывается по формуле:

$$I_{факт.ЗП} = \frac{I_{мес.ЗП}}{T} \cdot n, \quad (68)$$

где T – число рабочих дней в месяце, $T = 21$ день;

n – количество фактически затраченных дней, для инженера $n = 41$ день, для руководителя $n = 4$ дня.

6.1.5 Расчет заработной платы инженера и руководителя за месяц

Заработная плата инженера за месяц:

$$I_{мес.ЗПин} = ЗП_{ин} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (69)$$

где $ЗП_{ин}$ – должностной оклад инженера, $ЗП_{ин} = 14500$ рублей;

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

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

$$I_{мес.ЗПин} = 14500 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 20750 \text{ рублей}.$$

Заработная плата руководителя за месяц:

$$I_{мес.ЗПрук} = (ЗП_{рук} \cdot K_1 + Д) \cdot K_2, \quad (70)$$

где $Д$ – доплата за интенсивность труда, $Д = 2200$ рублей;

$ЗП_{рук}$ – должностной оклад руководителя (доцент), $ЗП_{рук} = 23300$ рублей.

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

6.1.6 Расчет фактической заработной платы:

$$I_{\text{факт.ЗПинж.}} = \frac{I_{\text{мес.ЗПинж.}}}{T} \cdot n \cdot \frac{20750}{21} \cdot 41 = 40512 \text{ рублей}, \quad (71)$$

$$I_{\text{факт.ЗПрук.}} = \frac{I_{\text{мес.ЗПрук.}}}{T} \cdot n = \frac{36179}{21} \cdot 4 = 6891 \text{ рублей}. \quad (72)$$

6.1.7 Расчет фонда заработной платы руководителя инженера:

$$\Phi ЗП = I_{\text{факт.ЗП.инж.}} \cdot I_{\text{факт.ЗП.рук.}}, \quad (73)$$

где $\Phi ЗП$ – фонд заработной платы.

$$\Phi ЗП = 50512 + 6891 = 47403 \text{ рублей}.$$

6.1.8 Социальные отчисления

Социальные отчисления рассчитываются как 30% от затрат на оплату труда (ФЗД):

$$I_{\text{соц.}} = 30\% \cdot \Phi ЗП, \quad (74)$$

$$I_{\text{соц.}} = 0,3 \cdot 47403 = 14220,9 \text{ рублей}.$$

6.1.8 Прочие затраты

Прочие затраты это 10% от суммы всех предыдущих затрат.

$$\begin{aligned} I_{\text{пр}} &= 10\% \cdot (I_{\text{мат}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{ЗП}} + I_{\text{соц.}}) = \\ &= 0,1 \cdot (1100 + 1841,8 + 47403 + 14220,9) = 7769 \text{ рублей}. \end{aligned} \quad (75)$$

6.1.9 Накладные расходы

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

$$I_{\text{НР}} = 2 \cdot \sum I_{\text{ЗП}} = 2 \cdot 47403 = 94806 \text{ рублей}. \quad (76)$$

6.1.10 Затраты на расчет проекта:

$$\begin{aligned} K_{\text{пр}} &= I_{\text{мат}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{эн}} + I_{\text{со}} + I_{\text{пр}} + I_{\text{НР}} = \\ &= 1100 + 1841,8 + 47403 + 14220,9 + 7769 + 94806 = 167141 \text{ рублей}. \end{aligned}$$

6.2 Анализ капитальных вложений и изменения эксплуатационных затрат при модернизации схемы.

6.2.1 Техничко-экономическое обоснование замены электродвигателя питательного насоса сводится к определению величины и капитальных затрат на их сооружение и определение срока окупаемости.

Капитальные затраты на установку турбопривода на питательный насос складывается из стоимости турбопривода, вспомогательного оборудования и расходов на его монтаж:

$$K_{И} = K_1 + K_2 + K_3 \cdot K_1, \quad (77)$$

K_1 - стоимость турбопривода питательного насоса ПЭ 65-53,

$K_1 = 15$ млн. рублей;

K_2 – стоимость вспомогательного оборудования, $K_2 = 4$ млн. рублей (стоимость оборудования принята, по прайсу ОАО «Калужский Турбинный Завод»).

K_3 – расход на монтаж и трубопроводы принимаем в размере 30 % от стоимости турбопривода, таким образом капитальные затраты составляют:

$$K_{И} = K_1 + K_2 + K_3 \cdot K_1, \quad (78)$$

$$K_{И} = K_1 + K_2 + K_3 \cdot K_1 = 15 + 4 + 0,3 \cdot 16 = 28,8 \text{ млн. рублей.}$$

Прибыль полученная от экономии электроэнергии на собственные нужды при замене электродвигателя питательного насоса ПЭ 65-53 на турбопривод.

6.2.2 Количество часов работы питательного насоса с турбоприводом с учетом планово предупредительного ремонта составляет 8000 часов в год:

$$B_{\text{выр}} = N_{\text{Э}} \cdot Ц_{\text{Э}} \cdot T, \quad (79)$$

где $Ц_{\text{Э}}$ - тарифная ставка на электрическую энергию руб./кВт·ч,

$Ц_{\text{Э}} = 2,3$ руб/кВт ч;

T - число часов использования установленной мощности в год.

$N_{\text{Э}}$ - мощность электродвигателя, кВт.

$$B_{\text{выр}} = N_{\text{Э}} \cdot Ц_{\text{Э}} \cdot T = 315 \cdot 2,3 \cdot 8000 = 5,786 \text{ млн. рублей.}$$

6.2.3 Амортизационные отчисления:

$$I_{ам} = H_{ам} \cdot K_{И}, \quad (80)$$

где $H_{ам}$ - коэффициент амортизационных отчислений, $H_{ам} = 0,06$.

$$I_{ам} = H_{ам} \cdot K_{И} = 0,06 \cdot 23,8 = 1,428 \text{ млн. рублей.}$$

6.2.4 Затраты на обслуживание:

$$I_{об} = I_{ам} \cdot H_{об}, \quad (81)$$

где $H_{об}$ – коэффициент амортизационных отчислений на обслуживание, равен 10% от амортизационных отчислений.

$$I_{об} = I_{ам} \cdot H_{об} = 1,428 \cdot 0,1 = 0,1428 \text{ млн. рублей.}$$

6.2.5 Расчет прибыли от замены электропривода питательного насоса ПЭ 65-53, получаемой за один год:

$$П_{пр} = B_{выр} - I_{ам} - I_{об} = 5,786 - 1,428 - 0,1428 = 4,2152 \text{ млн. рублей.} \quad (82)$$

6.2.6 Определение срока окупаемости проекта модернизации по замене электродвигателя питательного насоса на турбопривод:

$$T_{ок} = \frac{K_{И}}{П_{пр}} = \frac{23,8}{4,2152} = 5,6 \text{ года.} \quad (83)$$

Таким образом, на основании выполненных расчетов можно сделать вывод, что замена электродвигателя питательного насоса ПЭ 65-53 на турбопривод, даёт прибыль на 4,2152 млн. руб. в год и приведет к окупаемости модернизации через 5 лет и 6 месяцев.