

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

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

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РЕКОНСТРУКЦИЯ ТОМСКОЙ ГРЭС-2 С ЗАМЕНОЙ ТУРБОАГРЕГАТА СТ. №5, ОТРАБОТАВШЕГО ПАРКОВЫЙ РЕСУРС

УДК 621.311.21:002.5:621.165-048.35(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6302	ЯГОВКИН Константин Николаевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры АТЭС	Беляев Л. А.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	А.А. Фигурко	К.Э.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

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

По разделу «Автоматизация технологических процессов и производств»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель ка- федры автоматизации тепло- энергетических про- цессов	Ю.К.Атрошенко	—		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель ка- федры атомных и теп- ловых электростанций	М.А.Вагнер	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

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

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

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломного проекта

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-6302	ЯГОВКИНУ Константину Николаевичу

Тема работы:

**Реконструкция Томской ГРЭС-2 с заменой турбоагрегата ст. № 5, отработавшего
парковый ресурс.**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№2892/С от 10.04.2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:

1 июня 2016 года

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Цель проекта: реконструкция Томской ГРЭС-2 с целью обеспечения надежного энергоснабжения г. Томска. Исходные данные: <ul style="list-style-type: none">• характеристики оборудования и перспективные графики нагрузки Томской ГРЭС-2;• материалы научно-технической и технической литературы.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none">1. Введение2. Характеристика оборудования Томской ГРЭС-2. Существующие и перспективные графики нагрузки. Балансы пара, электрической и тепловой нагрузок.3. Выбор варианта реконструкции турбинного отделения.4. Расчёт тепловой схемы паротурбинной установки на характерные нагрузки.

	<ol style="list-style-type: none"> 5. Выбор вспомогательного оборудования паротурбинной установки. 6. Расчет паропровода острого пара. 7. Автоматизация поддержания уровня в конденсаторе паровой турбины. 8. Раздел социальной ответственности. 9. Раздел финансового менеджмента. 10. Заключение
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Тепловая схема ГРЭС. 2. Полная тепловая схема паротурбинной установки. 3. Компоновка оборудования машзала в месте установки турбоагрегата – 2 листа. 4. Трассировка паропровода отборного пара. 5. Схема поддержания уровня в конденсаторе.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Фигурко А.А., доцент кафедры менеджмента
Социальная ответственность	Сечин А.А., доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
Автоматизация технологических процессов	Атрошенко Ю.К. ст. преподаватель кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	25 декабря 2015 года
---	-----------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АТЭС	Беляев С. А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6302	Яговкин Константин Николаевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа З-6302	ФИО Яговкину Константину Николаевичу
-------------------------	--

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ опасных и вредных факторов 2. Разработка решений по технике безопасности 3. Условия труда при работе в теплосиловых цехах ГРЭС 4. Обеспечение электробезопасности
<p><i>2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>3. Охрана окружающей среды</p> <ul style="list-style-type: none"> - Выбросы вредных веществ в атмосферу - Сбросы загрязняющих веществ в водные объекты - Обеспечение экологической безопасности
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>4. Обеспечение пожаробезопасности</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>5. Производство работ в соответствии с ГОСТ</p> <ul style="list-style-type: none"> - Требования к рабочему месту
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	<p>График работоспособности в течение рабочего дня</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	29.02.16
--	----------

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.А.Сечин	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6302	Яговкин Константин Николаевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-6302	Яговкину Константину Николаевичу

Институт	ИНЭО	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	инженер	Направление/специальность	Тепловые электрические станции

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

<i>1. Стоимость ресурсов анализируемого проекта: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных затрат и оборудования</i>
<i>2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления на социальные нужды и амортизационные отчисления</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка эффективности внедрения результатов проектирования</i>	
<i>2. Расчет чистого дисконтированного дохода, периода окупаемости и ВНД</i>	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<i>1. График ВНД</i>	
<i>2. Расчет срока окупаемости</i>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. менеджмента	Фигурко А.А.	к. э. н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6302	Яговкин Константин Николаевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 102 стр., 15 рисунков, 37 таблиц, 10 источников, 0 приложений, 6 л. графического материала.

Ключевые слова: РЕКОНСТРУКЦИЯ, ЗАМЕНА, ТУРБОАГРЕГАТ, ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ, Т-50-8,8.

Цель работы – выполнить оценку возможной реконструкции турбоагрегата ст. №5 Томской ГРЭС-2. Проект выполняется для восстановления тепловой и электрической мощности станции в связи с необходимостью вывода из эксплуатации устаревшего оборудования.

В процессе выполнения работы был произведен выбор варианта реконструкции, произведён расчёт на характерные нагрузки, выбор вспомогательного оборудования, расчёт паропровода, а также выполнены компоновочные решения для данного проекта.

Полученные результаты расчета показали возможность замены турбоагрегата, а также экономическую целесообразность применения этой реконструкции.

Эффективность реконструкции заключается в увеличении выработки электроэнергии на тепловом потреблении, а также в увеличении установленной тепловой и электрической мощностей.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007, шрифтом TimesNewRoman 14 через 1,5 интервала. Для оптимизации расчётов использовался программный продукт Microsoft Excel 2007 с подключением функций библиотек программы для расчёта свойств воды и водяного пара WaterSteamPro 6.0. Для выполнения графической части работы использовался программный комплекс АСКОН КОМПАС-3D v. 16.1.

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						7
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. Характеристика оборудования Томской ГРЭС-2. Существующие и перспективные графики нагрузок. Балансы пара, электрической и тепловой нагрузок.....	12
2. Выбор варианта реконструкции турбинного отделения.....	19
3. Расчёт тепловой схемы паротурбинной установки на характерные нагрузки.....	21
3.1. Расчёт тепловой схемы на конденсационный режим.....	21
3.2. Определение давлений в отборах турбины на переменных режимах работы.....	31
3.3. Расчёт тепловой схемы на номинальный режим.....	36
3.4. Расчёт тепловой схемы на режим с минимальной температурой наружного воздуха.....	43
3.5. Расчёт тепловой схемы на максимальный теплофикационный режим.....	50
3.6. Анализ результатов расчёта тепловых схем.....	57
3.7. Расчёт технико-экономических показателей.....	58
4. Расчёт паропровода отборного пара.....	61
5. Выбор вспомогательного оборудования паротурбинной установки.....	67
6. Автоматизация поддержания уровня в конденсаторе паровой турбины ...	69
7. Социальная ответственность.....	79
8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	101
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	102

Приложение А ФЮРА.421000.006 С1 Заказная спецификация к автоматической системе регулирования уровня в конденсаторе.

Перечень графического материала:

ФЮРА.311014.002 Т3 Тепловая схема ГРЭС–2

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

ФЮРА.311014.003 ТЗ Полная тепловая схема турбоустановки Т-50-60-8,8

ФЮРА.311014.004 ГЧ Паропровод отбора пара на ПСНГ-1

ФЮРА.311014.005 МЧ План на отметке 7,000 м

ФЮРА.311014.006 МЧ План под отметкой 7,000 м

ФЮРА.421000.006 С2 Функциональная схема АСР уровня в конденсаторе

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						9
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Список используемых сокращений:

ГРЭС – государственная районная электростанция;

ТЭЦ – тепловая электроцентраль;

ТЭС – тепловая электрическая станция;

ТГ – турбогенератор;

КПД – коэффициент полезного действия;

ЦВД – цилиндр высокого давления;

ЦНД – цилиндр низкого давления;

ПВД – подогреватель высокого давления;

ПНД – подогреватель низкого давления;

ПСГ – Подогреватель сетевой горизонтальный;

ВСП – верхний сетевой подогреватель;

НСП – нижний сетевой подогреватель;

ПБ – пиковый бойлер;

ОК – основной конденсат;

ПВ – питательная вода;

ОУ – охладитель уплотнений;

ОЭ – охладитель эжекторов;

РОУ – редуцирующее охлаждающее устройство;

БРОУ – быстродействующее редуцирующее охлаждающее устройство.

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

ВВЕДЕНИЕ

Российская энергетика в целом, и многие тепловые электрические станции в частности, берут своё начало еще со времён СССР. С течением времени мощность, как тепловая, так и электрическая, необходимая потребителям, постоянно росла. В ответ на это вводилось в эксплуатацию новое оборудование, но вопрос «что делать с оборудованием, выработавшим свой ресурс» до сих пор остается актуальным и индивидуальным для каждой генерирующей компании.

При рассмотрении данного вопроса необходимо учитывать множество факторов, таких как избыток или нехватка тепловых и электрических мощностей в регионе (будет ли востребовано потребителями реконструированное оборудование), а также экономические факторы, напрямую влияющие на срок окупаемости проекта, как то удельные расходы топлива на выработку энергии и цена топлива.

В данном проекте представлены данные, позволяющие оценить возможность реконструкции одной из паротурбинных установок Томской ГРЭС-2 путём ее замены на новую.

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

1. Характеристика оборудования Томской ГРЭС-2. Существующие и перспективные графики нагрузок. Балансы пара, электрической и тепловой нагрузок

Основными источниками энергосистемы Томской области являются электростанции Томская ГРЭС-2 и ТЭЦ 3 входящие в состав Томского филиала АО «Томская генерация» в составе группы ИНТЕР РАО, а также ТЭЦ СХК (699 МВт) принадлежащая ФГУП «Сибирский химический комбинат». Остальные энергетические мощности представлены объектами малой генерации предприятий нефтегазодобывающего комплекса, как правило, газотурбинными и газопоршневыми электростанциями (блок-станции), с небольшой установленной мощностью. Томская область является дефицитной по мощности и электроэнергии, прием электроэнергии из соседних регионов, объединенных энергосистем Сибири и Урала, в 2010 году составил 3,981 млрд. кВт.ч или 43% потребляемой электроэнергии. Среднегодовой темп прироста за 2010 г. по отношению к объему электропотребления в 2009 г. по Томской области составил 3,6%. [12]

Место размещения:

Томская ГРЭС-2 расположена на водоразделе реки Томи и ее правого притока - реки Ушайки в южной части города Томска. Станция является источником теплоснабжения южного и части северного районов, где проживает более половины населения города.

На Томской ГРЭС-2 производится совместное сжигание твердого и газообразного топлива. Основным видом топлива является Кузнецкий каменный уголь марки «Д» с техническими характеристиками $Q_H^P=4900$ ккал/кг, $W^r=14,5\%$, $A^r=16,5\%$.

Кроме того на электростанции сжигается природный газ Нижневартовского месторождения с теплотой сгорания $Q_H^P=8400$ ккал/кг. Мазут на электростанции используется в качестве растопочного топлива.

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

В котельном цехе находятся 10 котлоагрегатов. Котлы имеют П-образную компоновку. Котлы № 3-9 подключены к двум коллекторам пара 100 кгс/см². Котлы № 10-12 подключены к коллектору 140 кгс/см². Связь между коллекторами осуществляется с помощью РОУ 140/100. Пар по коллекторам поступает в турбинный цех на турбогенераторы и РОУ. Вода на котлы поступает по питательным трубопроводам высокого давления с параметрами $P=150$ кгс/см² и температурой 210-230 °С. Вода подается посредством питательных насосов, находящихся в турбинном цехе.

В турбинном цехе через отборы турбин и РОУ осуществляется отпуск пара потребителям с параметрами $P=10-13$ ата и $t=230-270$ °С. Сетевая вода, используемая для горячего водоснабжения и отопления, подогревается в бойлерах, на которые подается пар с меньшим потенциалом.

Установленная электрическая мощность турбоагрегатов Томской ГРЭС-2 составляет 331 МВт.

Турбина ст. № 2 Т-50/60-8,8 – турбина производства ЛМЗ с теплофикационным отбором.

Турбины ст. № 3,5 типа К-50-2М ЛМЗ перемаркированы на основании технических актов № 19, 20 от 30.10.91 в турбины типа Т-43-90, работают с теплофикационными отборами 1.8-2.5 кгс/см². Номинальная величина расхода пара в теплофикационный отбор 150 т/ч.

Турбина ст. № 6 типа ВПТ-25-3 УТМЗ с производственным и теплофикационным отборами пара.

Турбина ст. № 7 типа ПТ-60-90/13 ЛМЗ с производственным и теплофикационным отборами пара.

Турбина ст. № 8 типа Т-118/125-130-8 ЛМЗ (Ласточка) с двумя теплофикационными отборами пара. Турбина сопряжена с генератором завода «Электросила» типа ТПФ-110-2УЗ зав. № 18011 с воздушным охлаждением номинальной мощностью 110 МВт.

Суммарная тепловая мощность отборов турбин составляет 650 Гкал/ч.

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

В конденсаторе турбоустановки ст. №№2, 5, 8 осуществляется подогрев подпиточной воды теплосети до температуры 35 °С. Система циркуляционного водоснабжения - обратная с градирнями. Подпитка системы циркуляционного водоснабжения осуществляется с береговой насосной станции реки Томь.

Таблица 1 – Характеристики энергетических котлов Томской ГРЭС-2

Котлоагрегат	БКЗ-220-100-4 ст. № 3	ТП-230-2 т. №№ 4-8	БКЗ-220-100 ст. №№ 9	БКЗ-210-140 ст. № 10-12
Паропроизводительность, т/ч	220	230	220	210
Давление перегретого пара, кгс/см ²	100	100	100	140
Температура перегретого пара, °С	510	510	540	560
Паропроизводительность по пару 100 кг/см ² , 510°С, т/ч	1590			
Паропроизводительность по пару 140 кг/см ² , 560°С, т/ч				630
Паропроизводительность всего, т/ч	2220			

Таблица 2 – Балансы пара Томской ГРЭС-2

Пар по турбинам		Пар по котлам	
90 кг/см ² , 500°С	т/ч	100 кг/см ² , 510°С	т/ч
Т-50/60-8,8 ст. №2	250		
Т-43-90 ст.№ 3	270	БКЗ-220-100х2 ст.№ 3,9	440
Т-43-90 ст.№ 5	270	ТП-230-2х5 ст.№ 4-8	1150
ПТ-25-90/11 ст.№ 6	240		
ПТ-60-90/13 ст.7	397		

Продолжение таблицы 2

Итого	1427		1590
130 кг/см ² , 555°С		140 кг/см ² , 560С	
Т-118/125-130-8 ст.№ 8	525	БКЗ-210-140х3 ст.№ 10-12	630

Резерв по пару 90 кг/см², 500°С – 163 т/ч; резерв по пару 130 кг/см², 555°С – 105 т/ч; общий резерв по пару – 268 т/ч;

Таблица 3 – Характеристики паровых турбин Томской ГРЭС-2

	Т-50/60-8,8 ст. № 2	Т-43-90 ст. № 3	Т-43-90 ст. № 5	ПТ-25- 90/11 ст. № 6	ПТ-60-90/13 ст. № 7	Т-118/125- 130-8 ст. № 8
Номинальная электрическая мощность, МВт	50	43	43	25	60	(по генератору) 110
Давление свежего пара, кгс/см ²	90	90	90	90	90	130
Температура свежего пара, °С	500	500	500	500	535	555
Давление отработавшего пара, кгс/см ²	0,036	0,036	0,036	0,04	0,05	0,057
Номинальное давление в камере производственного отбора, кгс/см ²	-	-	-	10,5	13	-
Номинальное давление в камере теплофикационного отбора, кгс/см ²	1,2	2,0	2,0	1,2	1,2	1,3

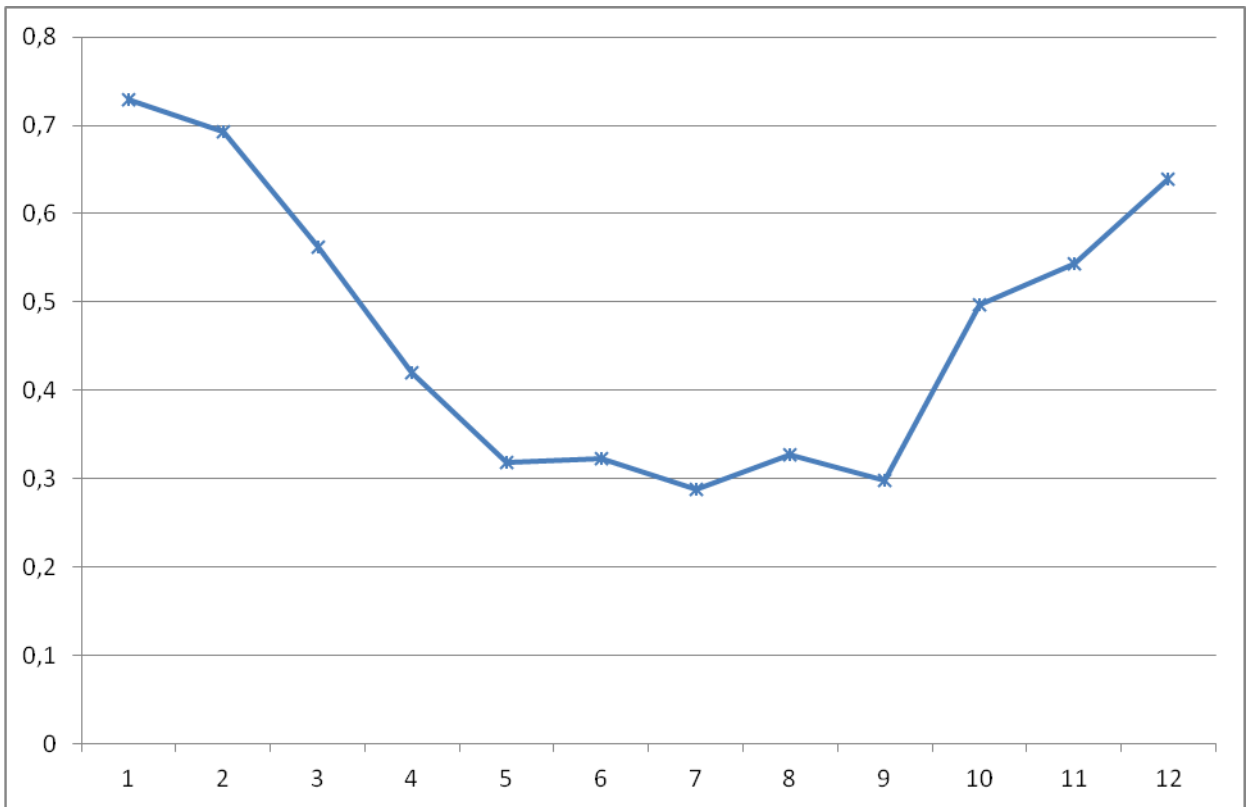


Рисунок 1 – Помесячный график использования установленной электрической мощности станции (усреднённый за 2013-2015 гг.)

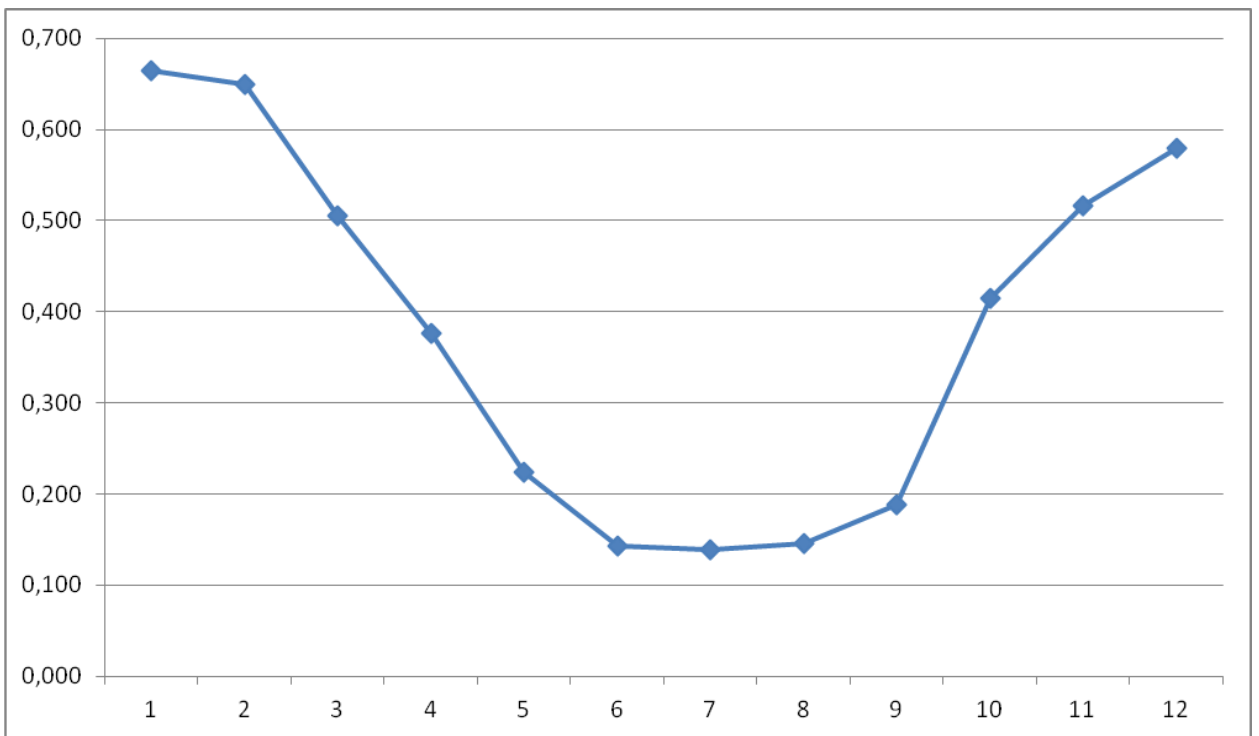


Рисунок 2 – Помесячный коэффициент использования установленной тепловой мощности отборов для станции (усреднённый за 2013-2015 гг.)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФЮРА.311014.001 ПЗ

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	

ФЮРА.311014.001 ПЗ

Лист	17
------	----

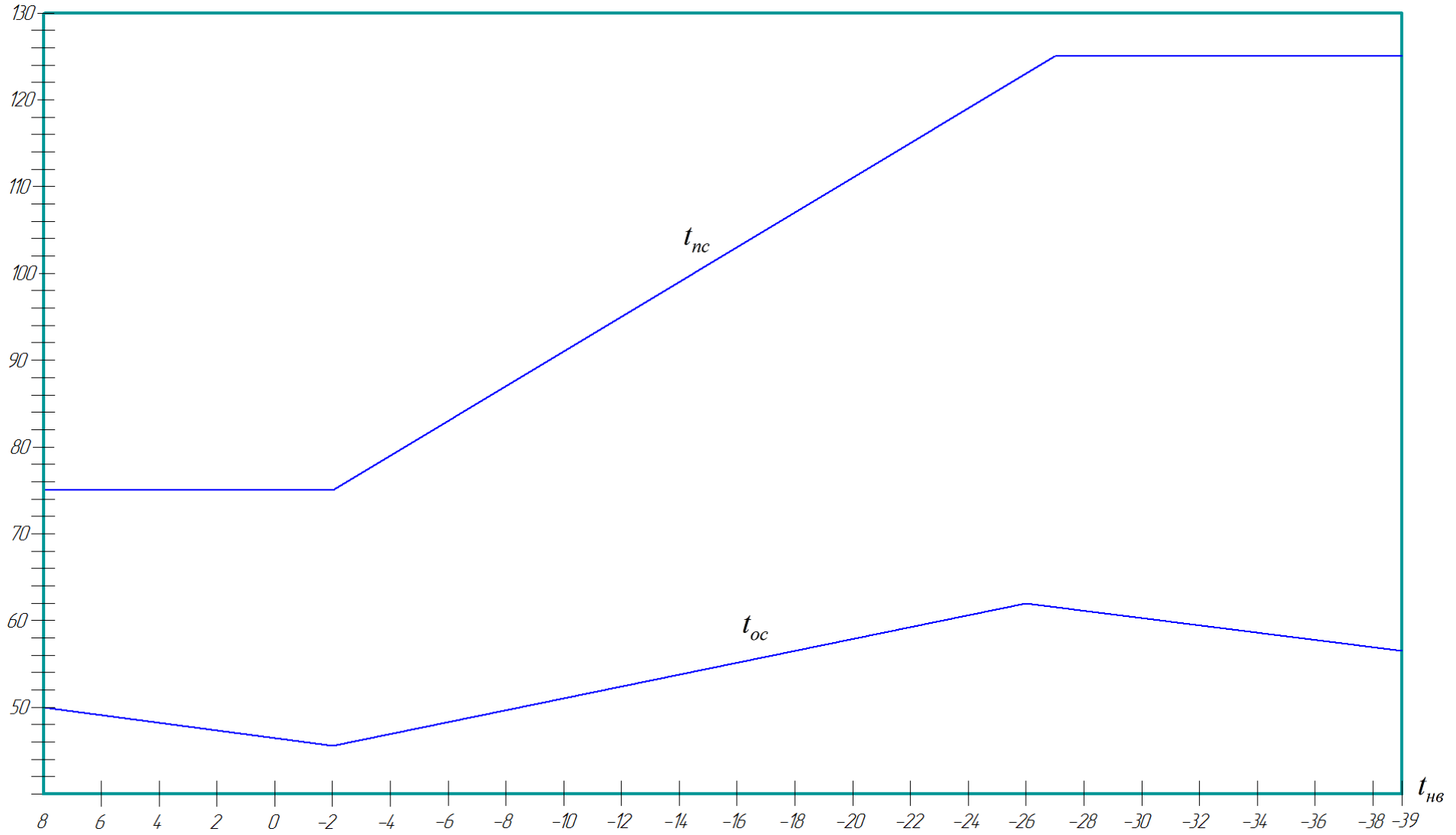


Рисунок 3 – Температурный график Томской ГРЭС-2

Таблица 4 – Нарботка оборудования Томской ГРЭС–2

Наименование оборудования	Дата ввода в эксплуатацию	Парковый ресурс, часов	Нарботка с начала эксплуатации на 01.01. 2015, часов	Назначенный парковый ресурс согласно ЭПБ, часов
<i>ТГ-2</i>	01.12.2009	270000	39844	
<i>ТГ-3</i>	20.01.1953	270000	399915	
<i>ТГ-5</i>	20.08.1958		376244	387577
<i>ТГ-6</i>	01.06.1959		358774	375000
<i>ТГ-7</i>	10.06.1960	270000	358658	
<i>ТГ-8</i>	30.12.1997	270000	118472	
К-3	30.12.1981		180828	
К-4	08.05.1953		309170	
К-5	01.11.1953		309348	
К-6	01.09.1958		311728	
К-7	30.09.1959		310431	
К-8	05.11.1960		294585	
К-9	20.10.1971		213996	
К-10	30.12.1986		141889	
К-11	30.10.1988		143886	
К-12	30.12.1994		113773	

Для турбоагрегатов ст. №3 и ст. №7 проводилась реновация, наработка после которой составила соответственно 98315 и 106185 ч.

6. Автоматизация поддержания уровня в конденсаторе паровой турбины

6.1 Краткое описание технологии работы оборудования

Конденсатор – теплообменник, в который направляется пар, отработавший в турбине. В конденсаторе пар конденсируется при соприкосновении с холодными трубками, внутри которых прокачивается охлаждающая вода. Процесс конденсации пара происходит при неизменном давлении, и, следовательно, пар, поступающий в конденсатор в насыщенном состоянии, сохраняет неизменную температуру в течение всего процесса конденсации. Для поддержания глубокого вакуума необходимо создать хорошие условия теплопередачи в конденсаторе - для этого из парового пространства конденсатора эжектором отсасываются неконденсирующиеся газы.

Среднее значение уровня воды в конденсаторе должно поддерживаться по возможности постоянным независимо от расхода пара на турбину или режима её работы. Стабилизация уровня необходима по условиям устойчивой работы конденсатных насосов и эжекторов.

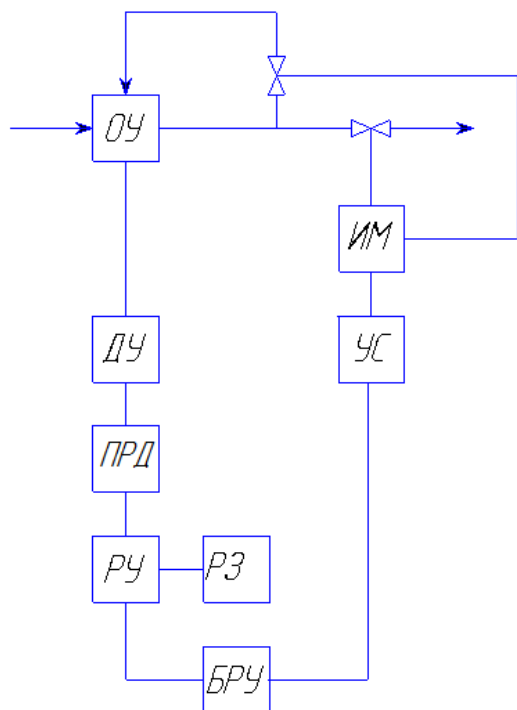


Рисунок 13 - Структурная схема системы регулирования уровня конденсата в конденсаторе
ДУ – датчик уровня; ПРД – преобразователь разности давлений; РУ – регулирующее устройство; РЗ – ручной задатчик; БРУ – блок ручного управления; УС – усилитель сигнала; ИМ – исполнительный механизм; ОУ – объект управления.

Положение уровня регулируется путем изменения производительности конденсатных насосов. Нижний предел производительности насосов задается минимальным пропуском конденсата через эжекторы и систему регенеративных подогревателей. Поэтому при малых нагрузках турбины часть конденсата с напорной стороны конденсатных насосов должна вновь сбрасываться в конденсатор. С учетом этого требования и выполняется система регулирования уровня воды в конденсаторе, структурная схема которой изображена на рисунке 13 .

Как объект регулирования уровня конденсатор представляет собой герметический сосуд с насосом на стоке. Конденсатор не обладает свойством самовыравнивания. Регулирование уровня воды осуществляется путем изменения производительности конденсатных насосов при воздействии на двухпоточный клапан (или регулятор уровня и рециркуляции в конденсатор).

При снижении уровня вследствие сброса нагрузки турбины рабочий клапан закрывается, но обеспечивает требуемый нерегулируемый пропуск воды в системе охлаждения эжекторов и регенеративных подогревателей. При дальнейшем снижении уровня начинает открываться клапан рециркуляции, поддерживая уровень воды в конденсаторе. Для удобства управления и согласованности в работе рабочий клапан и клапан рециркуляции выполнены в одном корпусе и управляются одним исполнительным механизмом.

6.2 Обзор существующих схем АСР и аппаратуры регулирования, выбор оптимальных схем регулирования, аппаратуры

Анализ выше приведенной схемы автоматизированной системы регулирования применительно к данному объекту регулирования удовлетворяет требованиям и правилам качества и надежности процесса регулирования уровня воды в конденсаторе. На этом основании оптимальной схемой регулирования уровня конденсата в конденсаторе была принята АСР, представленная на рис.13.

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Классификация автоматических регуляторов

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

В регуляторах прямого действия одновременно с измерением регулируемой величины от объекта регулирования отбирается часть энергии, которая используется для работы регулятора и воздействия на его исполнительный механизм - регулирующий орган объекта регулирования. Таким образом, к регуляторам прямого действия энергия извне не подводится.

В автоматических регуляторах непрямого действия для работы регулятора и воздействия на его исполнительный механизм подводится энергия извне.

В зависимости от используемой энергии регуляторы непрямого действия подразделяются на электрические, пневматические, гидравлические и комбинированные.

Выбор регулятора по виду используемой энергии определяется характером объекта регулирования и особенностями автоматической системы.

Электрические автоматические регуляторы применяются главным образом для регулирования на невзрывоопасных объектах, при больших расстояниях от пункта управления до объекта регулирования.

Пневматические автоматические регуляторы применяются во взрыво- и пожароопасных зонах при небольших расстояниях (до 400 м) от пункта управления до объекта регулирования.

Гидравлические регуляторы применяются во взрыво- и пожароопасных зонах, как правило, при непосредственном размещении элементов регулятора в зоне объекта регулирования.

Для автоматизации приняты электрические авторегуляторы.

Современные электрические средства автоматического регулирования разрабатываются на основе различных измерительных и регулирующих приборов, с помощью которых для конкретного технологического объекта путем набора определенных технических средств, проектируют

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71

автоматическую систему регулирования.

Ранее при автоматизации технологических процессов наиболее широкое применение находили комплексы электрических средств регулирования АКЭСР, АКЭСР-2, «Каскад», «Контур».

Комплекс технических средств АКЭСР

Комплекс включает в себя следующие группы блоков:

1) функциональные устройства (БВО - блок вычислительных операций; БНП - блок нелинейных преобразований; БСЛ-блок селектирования; БСГ-блок сигнализации; БПИ - блок прецизионного интегрирования; БДП - блок динамических преобразований);

2) регулирующие устройства (РБИ1, РБИ2, РБИ3, РБА);

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

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

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

Управление исполнительными механизмами осуществляется по сигналам импульсного регулирующего блока РБИ. Сигнал от датчика, прошедший кондуктивный разделитель, поступает на вход сумматора блока РБИ. Сигнал задания формируется задатчиком РЗД и тоже поступает на вход сумматора блока РБИ, где вместе с сигналом обратной связи ИМ формируется сигнал рассогласования. Управление объектом от РБИ может осуществляться как автоматически, так и дистанционно. Выбор режима управления осуществляется ключом блока управления БРУ-У. При автоматическом режиме сигнал рассогласования обрабатывается в формирователе закона регулирования и через ключ блока ручного управления БРУ-У, установленный в положение «А» (автоматическое), поступает на усилитель ПБР, который управляет исполнительным механизмом.

В режиме ручного управления сигнал управления формируется кнопками «Б» (больше) и «М» (меньше), встроенными в БРУ-У. Ключ выбора

					ФЮРА.311014.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

режимов при этом устанавливается в положение «Д» (дистанционное). Сигнал от датчика положения ИМ поступает на индикатор, встроенный в БРУ-У, и на вход сумматора РБИ1 - РБИЗ.

Регулирующий блок РБИ работает в комплекте с исполнительными механизмами типов МЭО-68; МЭО-К-68 и с магнитными пускателями ПБР-2-3 или ПМЕ-223.

Блоки РБИЗ-П, РБИЗ-Ш обеспечивают дистанционную аналоговую подстройку параметров.

При построении схем управления с аналоговым регулирующим блоком РБА рекомендуется унифицированный токовый сигнал 0-5 мА, пропорциональный параметру, подавать на вход блока кондуктивного разделения БКР1; далее с этого блока сигнал 0 - 10 В подается на вход РБА. Для установки задания используется задатчик РЗД, сигнал которого 0 - 10 В также поступает на блок РБА.

Унифицированный токовый сигнал с выхода блока РБА поступает через блок ручного управления БРУ-У в схему исполнительного устройства системы регулирования.

Комплекс технических средств АКЭСР-2

Аппаратура комплекса АКЭСР-2 имеет более широкие функциональные возможности.

Комплекс АКЭСР-2 включает в себя:

1) функциональные устройства (БДС - блок динамической связи, БСД - блок суммирования и демпфирования, БСС - блок суммирования и сигнализации, БВО-2 - блок вычислительных операций, БНП-2 - блок нелинейных преобразований, БСЛ-2 - блок селектирования);

2) регулирующие устройства РП4-У, РП4-П, РП4-Т;

3) устройства оперативного управления (БРУ-22, БРУ-32, БРУ-42 -блоки ручного управления; БЗИ - блок задатчика интегрирующего; РЗД-12, РЗД-22 - ручные задатчики). Блоки АКЭСР-2 многофункциональные.

В АСР, реализованных с использованием блоков системы АКЭСР-2,

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

сигнал от датчика поступает на вход регулирующего прибора. Сигнал задания формируется задатчиком РЗД и тоже поступает на вход РП4, где вместе с сигналом обратной связи ИМ формируется сигнал рассогласования. Управление объектом от РП4 может осуществляться как автоматически, так и дистанционно. Переключение это осуществляется ключом выбора режимов блока управления БРУ-42. В автоматическом режиме сигнал рассогласования обрабатывается в РП4 в соответствии с законом регулирования и через ключ блока ручного управления БРУ-42, установленный в положение «А» (автоматическое), поступает на усилитель ГТБР-2М, который управляет исполнительным механизмом МЭО.

В режиме ручного управления сигнал формируется путем нажатия кнопок «Б» (больше) и «М» (меньше), встроенных в БРУ-42. Сигнал от датчика положения ИМ поступает на индикатор, встроенный в БРУ-42.

Автоматические системы с законом ПИ-регулирования реализуются с применением только регулирующего прибора РП4.

При введении в АСР жесткой обратной связи по положению выходного вала ИМ регулирующей прибор РП4 обеспечивает формирование закона П-регулирования.

Блоки системы АКЭСР-2 позволяют выполнять АСР с безударным переключением системы с режима ручного управления на автоматический. Для этой цели при переключении на заданное значение параметра используется блок БДС, на который при ручном управлении подается сигнал с регулятора РП4. В автоматическом режиме этот сигнал отключается. При необходимости переключения на текущее значение параметра используется блок БЗИ, который работает в режиме управляющего задатчика. Ручное управление БЗИ осуществляется от своего БРУ.

Комплекс технических средств «Каскад».

Комплекс технических средств «Каскад» состоит из функциональных и регулирующих блоков, позволяющих агрегировать автоматические системы регулирования для автоматизации различных технологических процессов.

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Комплекс состоит из отдельных блоков, выполняющих различные функции.

Устройство оперативного управления системы состоит:

1) устройство задающее потенциометрическое ЗУ-11. Устройство предназначено для оперативного изменения заданного значения регулируемой величины с пульта управления. Представляет собой переменный резистор со шкалой. Используется в комплекте с измерительным блоком И-04, имеющим специальный вход для подключения ЗУ-11. Применяется в том случае, если не требуется распределение сигнала задания нескольким потребителям и если измерительный блок И-04 удален от задатчика не более чем на 100м.

2) устройство задающее токовое ЗУ-05. Токовой задатчик ЗУ-05 обеспечивает формирование задания в виде унифицированного токового сигнала 0-5мА с ручным управлением, применяется в тех случаях, когда в системе регулирования отсутствует измерительный блок, требуется распределение сигнала задания нескольким потребителям, когда линия связи превышает 100м, а также в качестве источника сигнала смещения.

3) блок управления аналогового регулятора БУ-12. Блок предназначен для безударного переключения выходных цепей аналогового регулирующего блока Р-12 с автоматического управления на ручное и обратно, а также для ручного управления током нагрузки с помощью встроенного токового задатчика.

4) блок управления релейного регулятора БУ-21. Блок позволяет реализовать следующие функции: переключение цепей управления исполнительным механизмом постоянной скорости при работе его в комплекте с релейным регулирующим блоком Р-21 с возможностью установки трех режимов: автоматического управления (А), ручного управления (Р) и внешнего (В).

Ручное дистанционное управление исполнительным механизмом с помощью кнопок <Меньше-Больше> в режиме Р.

Световую сигнализацию срабатывания релейного регулирующего блока

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

двумя индикаторами лампочками с кнопкой включения индикации <И>.

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

Основной частью термопреобразователя сопротивления является чувствительный элемент.

Приборы «Протар».

Приборы могут использоваться в режиме свободно программируемого потребителем алгоритма или в режиме жесткой структуры, сформированной изготовителем и пригодной для решения наиболее распространенных задач, выполняемых в настоящее время блоками комплекса «КАСКАД 2» и аналогичных комплексов.

Многофункциональность и свободная программируемость приборов позволяют не только заменить несколько (в среднем 4-6 в различных сочетаниях) приборов комплекса «КАСКАД 2» на один прибор ПРОТАР, но и во многих случаях существенно усовершенствовать алгоритмы управления по сравнению используемыми сегодня. Приборы имеют высокую точность установки и воспроизводимость параметров настройки.

Приборы ориентированы на работу в комплекте с серийно выпускаемыми датчиками технологических параметров с выходными сигналами постоянного тока или напряжения. Прибор управляет исполнительным устройством, рассчитанным на управление импульсным или аналоговым сигналом. Имеется возможность реализации на базе одного прибора двухканального или каскадного регуляторов.

Выбор аппаратуры.

При разработке раздела дипломной работы “АСР уровня в конденсаторе” выбраны следующие средства контроля и регулирования:

1) В качестве регулирующего устройства выбран прибор Протар-120, изготовитель ОАО «МЗТА», г. Москва.

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

2) В качестве устройства оперативного управления выбран блок БУ-21, изготовитель ООО «Волжский Электроконтакт», г. Чебоксары.

3) Сосуд уравнильный СУ-6,3-2-А, завод изготовитель ЗАО «Манометр Сервис» г.Москва.

4) Преобразователь разности давлений Метран-150, изготовитель ПГ «Метран», г. Челябинск.

5) Пускатель ПБР-3А, изготовитель ООО «Волжский Электроконтакт», г. Чебоксары.

6) Механизм исполнительный МЭО-250, изготовитель ООО «Волжский Электроконтакт», г. Чебоксары.

7) Ручной задатчик ЗУ-11, изготовитель ООО «Волжский Электроконтакт», г. Чебоксары.

8) Вторичный прибор КП-1М-231, завод изготовитель ООО «Теплоприбор-Юнит», г. Челябинск.

9) Указатель положения дистанционный М 42300, изготовитель ОАО «МЗТА», г. Москва.

6.3 Разработка функциональной схемы АСР

Функциональная схема системы автоматического регулирования уровня воды в конденсаторе турбины представлена на чертеже ФЮРА.421000.006 С2.

Функциональная схема системы автоматизации контроля технологического процесса является основным документом, определяющим структуру и характер системы. Функциональная схема разработана по ГОСТ 21.404-85 в соответствии со структурной схемой, представленной на рисунке 13.

Импульс, характеризующий уровень воды в конденсаторе поступает на промежуточный преобразователь (1б), который преобразуется в унифицированный токовый сигнал. Унифицированный токовый сигнал идет на регулирующее устройство (3а). Ручной задатчик (2а) формирует унифицированный токовый сигнал задания, который поступает на регулирующее устройство (3а). Регулирующее устройство сравнивает два

					ФЮРА.311014.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

сигнала (2а) и (1б) и формирует управляющее воздействие, которое поступает на блок управления (3б).

Управляющее воздействие усиливается в усиливающем устройстве (3в), который в свою очередь подает усиленный сигнал управления на исполнительный механизм (3г). Исполнительный механизм через механическую связь управляет регулирующим органом.

6.4 Разработка заказной спецификации на приборы и средства регулирования

Исходным документом для составления спецификации является функциональная схема автоматизации. На основании функциональной схемы, представленной на чертеже ФЮРА.421000.006 С2, составлена заказная спецификация на приборы и средства автоматизации.

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		78

7. Социальная ответственность

В данном разделе выпускной работы рассмотрен турбинный цех Томской ГРЭС–2. Турбинный цех по классу пожароопасности относится к категории Г. Производства категории Г характеризуются наличием веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состояниях, процесс обработки которых сопровождается излучением теплоты, искр и пламени, а также производства, в которых в качестве топлива сжигаются твердые, жидкие и газообразные вещества. На ГРЭС к категории Г относятся машинное отделение с паровыми турбинами, деаэрационное отделение, закрытые распределительные устройства и высоковольтные лаборатории с выключателями.

По электрической опасности турбинный цех относится к категории с повышенной опасностью, т. к. помещение характеризуется наличием токопроводящих полов (металлические) и возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциями зданий и к металлическим корпусам электрооборудования.

При проведении реконструкции работы выполняются на высоте, выполняются сварочные работы, используются грузоподъемные механизмы.

Служба охраны труда на предприятии создается для организации и координации мероприятий по охране труда, контролю за соблюдением законодательных и нормативных правовых актов по охране труда работниками, совершенствованию профилактической работы по предупреждению производственного травматизма, профессиональных и производственно – обусловленных заболеваний и улучшению условий труда.

7.1. Анализ опасных и вредных факторов

Работа на производстве может сопровождаться опасными (вызывающими травмы) и вредными (вызывающими профессиональные

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

заболевания или снижение работоспособности) производственными факторами. Безопасностью труда принято называть такое состояние условий труда, при котором отсутствует возможность воздействия на человека опасных факторов. В теплоэнергетике опасными факторами являются пар и горячая вода, огневая техника и искры, повышенная температура воздуха и предметов, топливная пыль, газ, грузоподъемные механизмы и движущиеся части оборудования, электрический ток, физические и нервно-психические перегрузки, вибрация, шум и др.

Работы по эксплуатации технологических установок являются особо ответственными. Они связаны с опасными факторами ожога людей, поражением электрическим током, загоранием горючих веществ, поэтому требуют большого внимания и осторожности.

Охрана труда на ТЭС, в основном, направлена на предотвращение производственного травматизма и создание оптимальных условий труда. Все работы должны производиться в строгом соответствии с правилами безопасности.

7.2. Разработка решений по технике безопасности

На ГРЭС имеется специальная служба техники безопасности, которая несет ответственность за организацию работы на предприятии по созданию здоровых и безопасных условий труда работающих, предупреждению несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Служба техники безопасности отвечает за охрану труда при проектировании теплоэнергетических объектов. Проекты организации строительства и производства работ должны содержать технические решения по созданию условий безопасного и безвредного производства работ на строительной площадке, объектах монтажа и рабочих местах в обычных и зимних условиях, по санитарно - гигиеническому обслуживанию рабочих; по достаточному освещению строительной площадки, проходов, проездов и рабочих мест.

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		80

7.3. Условия труда при работе в теплосиловых цехах ГРЭС

Эксплуатация котельных установок, турбоагрегатов и вспомогательного оборудования происходит в условиях повышенной температуры и влажности воздуха, значительного шума и вибрации.

Работы в аварийных условиях, пуск и остановка оборудования связаны с умственным и эмоциональным напряжением, требует осторожности и внимания. В эти периоды персонал испытывает большие нервно-психические нагрузки. Вместе с тем основное требование охраны труда - создание таких условий, при которых исключалось бы воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов.

Оптимальными условиями труда считаются такие, которые при систематическом и длительном воздействии обеспечивают нормальное состояние организма человека и его высокую работоспособность.

7.3.1. Чередование труда и отдыха

Работа в теплосиловых цехах сопровождается утомлением. Утомление - естественное явление; вредным является переутомление.

Чтобы не допускать переутомление, планируется чередование труда и отдыха, смена форм работы или условий окружающей среды в зависимости от характера труда и работоспособности человека в течение рабочего дня (рис. 14).

Период «вырабатывания» (1) длится от 0,5 до 1,5ч., в зависимости от характера трудового процесса. Затем наступает период высокой устойчивой работоспособности (2), продолжающийся около 3 ч., после чего наступает стадия пониженной работоспособности (3) вследствие утомления. Внимание начинает рассеиваться, движения замедляются, увеличивается число ошибок и возникает чувство голода. К этому времени правилами внутреннего распорядка установлен обеденный перерыв. При напряженной работе в тяжелых температурных условиях, при наличии больших тепловых воздействий, для рабочих устраивают перерывы и подсмены в работе для того, чтобы человек мог отдохнуть и восстановить равновесие сердечно-сосудистой системы.

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

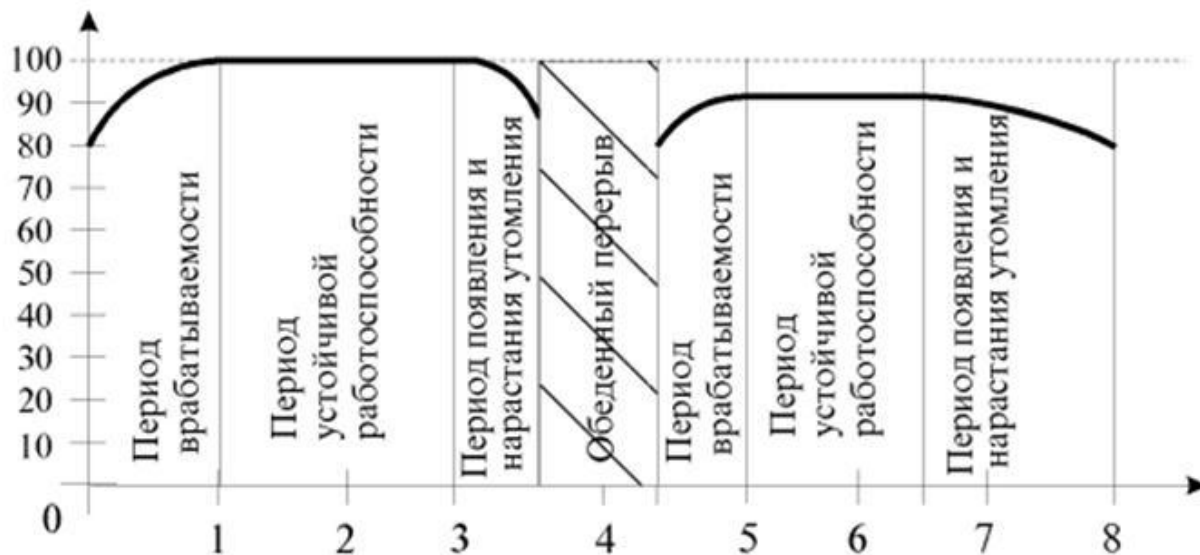


Рисунок 14 – График работоспособности в течение рабочего дня[13]

7.3.2. Требования к рабочему месту

Рабочим местом называется зона постоянного или временного пребывания человека при выполнении работы. В теплосиловых установках электростанции рабочим местом принято называть участок установки и относящуюся к нему территорию. Пространство высотой до 2 м над уровнем рабочей площадки называется рабочей зоной.

Требования к рабочему месту установлены ГОСТами. Основные требования следующие: на рабочем месте должны быть обеспечены наиболее благоприятные для человека условия работы, ощущения комфорта и полной безопасности; конструкция рабочего места, размеры рабочих зон должны соответствовать росту, размерам и форме тела, показателям зрения и слуха; планировка рабочего места должна избавлять рабочего от лишних и утомительных трудовых движений и обеспечивать удобную рабочую позу; рабочее место должно быть обеспечено материалами, инструментами и приспособлениями для выполнения работы.

В соответствии с санитарными нормами рабочее место должно быть освещено, проветривано, постоянно содержаться в чистоте; недопустимы захламленность, беспорядок и грязь.

7.3.3. Воздух рабочей зоны

Способность организма человека регулировать теплообмен тела с окружающей средой, поддерживая неизменной температуру, называется терморегуляцией.

Температура, относительная влажность, скорость движения воздуха возле тела человека, а также температура стен и окружающих предметов образуют микроклимат на рабочем месте.

Установлены нормы оптимального микроклимата в рабочей зоне в зависимости от сезона года и тяжести работы (таблица 33).

Таблица 33 – Нормы оптимального микроклимата в рабочей зоне при относительной влажности 40-60%

Сезон года, температура наружного воздуха	Категория работы	Температура в рабочей зоне. °С	Скорость Движения воздуха.
Холодный и переходной; менее +10°С	Легкая 1	20-23	0,2
	Средней тяжести 2а	18-20	0,2
	Средней тяжести 2б	17-19	0,3
	Тяжелая 3	16-18	0,3
Теплый +10°С и более	Легкая 1	22-25	0,2
	Средней тяжести 2а	21-23	0,3
	Средней тяжести 2б	20-22	0,4
	Тяжелая 3	18-20	0,5

Допустимая область влажности воздуха 40-75%. При влажности более 75% затрудняется испарение пота, менее 40% пересыхают слизистые оболочки.

Допустимая скорость подвижности воздуха 0,2 – 1 м/с. Застойный воздух затрудняет конвекцию, слишком подвижный вызывает сквозняк.

Человеку необходим чистый воздух без примесей пыли, вредных

аэрозолей, газов, паров. При наличии в воздухе частиц ядовитых веществ возможно отравление, вредной пыли - заболевание легких, угольной пыли — энтокрроз легких, Особенно вредна кварцевая пыль, способная отлагаться в легких и вызывать их заболевание.

7.3.4. Защита от избыточной теплоты

Нагретые поверхности котлов, паропроводов, турбин излучают тепловую энергию. Применяются следующие способы защиты от теплоты (избыточной): теплоизоляция горячих поверхностей; экранирование источников излучения поглощающими и отражающими теплоту материалами; воздушные души и вентиляция; защитная одежда; ограничение длительности работы при больших тепловых нагрузках с обязательными перерывами отдыха.

7.3.5. Защита от вредных веществ

Для уменьшения утечек вредных веществ в окружающую среду непосредственно из источника их возникновения необходимы надежная герметизация топок, газоходов, газопроводов, насосов, компрессоров, транспортеров; встроенных местных вытяжек из мест пересыпки топливной пыли; замена токсичных веществ нетоксичными.

7.3.6. Защита от вибрации и шума

Источником вибрации и шума являются вращающиеся механизмы и агрегаты большой мощности, ручной виброинструмент.

В энергетике, особенно в турбинном цехе электростанции, вопросы борьбы с вибрацией и шумом имеют очень большое значение. Утомление рабочих и операторов из-за сильного шума увеличивает число ошибок при работе, способствует возникновению травм.

Нормы вибрации машин и оборудования, влияющих на вибрационную безопасность труда, установлены в НТД и другой документации.

Нормы вибрации машин должны обеспечиваться и гарантироваться их изготовителями и удостоверяются контрольными службами, уполномоченными проверять показатели безопасности машин.

Шумом является нежелательный для человека звук. При

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		84

распространении звуковой волны происходит перенос энергии как слышимой человеком области частот, так и в области ультразвука, так же отрицательно влияющей на здоровье. По временным характеристикам шум подразделяется на постоянный и непостоянный. ГОСТ 12.1.113 – 83 устанавливает предельно – допустимые условия шума на рабочих местах.

С целью защиты персонала от шума производят уменьшение шума в источнике. На особо шумных электродвигателях, редукторах установлены противозумовые кожухи, на соединениях между деталями различных аппаратов использованы прокладочные материалы и упругие вставки для исключения передачи колебаний. Стены мельниц обложены демпфирующим материалом. Уровень звуковой мощности источников аэродинамического шума регламентирован по СНиП 11-12-77, по этому источнику производится постоянный его контроль.

Персонал использует противозумные вкладыши – беруши и наушники. Большую часть рабочего времени персонал находится на БЦУ, отделенном от турбинного отделения двойными стеклянными перегородками. Маршруты обхода строятся таким образом, чтобы обходчики находились минимальное время в наиболее шумных местах.

7.3.7. Освещение рабочих мест и производственных помещений

Из общего объема информации человек получает через зрительный канал около 80%. Качество поступающей информации во многом зависит от освещения:

неудовлетворительное количественное или качественное, оно не только утомляет зрение, но и вызывает утомление всего организма в целом. Нерациональное освещение может, кроме того, являться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие источники света и блики от них, резкие тени ухудшают видимость настолько, что вызывают полную потерю ориентации рабочих. Неправильная эксплуатация также как и ошибки, допущенные при проектировании и устройстве осветительных приборов в пожаро - и взрывоопасных цехах (неправильный выбор источника

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

света, светильников, проводов и т.д.) могут привести к взрыву, пожару и несчастным случаям. При неудовлетворительном освещении, кроме того, снижается работоспособность и производительность труда.

7.4. Обеспечение пожаробезопасности

Система пожарной защиты предусматривает, наряду с мерами предотвращения возникновения пожара и распространение его за пределы очага возгорания, также применение средств пожаротушения и пожарной сигнализации.

Для тушения пожаров применяют первичные средства тушения, к которым относятся водяные и воздушно-пенные пожарные стволы, присоединенные при помощи рукавов к системе пожарного водопровода при помощи пожарных кранов, располагаемых в наиболее доступных и безопасных местах здания.

В целях повышения пожарной безопасности на тепловых электростанциях запрещены кабели с полиэтиленовой изоляцией и оболочкой, необходимо применять только кабели с негорючими покрытиями. Трассы кабеля должны проходить на безопасных расстояниях от нагретых поверхностей, следует предусматривать их защиту от внешних воздействий и перегрева.

В каждом цехе на случай возникновения пожара обеспечивают возможность быстрой и безопасной эвакуации людей через эвакуационные выходы - двери, ворота, проходы. Выходы считаются эвакуационными, если они ведут из помещений:

- а) первого этажа непосредственно наружу;
- б) в соседние помещения того же этажа, имеющие выход наружу непосредственно или через лестничные клетки;
- в) в проход или в коридоры с непосредственным выходом наружу или через лестничную клетку.

Расстояние между выходами из цехов электростанций составляют не более 30м в противоположных сторонах помещения. Число выходов и лестниц

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

не менее двух.

Расстояние от наиболее удаленного рабочего места до выхода не более 30м. Двери в помещениях открываются только наружу или по направлению выходов наружу (ближайших).

7.5. Обеспечение электробезопасности

Источником электрической опасности в турбинном цехе являются внутренние электрические сети, электродвигатели, электроинструмент, вычислительная, организационная и автоматическая техника, работающая на электричестве. Электрический ток, протекая через тело человека, производит термическое (ожоги), электролитическое (разложение жидкостей), биологическое (разрушение тканей, сокращение мышц), механическое (разрыв ткани) и световое (поражение глаз) воздействие. Поражение человека электрическим током может произойти от прикосновения к токоведущим частям, электрическое дугой, в результате поражения напряжением шага при прохождении человека в зоне растекания тока на землю.

Электротравматизм среди других видов производственного травматизма занимает первое место, поэтому к защитным мерам от поражения электротоком уделяется особое внимание. От прикосновения к токоведущим частям защищает изоляция. Согласно ПУЭ регламентируется сопротивление изоляции, например, для электроустановок до 1000 В оно равно не менее 0,5МОм. Для обеспечения недоступности токоведущих частей оборудования применено сетчатое ограждение. Во время проведения ремонта электродвигателей применяется блокировка для автоматического снятия напряжения. При работе переносным электроинструментом для защиты от поражения электротока применяют пониженное питание электроустановок 42, 36 и 12 В. При обслуживании и ремонте электроустановок обязательно используются защитные средства (изолирующие рукоятки ручного инструмента, диэлектрические перчатки, боты, коврики, изолирующие штанги), для предупреждения персонала о наличии напряжения в электродвигателях применяется световая сигнализация. Для устранения опасности поражения

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

током применяется заземление. Важную роль в предотвращении электротравматизма играет наглядная агитация – плакаты и знаки.

7.6. Меры безопасности при монтаже и эксплуатации

В выпускной работе рассматривается замена паротурбинной установки, что включает в себя демонтаж старой и соответственно монтаж новой.

Все эти работы сопряжены с работами на высоте, с использованием грузоподъемных механизмов, будет применяться электрическая и газовая сварка.

При работе на высоте запрещается сбрасывать с высоты демонтируемые части оборудования (трубы, части обшивки, изоляцию и т.п.) и мусор. Удалять демонтируемые части оборудования и мусор следует механизированным способом в закрытых ящиках и контейнерах или по закрытым желобам.

При выполнении электросварочных, газопламенных и других огневых работ должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.003-86 ССВТ. «Работы электросварочные», «Требования безопасности приемки работ», «Техника безопасности в строительстве», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил техники безопасности и производственной санитарии при электросварочных работах», «Правил безопасности при работе с инструментом и приспособлениями» и «Инструкции о мерах пожарной безопасности при проведении огневых работ на энергетических объектах».

При эксплуатации оборудования необходимо выполнять работы с сосудами под давлением, с арматурой и трубопроводами различных категорий. При работе с сосудами под давлением, греющей средой у которых является пар из котла или отборов турбины, необходимо, в плане техники безопасности, решать вопросы безопасности при обслуживании производственных трубопроводов и теплообменных аппаратов. В зависимости от вида и параметров протекающей среды трубопроводы, в соответствии с «Правилами устройства и безопасности эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды», разделяют на 4 категории.

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

В зависимости от категории трубопровода предъявляются различные требования к схеме, конструкции, выбору материалов труб, арматуре, деталям, обеспечивающих безопасность при заданных параметрах теплоносителя. Все горячие части оборудования, трубопроводы, баки и другие элементы, прикосновение к которым может вызвать ожоги, должны иметь тепловую изоляцию. Температура на поверхности изоляции при температуре окружающего воздуха 25°С должна быть не выше 45°С при нахождении оборудования и трубопроводов в зоне обслуживания и не выше 60°С вне зоны обслуживания.

В данной работе в разделе расчета вновь устанавливаемого трубопровода выполнен расчет его тепловой изоляции.

7.7. Выбросы вредных веществ в атмосферу

Экологическая ситуация в районе расположения Томской ГРЭС-2 характеризуется значительным уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

Основным источником выбросов вредных веществ в атмосферу на ГРЭС-2 являются дымовые трубы.

При сжигании органического топлива в котлах с дымовыми газами в атмосферу выделяется значительное количество вредных веществ.

При сжигании угля, с дымовыми газами в атмосферу попадают: зола, сажа, диоксид серы, диоксид и оксид азота и бенз(а)пирен. Кроме того, при сжигании мазута дополнительно выделяются мазутная зола и оксид углерода.

При сжигании газа выделяются азота диоксид, азота оксид, углерода оксид и бенз(а)пирен.

В качестве основного топлива на Томской ГРЭС-2 сохраняется Кузнецкий каменный уголь с использованием сезонных избытков природного газа. Количество используемого топлива составляет 780.296 тыс. тут, в том числе газ составит 607859 тыс. т.у.т. (78 %), и уголь 172.445 тыс.т.у.т. (22 %). В натуральном топливе расходы составят: газ - 504740 тыс.нм³, уголь - 250.5 тыс. т.н.т. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в районе Томской ГРЭС-2, по данным Томского областного центра по гидрометеорологии и

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

мониторингу окружающей среды, характеризуется следующими показателями:

Таблица 34 – Концентрации вредных веществ в атмосфере

Наименование выбросов	Перспектива			
	г/с	т/год	Концентрации, доли ПДК	
			С учетом фона	Вклад ГРЭС-2
Азота диоксид	281.65	3728.78	0.9428	0.561
Азота оксид	45.76	612.44	0.2278	0.0457
Сажа	5.25	27.63	0.21664	0.0273
Ангидрид сернистый	263.94	1553.83	0.21282	0.21076
Углерода оксид	15.0	0.456	1.0009	0.001465
Бенз(а)пирен	0.0002734	0.006172	-	-
Мазутная зола электростанций	0.26	0.008	-	-
Зола углей	256.58	1323.41	-	0.2744
Суммация NO ₂ и SO ₂	868.4403	7246.56	1.0186	0.6864

7.8. Сбросы загрязняющих веществ в водные объекты

Промплощадка Томской ГРЭС-2 расположена на расстоянии около 3 км от р. Томь и около 2 км от р. Ушайка, за пределами водоохраных зон рек Томь и Ушайка. Водоохраные зоны рек утверждены Водным кодексом Российской Федерации, введенным в действие с 01.01.2007 года. Для р. Томь водоохранная зона составляет 200м, для р. Ушайка – 100м.

Для охраны поверхностных и подземных вод от загрязнения сточными водами Томской ГРЭС-2 настоящим проектом сохраняются:

-оборотная система технического водоснабжения с охлаждением оборудования циркуляционной водой и с восполнением потерь в системе технической водой из р. Томи;

-подпитка оборотной системы от водозаборных сооружений инфильтрационного типа, конструкция которых исключает воздействие

водозабора на рыбные запасы реки Томи;

-сооружения и схема очистки технологических нефтесодержащих сточных вод на локальных очистных сооружениях и повторное использование вод после очистки в технологическом цикле;

-сооружения и схема очистки промливневых стоков на локальных очистных сооружениях и повторное использование очищенных вод в технологическом цикле.

С новым турбоагрегатом предусматривается установка:

- маслоплотных маслоохладителей;
- емкости для аварийного слива масла из маслобака;
- поддонов под маслонасосы и под кожухи фланцевой арматуры, со сливом из поддонов в бак грязного масла.

Учет водопотребления свежей речной воды осуществляется расходомерами, установленными на водоводах подпитки.

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		91

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте был рассмотрен вопрос реконструкции турбоагрегата Т-43-90 путём замены на турбоагрегат Т-50/60-8,8.

Первоначальным этапом проекта был расчёт тепловой схемы турбины для четырёх режимов работы турбоустановки.

Результатом реконструкции является повышение электрической мощности на 7 МВт и отопительной на 2,5 Гкал/ч в номинальном режиме работы турбоустановки.

В разделе финансового менеджмента был проведен аналитический расчёт, который показал, что срок окупаемости данного проекта составляет 83 месяца или 6,92 года.

Произведен расчет паропровода отбора пара на теплофикацию. Выбрано основное теплообменное и насосное оборудование турбоустановки.

Проработана методика автоматического регулирования уровня воды в конденсаторе и собрана функциональная схема.

Рассмотрены вопросы по охране труда и окружающей среды.

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		101

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Александров А.А., Григорьев В.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. – М.: Изд. Стандартов, 1999.
2. Тепловые и атомные электрические станции: Справочник/Под общ. ред. В.А.Григорьева, В.М.Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1982. - 624 с.
3. Турбины тепловых и атомных электрических станций: учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп.Под редакцией А. Г. Костюка, В. В. Фролова М.: Издательство МЭИ, 2001. — 488 с. ил. ISBN:5-7046-0844-2.
4. Расчёт показателей работы электростанций. Методические указания для студентов направления "Теплоэнергетика", специальностей «Тепловые электрические станции» и «Атомные электрические станции и установки». - Томск: Изд. ТПУ, 2001.- 44 с.
5. Никитина И.К. Справочник по трубопроводам тепловых электростанций. –М.: Энергоатомиздат, 1983. - 176 с.
6. Хижняков С.В. Практические расчеты тепловой изоляции (для промышленного оборудования и трубопроводов).- М.: Энергия, 1976. – 200с.
7. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей.- М.: Энергоатомиздат, 1989.
8. Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования: учебное пособие/ А. В. Волощенко, Д. Б. Горбунов – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 109 с.
9. Долин П.А. Основы техники безопасности в электрических установках.- М.: Энергия, 1990.
10. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность. Справочник./Под ред. Баратова А.Н.- М.: Химия, 1987.
11. Инструкция по эксплуатации турбоагрегата Т-50/60-8,8.
12. <https://tomsk.gov.ru/files/front/download/id/2504>
13. http://www.std72.ru/dir/ehkonomika_i_sociologija_truda/ehkonomika_i_sociologija_truda_uchebnyj_kurs/4_psihofiziologicheskie_osnovy_organizacii_truda/204-1-0-3511

					<i>ФЮРА.311014.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102