

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

Институт Энергетический
Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра Автоматизация теплоэнергетических процессов (АТП)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка системы автоматического регулирования уровня конденсата в подогревателе низкого давления паровой турбины

УДК 621.184.4:621.182.16-047.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5БЗВ	Беляев Савелий Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АТП	Медведев Валерий Васильевич	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. Менеджмента	Кузьмина Наталия Геннадьевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. Экологии и БЖД	Василевский Михаил Викторович	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АТП	Стрижак Павел Александрович	д.ф.-м.н., доцент		

Томск – 2017 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.

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

Перечень графического материала	1. Схема функциональная 2. Схема принципиальная электрическая 3. Схема монтажная 4. Общий вид щита автоматизации
---------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кузьмина Наталия Геннадьевна
Социальная ответственность	Василевский Михаил Викторович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2017
------------------------------------------------------------------------------------------	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АТП	Медведев Валерий Васильевич	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5БЗВ	Беляев Савелий Викторович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 70 с., рис.10, табл.14, 12 источников, прил.6.

Ключевые слова: система автоматического регулирования, подогреватель низкого давления, уровень конденсата, паровая турбина, ПИ - регулирование.

Объектом исследования является конденсационная паровая турбина К-300-240 номинальной мощностью 300 МВт, с начальным давлением пара 23,5 МПа. Предназначена для привода генератора переменного тока с частотой вращения ротора 50 с^{-1} ; для участия в нормальном и аварийном регулировании мощности энергосистемы с возможностью привлечения для покрытия переменной части графиков нагрузок.

Цель работы – разработка САР уровня конденсата в подогревателе низкого давления.

В процессе выполнения работы проводился анализ объекта автоматизации, разработка функциональной, структурной, и принципиальной электрической схемы САР уровня конденсата, расчет оптимальных параметров настройки регулятора, выбор технических средств автоматизации для данного объекта.

В ходе проведенных исследований произведена разработка системы автоматического регулирования уровня конденсата на базе современных технических средств автоматизации, и последующее составление заказной спецификации.

С экономической точки зрения эффективность работы заключается в следующем: при регулировании уровня конденсата в подогревателе низкого давления, поверхность теплообмена не уменьшается, что приводит к подогреву питательной воды и повышению коэффициента полезного действия энергоблока. По сравнению с нерегулируемым процессом, это ведет к меньшим топливозатратам и, как следствие, к экономии денежных средств.

Оглавление

Введение.....	9
1 Анализ объекта автоматизации	10
2 Выбор структуры АСР.....	12
3 Разработка функциональной схемы АСР	14
4 Выбор технических средств АСР и составление заказной спецификации ..	16
4.1 Выбор измерительных устройств уровня.	16
4.2 Выбор исполнительного механизма.....	17
4.3 Выбор устройств оперативного управления.	19
4.4 Выбор регулирующего устройства	20
5 Разработка принципиальной электрической схемы АСР	22
6 Разработка монтажной схемы АСР	24
7 Разработка чертежа общего вида щитовой конструкции АСР.....	27
8 Расчет оптимальных параметров настройки регулятора	29
8.1 Проведение расчета оптимальных параметров настройки регулятора.....	29
8.2 Расчет и построение границы заданного запаса устойчивости АСР.....	32
8.3 Определение оптимальных параметров настройки ПИ – регулятора.....	37
8.4 Расчет и построение переходного процесса по каналу задания S-Y	39
9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	46
9.1 Планирование работ и оценка времени на их выполнение	47
9.2 Смета затрат на проект	48
9.3 Смета затрат на оборудование и монтажные работы.....	50
9.4 Анализ полученных результатов	51
10 Социальная ответственность	53
10.1 Электробезопасность	54
10.2 Шум и вибрация	56
10.3 Пожарная безопасность	57
10.4 Метеорологические условия работы в помещениях	58
10.5 Электромагнитное излучение	60
10.6 Экологическая безопасность.....	62
10.7 Заключение по разделу «Социальная ответственность»	63

Заключение	65
Список использованных источников	67
Приложение А Заказная спецификация приборов и технических средств автоматизации	69
Приложение Б	70
Таблица П1 - Перечень элементов принципиальной электрической схемы ..	70
Графический материал На отдельных листах	
ФЮРА.421000.004 С2	Схема монтажная
ФЮРА.421000.004 С4	Схема функциональная
ФЮРА.421000.004 СБ	Общий вид щита автоматизации
ФЮРА.421000.004 Э3	Схема принципиальная электрическая

Введение

Целью данной работы является разработка системы автоматического регулирования (САР) уровня конденсата в подогревателе низкого давления, позволяющей обеспечить снижение потребления энергоресурсов.

Работа направлена на выполнение разработки системы автоматического регулирования уровня конденсата в подогревателе низкого давления, описание всего процесса разработки в пояснительной записке, составление схем автоматизации, выбор современных технических средств автоматизации, а также составление заказной спецификации. Процесс разработки системы будет производиться на основе реконструкции паровой турбины и оснащения её новым оборудованием и техническими средствами автоматизации.

Принятые к разработке технические решения должны соответствовать требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других действующих норм и обеспечивать безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных нормативной документацией требований.

1 Анализ объекта автоматизации

Подогреватели низкого давления предназначены для подогрева питательной воды в системах регенерации стационарных паровых турбин тепловых электростанций. Подогреватель представляет собой кожухотрубный теплообменник вертикального типа, основными узлами которого являются: корпус, водяная камера, трубная система. С помощью фланцевого соединения осуществляется сборка узлов, обеспечивающего возможность их профилактического осмотра и ремонта. Корпус подогревателя состоит из цилиндрической обечайки, эллиптического днища и фланца для соединения с трубной системой и водяной камерой. Трубная система состоит из трубной доски, каркаса, U – образных теплообменных труб, концы которых развальцованы в трубной доске. Водяная камера состоит из цилиндрической обечайки, эллиптического днища и фланца для соединения с трубной системой и корпусом, патрубков подвода и отвода воды. Внутренний объем камеры разделен перегородками на отсеки, благодаря которым вода совершает необходимое количество ходов.

В подогревателе нагреваемая вода движется по теплообменным трубкам, а греющий пар поступает через паропроводящий патрубок в межтрубное пространство. Конденсат пара стекает в нижнюю часть корпуса и отводится из подогревателя через регулирующийся клапан, управляемый электронным автоматическим устройством. Аппаратура автоматического регулирования уровня конденсата поддерживает нормальный уровень конденсата в корпусе, выпускает избыток конденсата в дренажную сеть и препятствует выходу пара из корпуса. Накапливающиеся в подогревателе неконденсирующиеся газы отводятся через патрубок на корпусе. Для контроля уровня конденсата на корпусе подогревателя предусмотрена установка указателя уровня (водоуказательного стекла), снабженного запорным устройством клапанного типа, которое обеспечивает отключение от сосуда, продувку указателя и защиту персонала при разрыве

водоуказательного стекла. Водоуказательное стекло дополнительно защищено от повреждений металлическим кожухом.

На рисунке 1 представлена схема регулирования уровня конденсата в подогревателе низкого давления.

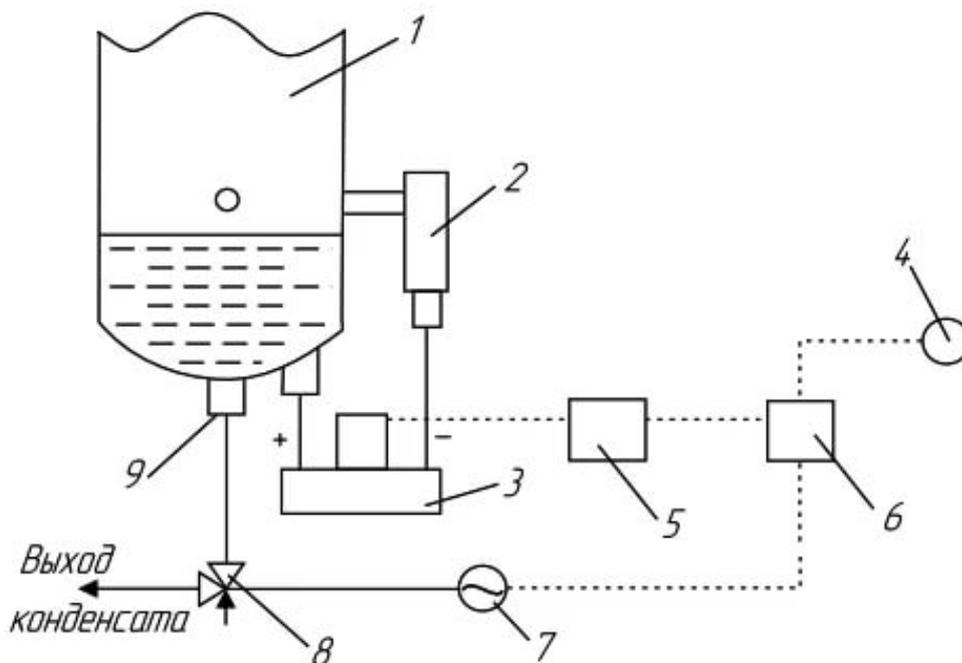


Рисунок 1 - Схема регулирования уровня конденсата:

1 – подогреватель; 2 – конденсатный бачок (датчик); 3 – мембранный дифманометр; 4 – указатель; 5 – усилитель; 6 – колонка дистанционного управления; 7 – электродвигатель; 8 – регулирующий клапан; 9 – патрубок выхода конденсата

2 Выбор структуры АСР

Под структурой управления понимается совокупность частей автоматической системы, на которые она может быть разделена по определенному признаку, а также пути передачи воздействий между ними.

Выбор структуры управления объектом автоматизации оказывает существенное влияние на эффективность его работы, снижение относительной стоимости системы управления, её надёжности и ремонтпригодности.

В большинстве случаев объект автоматизации состоит из нескольких связанных между собой участков управления или локальных контуров управления отдельными параметрами одной установки или агрегата. Система управления может состоять из нескольких уровней управления, в зависимости от решаемых задач. Различают одноуровневые и многоуровневые системы управления. В рамках данной выпускной квалификационной работы применяется одноконтурная система управления.

В данном объекте регулирования основная регулируемая величина – это уровень конденсата в подогревателе низкого давления. Для успешного регулирования требуется соблюдать технические требования к АСР, представленные ниже:

- поддержание заданной регулируемой величины уровня конденсата в подогревателе низкого давления;
- вывод на экран текущего значения уровня конденсата, состояние электродвигателя (включен/отключен);
- регистрация, хранение данных об изменениях параметра по времени;
- автоматическое регулирование;
- ручное управление исполнительным механизмом;
- все необходимые данные при авариях, потере питания должны сохраняться на информационные носители.

3 Разработка функциональной схемы АСР

Основным документом при проектировании системы автоматизации является функциональная схема АСР, которая определяет функциональную структуру и объем автоматизации объекта, а также отображает функции системы автоматизации и их взаимосвязь с автоматизируемым объектом. Под объектом автоматизации понимают совокупность основного и вспомогательного оборудования вместе с регулирующими органами.

При проектировании функциональной схемы необходимо решить следующие задачи:

- изучить технологическую схему автоматизируемого объекта;
- выбрать структуру измерительных каналов;
- на технологической схеме объекта автоматизации определить местоположение точек отбора измерительной информации;
- определить предельные рабочие значения контролируемых параметров;
- решить вопросы размещения технических средств автоматизации на технологическом оборудовании, трубопроводах, по месту и на щитах.

Регулируемой величиной в данной АСР является уровень в подогревателе низкого давления. Следовательно, отследить уровень конденсата можно при помощи водоуказательного стекла, расположенного на поверхности корпуса ПНД, измеряемая величина конденсата 600 мм.

Процесс проектирования функциональной схемы автоматической системы регулирования завершается составлением чертежа, который включает в себя:

- щит автоматизации;
- технологическую схему объекта автоматизации;
- линии связи между техническими средствами автоматизации;
- первичные и другие средства автоматизации;

– основную надпись.

Технологическое оборудование в виде упрощённых контуров на функциональной схеме изображено в соответствии с ГОСТ 21.403–80.

На технологических трубопроводах показаны только те вентили, заслонки, задвижки, клапаны и другая регулирующая и запорная арматура, которая непосредственно участвует в работе системы автоматизации. Приборы и вспомогательную арматуру, преобразователи, и датчики изображают на функциональной схеме в соответствии с ГОСТ 21.404–85.

Изображенным на функциональной схеме техническим средствам автоматизации, присвоены позиционные обозначения. Конденсат из конденсатора проходит через цепь последовательно соединенных ПНД. Конденсат регулируется при помощи уравнительного сосуда, обозначенного на функциональной схеме как «1а», излишки конденсата через задвижку уходят в дренаж. Управление системой проводится по трем каналам. Позицией «2д» на функциональной схеме обозначается механизм электроисполнительный однооборотный МЭО – 250/25 – 0,25. Помимо конденсата, в ПНД поступает пар с цилиндра низкого давления.

С учетом выбранной структуры управления и технических средств и в соответствии с требованиями технологического процесса к объему и уровню автоматизации, разработана функциональная схема АСР уровня конденсата в ПНД и представлена на листе ФЮРА.421000.004 С2.

4 Выбор технических средств АСР и составление заказной спецификации

Спецификация предназначена для составления заказа на ее основе средств измерения и автоматизации. Представляет собой техническую документацию, в которой отражен перечень всех необходимых сведений о приборах и средствах автоматизации паровой турбины.

4.1 Выбор измерительных устройств уровня.

Выбор оборудования осуществляется с учетом параметров измеряемой среды и технологических особенностей процесса измерения. Комплекс технических средств САР базируется на серийно выпускаемых средствах автоматизации.

Для измерения уровня в подогревателе низкого давления целесообразно использовать метод гидростатического давления, т.к. измеряемая среда считается непригодной для использования других методов.

Преобразователи давления обеспечивают непрерывное преобразование значения измеряемого параметра – гидростатического давления (ДГ), уровня в стандартный токовый выходной сигнал (0...5 мА, 4...20 мА, 0...20 мА) дистанционной передачи.

Рассмотрим следующие варианты датчиков:

- 1) преобразователи давления серии «Метран»;
- 2) преобразователи серии «Сапфир».

Датчики давления серии «Метран» дешевле, практически в два раза, обладают необходимыми функциями и соответствуют заданным требованиям, поэтому воспользуемся преобразователями концерна «Метран».

По самой оптимальной цене и конфигурациям из каталога в интернете, выбираем преобразователь гидростатического давления типа Метран-150-ДГ.

Интеллектуальные датчики серии Метран-150 предназначены для непрерывного преобразования в унифицированный выходной сигнал. Выполняют непрерывную самодиагностику. Измеряемой средой является жидкость, пар, газовые смеси, газ, нефтепродукты.

Выходные сигналы:

- 4...20 мА с HART протоколом;
- 0...5 мА.

Диапазоны измеряемых давлений:

- минимальный 0...0,025 кПа;
- максимальный 0...60 МПа.

Основные характеристики и технические параметры преобразователя Метран 150-ДГ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики и технические параметры преобразователя

Тип преобразователя	Модель	Ряд верхних пределов измерений	Предел допускаемой основной погрешности, %
Метран-150-ДГ	CDR-1	10; 16 МПа	0,1; 0,5

4.2 Выбор исполнительного механизма.

Исполнительные механизмы являются приводной частью регулирующего органа (клапан, задвижка, заслонка и т.п.) и предназначены для его перемещения. Исполнительные механизмы в зависимости от используемой энергии подразделяются на следующие виды: электрические, гидравлические, пневматические.

При автоматизации объектов теплоэнергетики наибольшее распространение получили электрические исполнительные механизмы. В общем случае электрический ИМ включает электропривод, блок сигнализации положения и штурвал. Штурвал предназначен для ручного

перемещения выходного вала исполнительного механизма. Блок сигнализации состоит из блока концевых выключателей и датчика положения исполнительного механизма. Концевые выключатели блока отключают электродвигатель при достижении крайних положений выходного вала исполнительного механизма. В зависимости от назначения исполнительные механизмы комплектуются различными датчиками положения: индуктивным, реостатным (диапазон 0...120 Ом), токовым (0...5 мА или 4...20 мА, или 0...20 мА). Обширно распространены следующие типы электрических ИМ: механизмы электрические однооборотные МЭО, механизмы электрические однооборотные фланцевые МЭОФ.

При составлении заказной спецификации был проведен расчет параметров исполнительного механизма ИМ.

В качестве исходных данных известно, что внутренний диаметр трубопровода составил 80 мм.

В качестве ИМ был выбран механизм электрический однооборотный – МЭО, т.к. ИМ приводит в движение регулирующий клапан.

Максимальный крутящий момент МЭО

$$M_{\max} = 6,89 \cdot D_y - 338 = 6,89 \cdot 80 - 338 = 213,2 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (1)$$

где D_y – условный диаметр трубопровода, мм.

При выборе МЭО учитывалось условие, что

$$M_H > M_{\max}, \quad (2)$$

где M_H – номинальный крутящий момент на выходном валу исполнительного механизма, Н · м.

В соответствии с величиной крутящего момента, необходимого для перестановки регулирующего органа, выбран механизм электрический однооборотный типа МЭО-250/25–0,25.

4.3 Выбор устройств оперативного управления.

В качестве устройств оперативного управления в АСР применяются блоки ручного управления БРУ-32, ручные задатчики РЗД-22, пусковые устройства ПБР-2М, дистанционные указатели положения ДУП-М.

БРУ используются для коммутации цепей управления. РЗД – для управления выходного напряжения операционного усилителя.

Основные характеристики устройств оперативного управления

БРУ-32 основные характеристики:

- ручное переключение с автоматического режима управления на ручной и обратно;
- кнопочное управление интегрирующими исполнительными механизмами;
- световая индикация выходного сигнала регулирующего устройства с импульсным выходным сигналом;
- входные сигналы стрелочного индикатора: унифицированные токовые 0...5 мА, 4...20 мА, напряжения 0...10 В.

ПБР-2М основные характеристики:

- бесконтактное управление приводами и электрическими исполнительными механизмами, пуск, реверс любых синхронных и асинхронных двигателей мощностью до 1,1 кВт;
- управление приводами с однофазными конденсаторными электродвигателями и электрическими исполнительными механизмами.

Для управления МЭО выбран пускатель бесконтактный реверсивный ПБР-2М, в связи с тем, что требуется управление однофазным конденсаторным электродвигателем, предназначенным для эксплуатации в общепромышленных условиях. ПБР-2М имеет следующие технические характеристики:

Таблица 2 – Технические данные ПБР-2М

Условия эксплуатации	Исполнение – УХЛ 4,2
Температура, °С	от 5 до 50
Относительная влажность, %	от 30 до 80
При температуре, °С	35
Вибрация: частота» Hz	до 25
Амплитуда, мм	до 0,1
Напряженность, А/м	до 400
Магнитные поля постоянные или переменные.	50 Hz

Для определения положения вала исполнительного механизма выбран дистанционный указатель положения типа ДУП-М.

4.4 Выбор регулирующего устройства

Контроллер предназначен для построения современных АСУ ТП и с использованием персональных ЭВМ позволяет выполнять оперативное управление, автоматическое регулирование, логико–программное управление, блокировку и защиту, регистрацию и сигнализацию событий.

Программируемые контроллеры семейства SIMATIC S7-200 имеют модульную конструкцию и считаются безупречным средством для построения эффективных систем автоматического управления при минимальных затратах на приобретение оборудования и разработку системы. Контроллеры способны работать в реальном масштабе времени и могут быть использованы как для построения узлов локальной автоматики, так и узлов комплексных систем управления. Они обеспечивают поддержку обмена данными через сети PPI, MPI, Industrial Ethernet, а также через Internet/ Intranet и системы модемной связи, готовы обслуживать системы распределенного ввода-вывода на основе AS-Interface, работать в составе систем распределенного ввода-вывода на основе PROFIBUS DP.

Программируемые контроллеры S7-200 выпускаются в двух исполнениях:

- SIMATIC S7-200 для эксплуатации в стандартных промышленных условиях с диапазоном рабочих температур от 0 до +55°C;
- SIPLUS S7-200 для эксплуатации в тяжелых промышленных условиях с диапазоном рабочих температур от -25 до +70°C.

Схожее функциональное назначение имеют модули одних и тех же типов исполнений SIMATIC и SIPLUS. В том числе имеют одинаковый набор электрических и временных параметров, одинаковые схемы подключения внешних цепей, одинаковые установочные размеры. Функциональный состав модулей SIMATIC несколько шире функционального состава модулей SIPLUS.

5 Разработка принципиальной электрической схемы АСР

Принципиальная электрическая схема определяет весь состав приборов, устройств и аппаратов, а также связей между ними, действие которых обеспечивает решение задач управления, защиты, регулирования, измерения и сигнализации. Основанием для разработки других документов проекта служат принципиальные схемы: монтажных таблиц щитов и пультов, схем подключения и др.

Также эти схемы служат для изучения принципа действия системы, они необходимы при производстве наладочных работ и в эксплуатации.

В общем случае принципиально электрические схемы разрабатывают обычно в следующей последовательности:

- на основании ФС составляют четко сформулированные технические требования, предъявляемые к принципиально электрическим схемам;
- устанавливают условия и последовательность действия схемы применительно к этим требованиям;
- каждое из заданных условий действия схемы изображают в виде тех или иных элементарных цепей, отвечающих данному условию действия;
- элементарные цепи объединяют в общую схему;
- производят выбор аппаратуры и электрический расчет параметров отдельных элементов;
- проверяют схему с позиции возможности возникновения ложных цепей или ее неправильной работы при повреждениях элементарных цепей или контактов;
- рассматривают возможные варианты решения и принимают окончательную схему применительно к уже имеющейся аппаратуре.

На основании ФС и с учетом последовательности и принципа действия технических средств АСР, разработана ее принципиальная электрическая

схема, представленная на листе ФЮРА.421000.004 ЭЗ. Перечень её элементов приведен в приложении А.

При помощи измерительного преобразователя типа Метран-150-ДГ (ВР1) происходит получение информации о значениях параметров технологического процесса. С выходов преобразователя унифицированный токовый сигнал 4...20 мА поступает на вход программируемого логического контроллера SIMATIC S7 200, от которого поступает сигнал на центральный процессор CPU 221 к модулю вывода EM 222, где преобразуется в дискретный сигнал. Далее управляющие воздействия в виде цифрового кода преобразуются в дискретный сигнал и направляется на блок ручного управления БРУ-32 (А4). Затем дискретный сигнал 0...24 В усиливается пусковым устройством типа ПБР-2М (А3) и поступает на обмотку управления исполнительного механизма МЭО (А5), после чего вал ИМ начинает вращаться, изменяя положение регулирующего органа. Унифицированный токовый сигнал 4...20 мА с датчика положения выходного вала ИМ поступает на вход блока контроллера, что обеспечивает контроль положения вала ИМ и балансировку соответствующих сигналов при переходе с одного режима управления на другой, а также он поступает на дистанционный указатель положения ДУП-М (Р1).

Маркировка цепей на принципиальной электрической схеме производится по функциональному признаку в зависимости от назначения. Измерительные и управляющие маркируются числами от 1 до 100, цепи питания – от 101. Система автоматического регулирования имеет возможность модернизации, так как имеются свободные маркировки для подключения других технических средств.

6 Разработка монтажной схемы АСР

Разработку монтажной схемы произведем в два этапа. На первом этапе рассмотрим схему подключения внешних проводок. На втором этапе рассмотрим монтажную схему электрических проводок щита.

На данной схеме в верхней части чертежа изображена таблица, отражающая наименования измеряемых параметров, места отбора информационного сигнала, измеряемых сред, а также позиционное обозначение приборов, присвоенное им в соответствии с принципиальной электрической схемой.

В виде прямоугольников изображены исполнительный механизм МЭО-250/25–0,25 и пусковое устройство ПБР-2М, внутри которых указаны номера зажимов и показаны соединения между ними. В нижней части чертежа изображен щит контроля и управления в виде прямоугольника, внутри которого показана сборка зажимов, и подключение жил кабелей к клеммам колодки.

На монтажной схеме электрических проводок щита в виде прямоугольников упрощенно изображены устройства. Горизонтальной чертой разделены окружности, расположенные над прямоугольниками. Цифры, расположенные в верхней части окружности, указывают порядковый номер изделия на щите. Согласно функциональной схеме АСР уровня конденсата в ПНД в нижней части записаны все позиционные обозначения.

Сборки зажимов также изображены на чертеже. Над линиями, приходящими к зажимам, указаны маркировки участков цепей в соответствии с принципиальной схемой АСР.

Монтажная схема представлена на листе ФЮРА.421000.004 С4.

Для монтажной схемы внешних электрических и трубных проводок выберем соответствующие провода и кабели. Электропроводки в системах автоматизации выполняют изолированными проводами и кабелями.

Минимально допустимые сечения жил проводов и кабелей электропроводок АСУ ТП применяются:

- в цепях напряжением 60 В и ниже для медных проводников – не менее $0,2 \text{ мм}^2$ (диаметр 0,5 мм) и $2,5 \text{ мм}^2$ (диаметр 1,78 мм) для алюминиевых проводников;
- в цепях с напряжением выше 60 В для медных проводников не менее 1 мм^2 (диаметр 1,13 мм) – и $2,5 \text{ мм}^2$ – для алюминиевых проводников.

Для передачи сигналов управления будем использовать кабели марки КВВГ. Эти кабели предназначены для неподвижного соединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств. Преимущество этого кабеля в том, что он стойкий при наличии высоких температур, так как изоляция из поливинилхлорида.

Для силового питания используем кабели АКВВГ с алюминиевой жилой, предназначенные для применения в нормальных условиях. Сечение кабелей выбирается, исходя из допустимых токовых нагрузок на этот кабель. Для контрольных кабелей сечение токопроводящей жилы выбрано 1 мм^2 . Для питания измерительных преобразователей выбираем кабель КВВГ 4x1,0. Для питания приборов, расположенных на щите автоматизации (ручной задачник, блок ручного управления), пускателя будем использовать кабели АКВВГ 7x1,0, АКВВГ 4x1,0 соответственно. Для всех кабелей в дополнение к необходимым 6, 4 и 2 жилам оставляем одну резервную в соответствии с рекомендациями [3]. Для выдачи управляющих воздействий с щита автоматизации на исполнительный механизм и на пускатель будем также использовать контрольный кабель КВВГ.

Выбор марок проводов и кабелей для электропроводки САУ уровня проводим в соответствии с рекомендациями, приведенными [3]. Характеристики кабелей и выбранных проводов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики кабелей и проводов электропроводки

№ линии	Марка	ГОСТ, ТУ	Число жил	Номинальное сечение, мм ²
1–3	АКВВГ	ТУ 16.К71–310–2001	4	2,5
4–6	КВВГ		4	0,75
7	КВВГ		7	0,75
8	КВВГ		10	0,75
9	КВВГ		4	0,75
10	АКВВГ		14	2,5
11	АКВВГ		4	2,5

Используем импульсные трубные проводки для передачи на чувствительные элементы измерительных преобразователей воздействия контролируемой и регулируемой технологической среды. Выбор сортамента и материала труб для трубных проводок производим по их длине, характеристикам транспортируемой среды и ее параметрам в соответствии с [3].

7 Разработка чертежа общего вида щитовой конструкции АСР

Щиты систем автоматизации предназначены для размещения на них средств управления технологическим процессом и его контроля, сигнальных устройств, контрольно-измерительных приборов, аппаратуры управления, устройств автоматического регулирования, защиты, блокировки, линии связи между ними (трубная и электрическая коммутация) и т.д.

Необходимо учитывать следующие требования при выборе щитов:

- место установки с учетом размера помещений и условий, в которых предусматривается эксплуатация щитов, а также назначение щита;
- габариты средств автоматизации на лицевых панелях и внутренностях щита и их количество;
- удобство обслуживания и монтажа аппаратуры в условиях эксплуатации;
- правила техники безопасности для обслуживания щитов, установленных в производственных и специальных помещениях.

Учитывая конструктивные особенности, рассматривают несколько типов щитов: щиты шкафные одиночные, двух- и трехсекционные с задними дверьми; щиты шкафные с передней и задней дверью; щиты панельные с каркасом. Выбираем щит типа: шкафной одиночный с задней дверью исполнение I с шириной равной 600 мм (ЩШ-ЗД-I-600×600-УЛХ4-IP30 ОСТ 36.13–76). Выбран щит этого типа, потому что не требуется строгого функционального разделения.

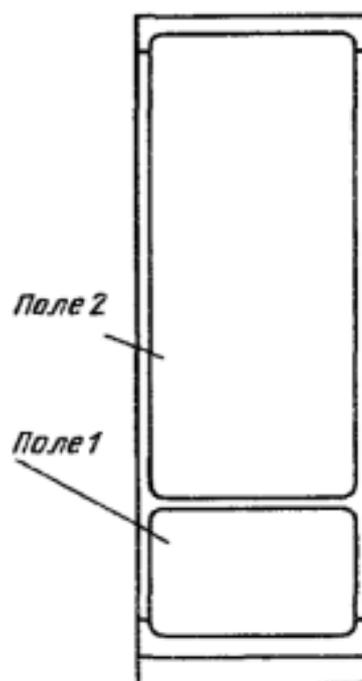


Рисунок 3 – Поля щита ЩШ-ЗД:

поле 1 – декоративное поле, поле 2 – функциональное поле

На поле 2 размещаем РУ, БРУ-32, ДУП-М. На высоте 1690 мм размещаем регулирующее устройство. Размещаем на высоте 1660 мм блок ручного управления БРУ-32 и задатчик регулируемого параметра, а также размещаем дистанционный указатель положения ДУП-М.

Сборки зажимов и блоки расположенные горизонтально изображаются на внутренней плоскости на высоте от 300 до 600 мм.

Поле 1 не предназначено для установки приборов и аппаратуры, оно является декоративным.

На листе ФЮРА.421000.004 СБ представлен общий вид щита автоматизации.

8 Расчет оптимальных параметров настройки регулятора

8.1 Проведение расчета оптимальных параметров настройки регулятора

Для проведения расчета, сначала, нужно убедиться с выбором нужного подогревателя низкого давления для турбины К-300-240. В соответствии с [6] выбираем подогреватель низкого давления типа ПН-400-26-7-11. Схема движения основного конденсата ПН-400-26-7-11 показана на рисунке 4.

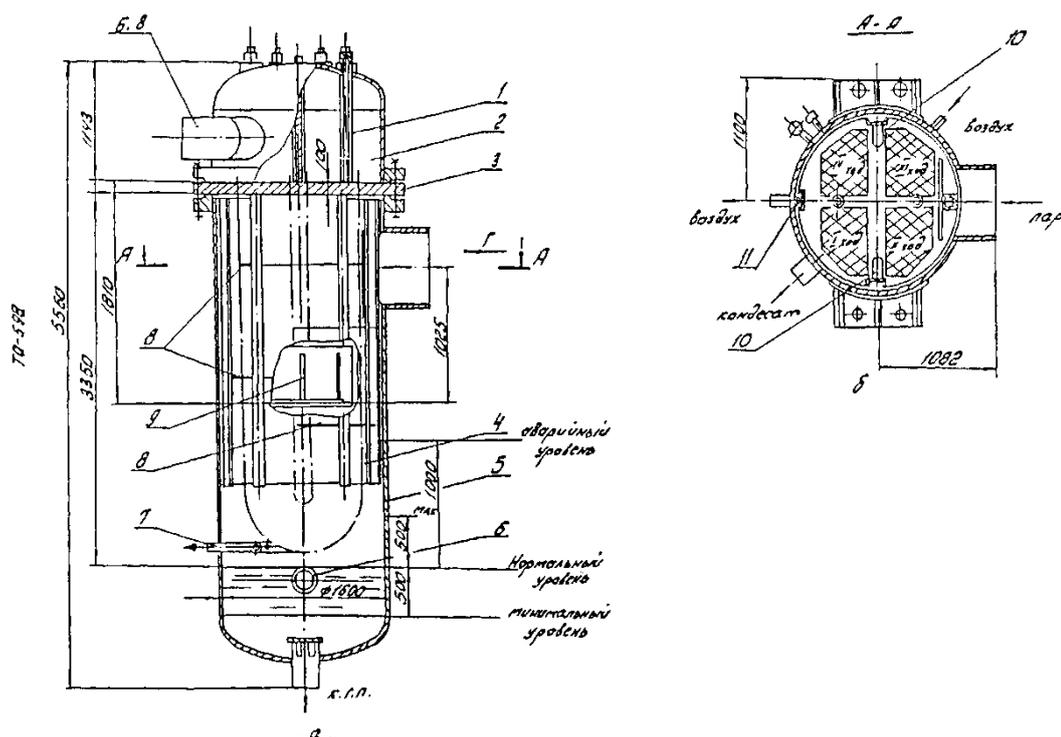


Рисунок 4 - Подогреватель низкого давления типа ПН-400-26-7-11 для турбоустановок К-300-240:

а — общий вид; б — схема движения основного конденсата;

1 — трубка; 2 — водяная камера; 3 — трубная доска; 4 — трубная система; 5 — корпус; 6 — вход к.г.п.; 7 — концевая труба воздухоотсасывающего устройства; 8 — направляющая перегородка; 9 — опора трубного пучка; 10 — щиты, закрывающие проход пара мимо трубного пучка; 11 — рамки для заводки трубного пучка в корпус; Г — вход греющего пара; Б, В — вход и выход основного конденсата

Исходя из рисунка 4, определено аварийное, нормальное и минимальное положение уровня конденсата в подогревателе низкого давления. С учетом данных положений уровня, зададим значение уровня конденсата равное 600 мм, с отклонением равным ± 200 мм. В соответствии с [7] для измерения уровня выбираем закон ПИ-регулирования. Имеется система регулирования с ПИ-регулятором и имеется объект регулирования, у которого передаточная функция выглядит следующим образом:

$$W_{об}(P) = \frac{K \cdot e^{-P \cdot \tau}}{\prod_{i=1}^n (T_i \cdot P + 1)}. \quad (3)$$

Для того, чтобы определить необходимые для расчета данные построим кривую разгона, изображенную на рисунке 4 по данным представленным в таблице 4.

Таблица 4 – Полученные экспериментальные значения для кривой разгона

t, с – время	L, мм – уровень конденсата в ПНД	t, с – время	L, мм – уровень конденсата в ПНД
0	400	100	770
5	405	105	773
10	425	110	776
15	453	115	780
20	476	120	784
25	500	125	786
30	540	130	787
35	577	135	788
40	600	140	789
45	620	145	790
50	645	150	794
55	661	155	799
60	684	160	800
65	700		
70	727		
75	739		
80	747		
85	752		
90	761		
95	768		

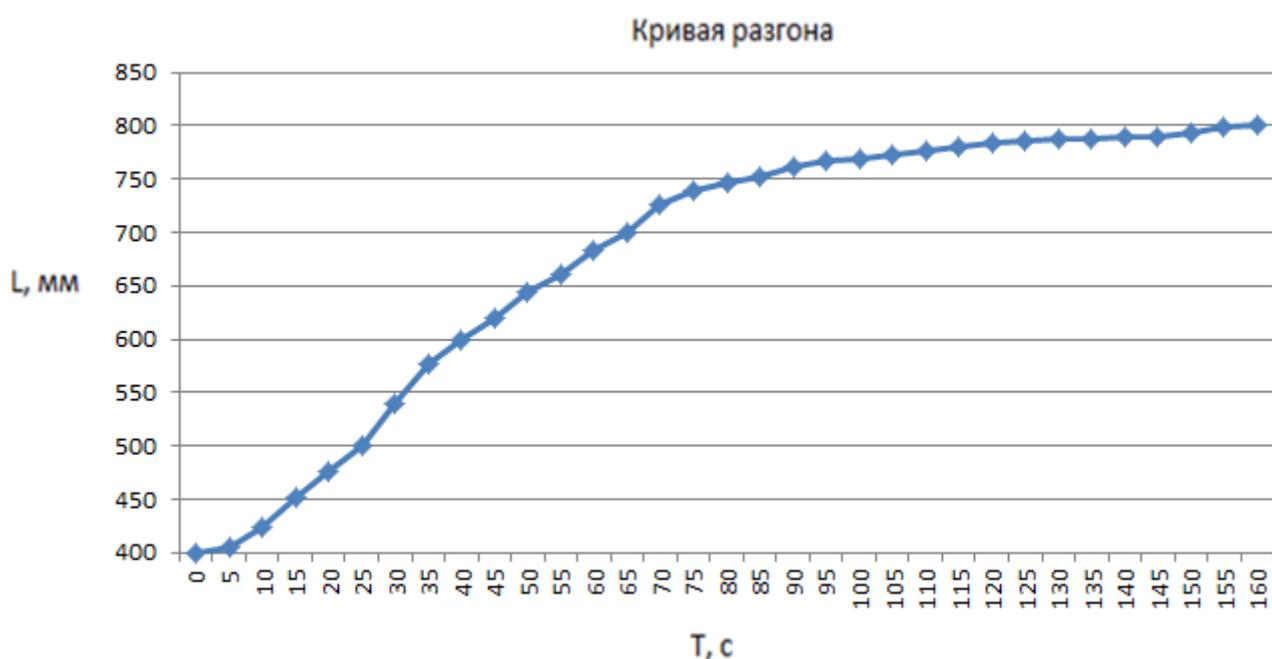


Рисунок 5 – Кривая разгона объекта регулирования

Проводим операцию по аппроксимации при помощи программного обеспечения Microsoft Excel и строим касательные, которые изображены на рисунке б, и сведём все полученные данные в таблицу 5.

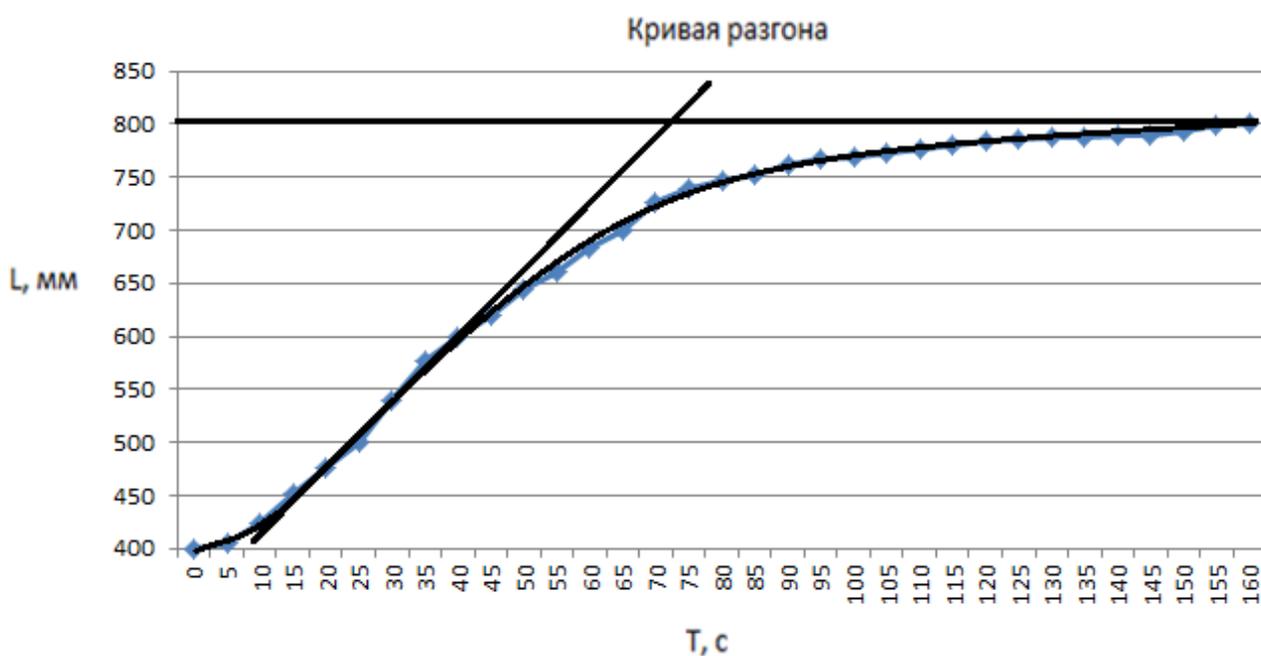


Рисунок 6 – Аппроксимирующая кривая разгона объекта регулирования

Таблица 5 – Параметры объекта управления

Коэффициент передачи объекта	$K=2$
Порядок объекта	$n=1$
Постоянная интегрирования объекта	$T_1=70$
Требуемая степень затухания переходных процессов в системе	$\psi = 0,99$
Заданный интегральный критерий качества работы системы	$I_1 = \int_0^{\infty} e(t) dt$
Запаздывание объекта	$\tau = 5 \text{ с}$

Структурная схема системы регулирования представлена на рисунке 7.

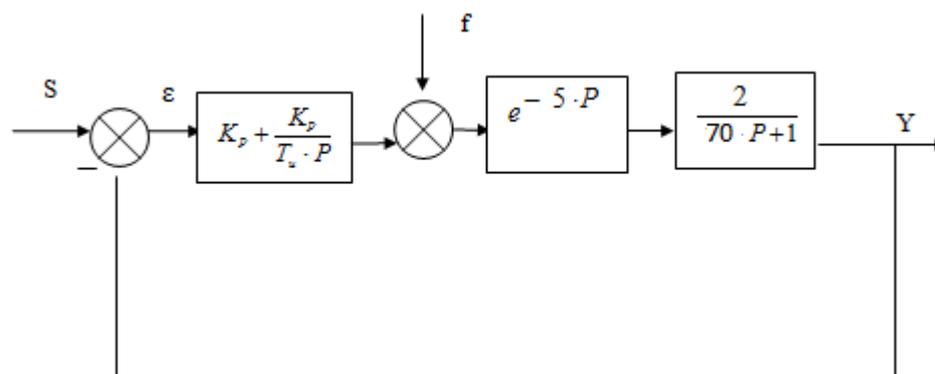


Рисунок 7 – Структурная схема системы регулирования

8.2 Расчет и построение границы заданного запаса устойчивости АСР

Чтобы рассчитать и построить границы заданного запаса устойчивости АСР с ПИ-регулятором, применим корневой метод параметрического синтеза систем автоматического регулирования с использованием расширенных амплитудно-фазовых частотных характеристик, или сокращенно РАФЧХ.

Применяя исходные данные, запишем, что для системы регулирования приняты следующие требования к запасу устойчивости системы: степень затухания переходного процесса в системе $\psi = 0,99$.

Исходим из того, что если нам известна зависимость между степенью затухания переходных процессов в заданной системе регулирования ψ и степенью колебательности переходных процессов в системе регулирования m , то можем определить значение заданной степени колебательности m системы по формуле:

$$m = -\frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \ln(1 - \psi) = 0,733, \quad (4)$$

где ψ – степень затухания переходных процессов системе регулирования.

Передаточная функция объекта регулирования в соответствии с исходными данными определяется по формуле:

$$W_{об}(P) = \frac{K \cdot e^{-P \cdot \tau}}{\prod_{i=1}^n (T_i \cdot P + 1)}, \quad (5)$$

где P – оператор Лапласа.

При $n=1$ выражение для $W_{об}(P)$ примет вид:

$$W_{об}(P) = \frac{K \cdot e^{-P \cdot \tau}}{(T \cdot P + 1)}. \quad (6)$$

После того как подставим значения из таблицы «параметры объекта», то получим конечное выражение для передаточной функции объекта регулирования:

$$W_{об}(P) = \frac{2 \cdot e^{-5P}}{70P + 1}. \quad (7)$$

Далее необходимо определить расширенные частотные характеристики объекта регулирования. Расширенные частотные характеристики для требуемого звена получаем осуществив подстановку в передаточную

функцию этого звена $W(P)$ оператор $p = -m \cdot \omega + i \cdot \omega$ или $p = -\eta + i \cdot \omega$, в выражениях для оператора Лапласа ω – частота, c^{-1} . При $p = -m \cdot \omega + i \cdot \omega$ обеспечивается получение границы заданной степени колебательности системы m , а при $p = -\eta + i \cdot \omega$ получим границы заданной степени устойчивости системы η в пространстве параметров настройки регулятора.

Совершим замену для передаточной функции объекта оператора $p = -m \cdot \omega + i \cdot \omega$, и в итоге получаем выражение для РАФЧХ объекта регулирования:

$$W_{об}(m, \omega) = \frac{2 \cdot e^{-5 \cdot (-m \cdot \omega + i \cdot \omega)}}{70 \cdot (-m \cdot \omega + i \cdot \omega) + 1} . \quad (8)$$

Используя программу Mathcad для совершения математических расчетов. Для этого предварительно задаем начальное значение частоты $\omega = 0$ c^{-1} и шаг по частоте $\Delta\omega = 0,005 c^{-1}$, и далее совершаем расчет расширенных частотных характеристиках объекта при изменении частоты до $\omega = 0,2 c^{-1}$.

Расширенная вещественная частотная характеристика (РВЧХ):

$$Re_{об}(m, \omega) = Re(W_{об}(m, \omega)) . \quad (9)$$

Расширенная мнимая частотная характеристика (РМЧХ):

$$Im_{об}(m, \omega) = Im(W_{об}(m, \omega)) . \quad (10)$$

Расширенная амплитудно – частотная характеристика (РАЧХ):

$$A_{об}(m, \omega) = \sqrt{Re_{об}^2(m, \omega) + Im_{об}^2(m, \omega)} . \quad (11)$$

Результаты полученного расчёта сводим в таблицу 6, представленную ниже.

Таблица 6 – Результаты расчета РАФЧХ объекта регулирования

$\omega, 1/c$	$Re_{\omega\omega}(m,\omega)$	$Im_{\omega\omega}(m,\omega)$	$A_{\omega\omega}^2(m,\omega)$
0	2	-1,5e-7	2
0,005	2,216	-1,112	2,479
0,01	1,288	-2,064	2,433
0,015	0,276	-1,946	1,966
0,02	-0,182	-1,526	1,537
0,025	-0,348	-1,187	1,236
0,03	-0,402	-0,948	1,03
0,035	-0,415	-0,779	0,883
0,04	-0,411	-0,656	0,774
0,045	-0,401	-0,563	0,691
0,05	-0,389	-0,491	0,627
0,055	-0,377	-0,433	0,574
0,06	-0,366	-0,386	0,532
0,065	-0,356	-0,346	0,496
0,07	-0,346	-0,312	0,466
0,075	-0,337	-0,284	0,441
0,08	-0,33	-0,258	0,419
0,085	-0,323	-0,236	0,4
0,09	-0,316	-0,216	0,383
0,095	-0,31	-0,198	0,368
0,1	-0,305	-0,182	0,355
0,105	-0,3	-0,167	0,343
0,11	-0,296	-0,153	0,333
0,115	-0,291	-0,14	0,323
0,12	-0,288	-0,128	0,315
0,125	-0,284	-0,117	0,307
0,13	-0,281	-0,107	0,3
0,135	-0,278	-0,097	0,294
0,14	-0,275	-0,087	0,288
0,145	-0,272	-0,078	0,283
0,15	-0,269	-0,07	0,278
0,155	-0,267	-0,061	0,274
0,16	-0,265	-0,053	0,27
0,165	-0,262	-0,046	0,266
0,17	-0,26	-0,038	0,263
0,175	-0,258	-0,031	0,26
0,18	-0,256	-0,024	0,257
0,185	-0,254	-0,017	0,254
0,19	-0,252	-9,815e-3	0,252
0,195	-0,25	-3,15e-3	0,25
0,2	-0,248	3,39e-3	0,248

Формулы для расчета по корневому методу для ПИ-регулятора
выглядят следующим образом:

$$\frac{K_p}{T_u} = -\frac{\omega \cdot (m^2 + 1) \cdot \text{Im}_{o\delta}(m, \omega)}{A_{o\delta}^2(m, \omega)}; \quad (12)$$

$$K_p = -\frac{m \cdot \text{Im}_{o\delta}(m, \omega) + \text{Re}_{o\delta}(m, \omega)}{A_{o\delta}^2(m, \omega)}. \quad (13)$$

В вышеуказанных формулах (12) и (13):

- K_p – коэффициент передачи ПИ-регулятора;
- T_u – постоянная интегрирования ПИ-регулятора.

Задаем диапазон для изменения частоты $\omega = 0 \div 0,2 \text{ с}^{-1}$ с шагом

$\Delta\omega = 0,005 \text{ с}^{-1}$, и определяем настройки регулятора $\frac{K_p}{T_u}$ и K_p в заданном

диапазоне частот с помощью программы Mathcad. Результаты расчётов сводим в таблицу 7, представленную ниже.

Таблица 7 – Результаты, полученные при проведении расчёта параметров настройки ПИ-регулятора в заданном диапазоне частот

$\omega, 1/\text{с}$	K_p	K_p/T_u	$\omega, 1/\text{с}$	K_p	K_p/T_u
0	-0,5	0	0,105	3,583	0,229
0,005	-0,228	1,39e-3	0,11	3,681	0,234
0,01	0,038	5,361e-3	0,115	3,769	0,237
0,015	0,298	0,012	0,12	3,848	0,239
0,02	0,551	0,02	0,125	3,918	0,239
0,025	0,796	0,03	0,13	3,979	0,237
0,03	1,035	0,041	0,135	4,032	0,232
0,035	1,265	0,054	0,14	4,076	0,226
0,04	1,488	0,067	0,145	4,111	0,218
0,045	1,702	0,081	0,15	4,139	0,207
0,05	1,908	0,096	0,155	4,158	0,195
0,055	2,106	0,111	0,16	4,169	0,18
0,06	2,295	0,126	0,165	4,172	0,163
0,065	2,474	0,14	0,17	4,167	0,144
0,07	2,645	0,155	0,175	4,156	0,122
0,075	2,807	0,168	0,18	4,136	0,099
0,08	2,959	0,181	0,185	4,11	0,073
0,085	3,103	0,193	0,19	4,077	0,045
0,09	3,237	0,204	0,195	4,038	0,015
0,095	3,361	0,214	0,2	3,992	-0,017
0,1	3,477	0,222			

По полученным данным из таблицы 7 строим график зависимости $K_p/T_u=f(K_p)$, т. е указываем границу заданного запаса устойчивости системы регулирования, изображенную на рисунке 8.

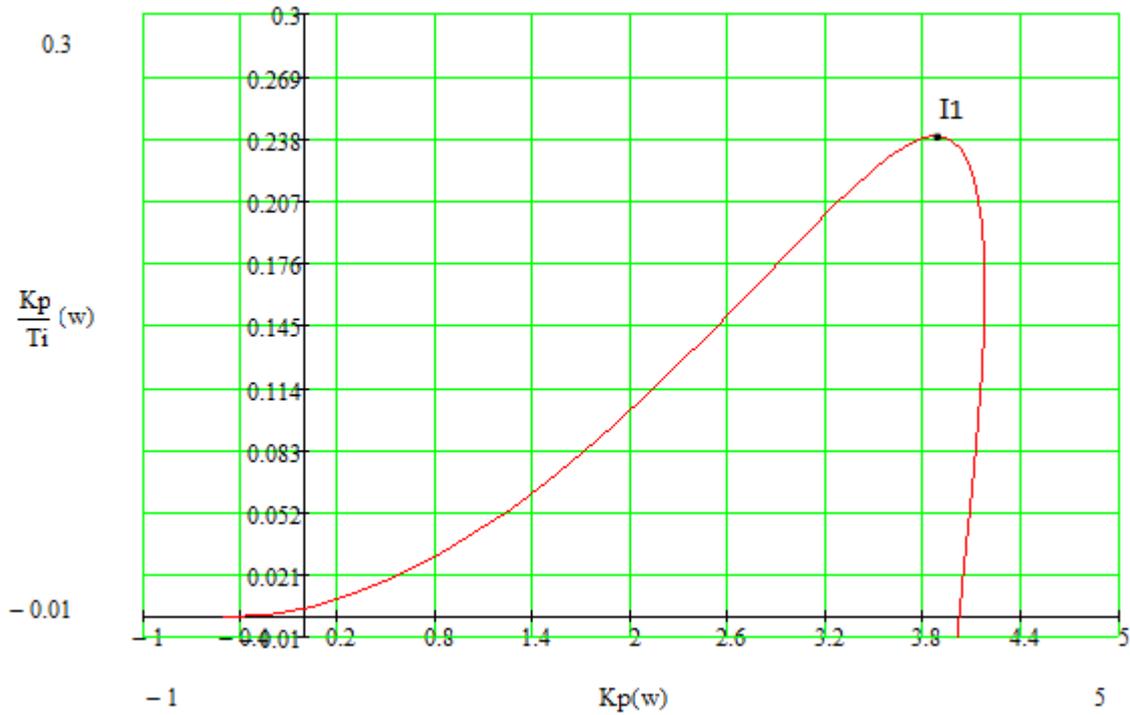


Рисунок 8 – Расчет настройки ПИ-регулятора

Полученная кривая выражается линией заданной степени затухания $\Psi=\Psi_{зад}=0,99$ процесса регулирования. Это соответствует степени колебательности равной 0,733. В итоге, все полученные значения $\frac{K_p}{T_u}$ и K_p , лежащие на этой кривой, способны обеспечить определенную степень затухания (в данном случае $\Psi= \Psi_{зад}=0,99$).

8.3 Определение оптимальных параметров настройки ПИ – регулятора

Определение оптимальных параметров настройки регулятора осуществляется вдоль границы заданного запаса устойчивости системы регулирования, представленной на рисунке 8, до достижения экстремума принятого критерия качества. В качестве критерия качества выбран первый интегральный критерий.

Минимуму первого интегрального критерия соответствует точка максимума значения $\frac{K_p}{T_u}$ в сторону большего значения частоты. Данная точка и определяет оптимальные параметры настройки ПИ-регулятора. Используя данные таблицы 7 и рисунка 8, определяются следующие значения: $\frac{K_p}{T_u} = 0,239$, $K_p = 3,92$ при $\omega = 0,125 \text{ с}^{-1}$.

Поэтому, оптимальные параметры настройки ПИ-регулятора имеют значения:

$$\frac{K_p}{T_u} = 0,239; K_p = 3,92; T_u = 16,4 \text{ с}. \text{ Резонансная частота замкнутой системы}$$
$$\omega = 0,125 \text{ с}^{-1}.$$

8.4 Расчет и построение переходного процесса по каналу задания S-Y

Для одноконтурной системы управления определяется передаточная функция по каналу задания по формуле:

$$W_{кз}(p) = \frac{W_{об}(p) \cdot W_p(p)}{1 + W_{об}(p) \cdot W_p(p)}. \quad (14)$$

Передаточная функция ПИ-регулятора:

$$W_p(p) = K_p + \frac{K_p}{T_u \cdot p}. \quad (15)$$

После подстановки значения $W_p(p)$ в формулу (61), определяется окончательное выражение для передаточной функции замкнутой системы по каналу задания:

$$W_{кз}(p) = \frac{W_{об}(p) \cdot (K_p + \frac{K_p}{T_u \cdot p})}{1 + W_{об}(p) \cdot (K_p + \frac{K_p}{T_u \cdot p})} = \frac{K_p \cdot W_{об}(p) \cdot (T_u \cdot p + 1)}{T_u \cdot p + K_p \cdot W_{об}(p) \cdot (T_u \cdot p + 1)}. \quad (16)$$

Для АФЧХ замкнутой системы полученное выражение образуется путём замены оператора P в формуле (61) на $p = i \cdot \omega$:

$$W_{кз}(i \cdot \omega) = \frac{K_p \cdot W_{об}(i \cdot \omega) \cdot (T_u \cdot i \cdot \omega + 1)}{T_u \cdot i \cdot \omega + K_p \cdot W_{об}(i \cdot \omega) \cdot (T_u \cdot i \cdot \omega + 1)}. \quad (17)$$

После того, как задаем диапазон изменения частоты $\omega = 0 \dots 0,6 \text{ с}^{-1}$ с шагом $\Delta\omega = 0,015 \text{ с}^{-1}$, рассчитывается вещественная частотная характеристика замкнутой системы $\text{Re}_{з.с.1}(\omega)$. Результаты расчёта сведены в таблицу 8.

Таблица 8 – Результаты расчёта вещественной частотной характеристики, замкнутой АСР при регулирующем воздействии

частота $\omega, \text{с}^{-1}$	$\text{Re}_{об}(m, \omega)$	частота $\omega, \text{с}^{-1}$	$\text{Re}_{об}(m, \omega)$
0	1	0,315	-0,546
0,015	1,026	0,33	-0,488

Продолжение таблицы 8

частота ω , с^{-1}	$\text{Re}_{00}(\text{m}, \omega)$	частота ω , с^{-1}	$\text{Re}_{00}(\text{m}, \omega)$
0,03	1,095	0,345	-0,435
0,045	1,184	0,36	-0,385
0,06	1,254	0,375	-0,34
0,075	1,264	0,39	-0,298
0,09	1,169	0,405	-0,259
0,105	0,945	0,42	-0,224
0,12	0,604	0,435	-0,192
0,135	0,201	0,45	-0,163
0,15	-0,188	0,465	-0,136
0,165	-0,502	0,48	-0,111
0,18	-0,716	0,495	-0,089
0,195	-0,837	0,51	-0,068
0,21	-0,884	0,525	-0,05
0,225	-0,881	0,54	-0,032
0,24	-0,847	0,555	-0,017
0,255	-0,795	0,57	-0,002
0,27	-0,734	0,585	0,011
0,285	-0,67	0,6	0,023
0,3	-0,607		

По данным таблицы 8 строим график ВЧХ замкнутой АСР, который приведен на рисунке 9.

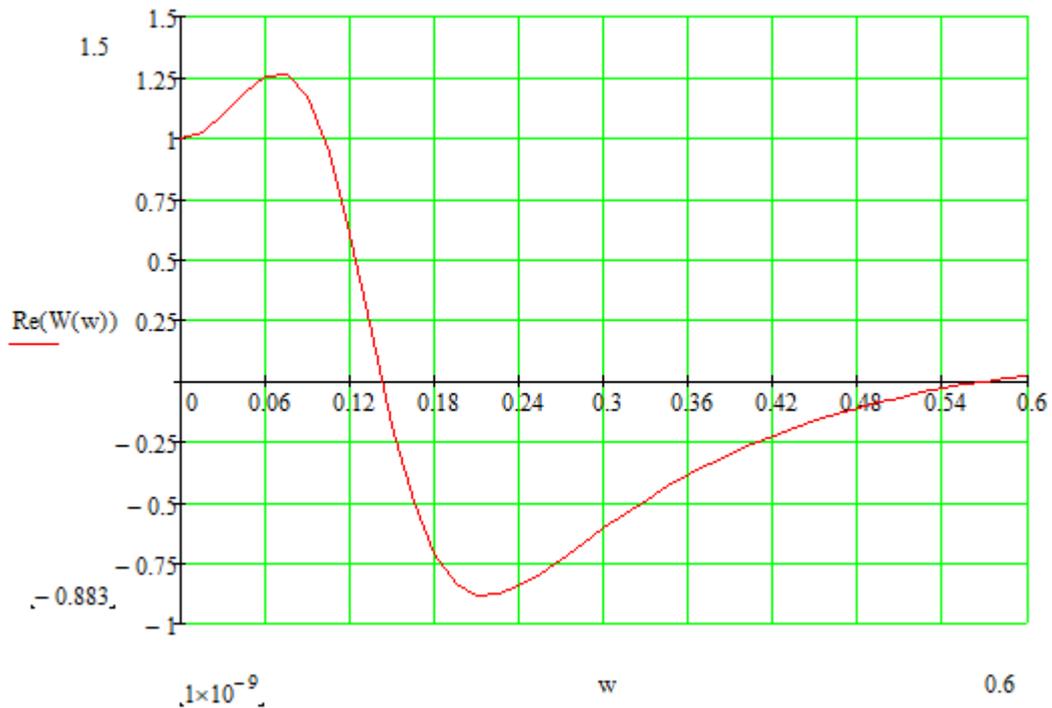


Рисунок 9 – График ВЧХ замкнутой АСР при регулирующем воздействии

Переходный процесс в замкнутой системе по каналу задания рассчитывается по методу трапеций, используя ВЧХ замкнутой системы, приведенный на рисунке 9.

Переходная характеристика системы $y(t)$ связана с ВЧХ этой системы $\text{Re}(\omega)$ следующим выражением:

$$y(t) = \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^{\infty} \frac{\text{Re}(\omega)}{\omega} \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot d\omega, \quad (18)$$

где t – время переходного процесса в замкнутой АСР.

Задав диапазон изменения времени переходного процесса $t=0 \div 120$ с и шаг $\Delta t=5$ с, рассчитаем переходный процесс в замкнутой АСР по каналу S–Y. Результаты расчета сведём в таблицу 9.

Таблица 9 – Результаты расчёта переходного процесса в замкнутой АСР по каналу S–Y

t, с	$Y_{s-y}(t)$	t, с	$Y_{s-y}(t)$
0	0	105	1
5	0,054	110	1
10	0,617	115	1
15	1,192	120	1
20	1,434		
25	1,422		
30	1,279		
35	1,133		
40	1,028		
45	0,981		
50	0,969		
55	0,978		
60	0,989		
65	0,999		
70	1,003		
75	1,003		
80	1,003		
85	1,001		
90	1		
95	1		
100	1		

По полученным данным в таблице 9 строится график переходного процесса в замкнутой АСР по каналу S–Y, который приведён на рисунке 10.

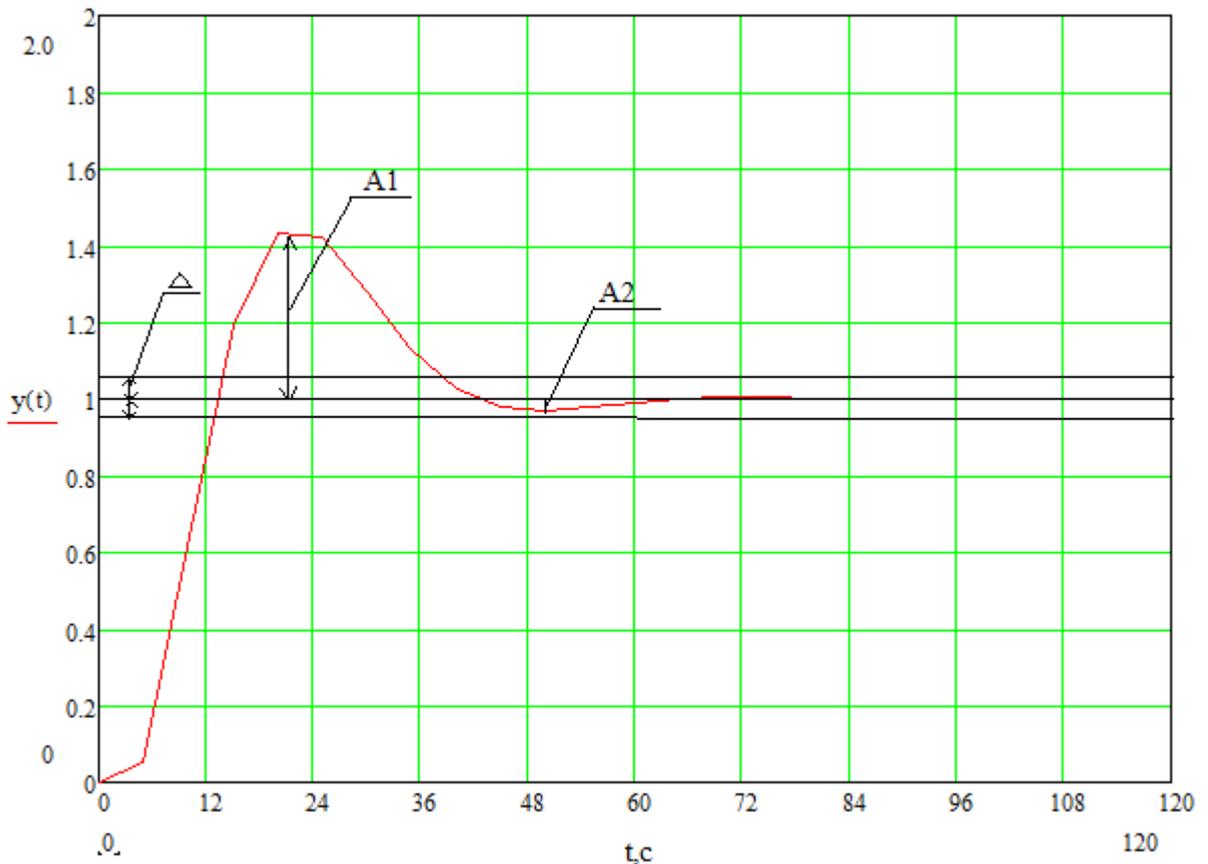


Рисунок 10 – График переходного процесса в замкнутой АСР по каналу S-У

По полученным данным в таблице 9 и рисунке 10, производим оценку качества переходного процесса в замкнутой АСР по каналу S-У.

Прямые критерии качества:

1) максимальная динамическая ошибка: $A_1 = 0,433$;

2) перерегулирование: $\sigma = \frac{A_1}{y(\infty)} \cdot 100 = \frac{0,433}{1} \cdot 100 = 43,3 \%$, (19)

где $y(\infty)$ – уровень установившегося значения регулируемой величины при времени переходного процесса t , равного бесконечности;

3) динамический коэффициент регулирования R_D не определяется для такого типа процессов;

4) степень затухания переходного процесса:

$$\psi = 1 - \frac{A_2}{A_1} = 1 - \frac{0,022}{0,433} = 0,949, \quad (20)$$

где A_2 – вторая максимальная динамическая ошибка регулируемой величины;

$$5) \text{ статическая ошибка: } \varepsilon_{CT} = S - y(\infty) = 1 - 1 = 0, \quad (21)$$

где S – сигнал регулирующего воздействия $1(t)$;

б) время регулирования: $t_p \approx 40$ с при величине $\delta = 0,05 \cdot y(\infty) = 0,05$, значение которой задают для контроля переходного процесса с заданной степенью точности.

Под оптимальным процессом регулирования как правило имеют в виду процесс, удовлетворяющий требованиям к запасу устойчивости системы. Поиск оптимальных параметров настройки осуществляется вдоль границы заданного запаса устойчивости системы регулирования до достижения экстремума принятого критерия качества. В качестве принятого критерия качества был принят первый интегральный критерий.

В результате вычислений, получены оптимальные параметры настройки контроллера ($K_p/T_i = 0,239$; $K_p = 3,92$; $T_i = 16,402$), способствующие равномерному и оптимальному регулированию температуры теплоносителя, с минимальным временем запаздывания, а также был построен переходный процесс по каналу задания. Оценка качества этого процесса показала, что он удовлетворяет требованиям запаса устойчивости системы, полученной при идентификации кривой разгона.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Б3В	Беляев Савелий Викторович

Институт	ЭНИН	Кафедра	АТП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	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>	НИ выполняется на базе ТПУ с использованием оборудования университета, количество исполнителей НИ – 2 человека (Руководитель и инженер)
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	ГОСТ 14.322-83 Нормирование расхода материала. Основные положения; ГОСТ 51541-99 Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления по страховым взносам составляют 30% от ФОТ.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. Планирование работ и оценка времени на их выполнение. 2. Смета затрат на проект
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	3. Смета затрат на оборудование и монтажные работы
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	4. Анализ полученных результатов

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры менеджмента	Кузьмина Наталия Геннадиевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б3В	Беляев Савелий Викторович		

9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Темой НИ является регулирование уровня конденсата в подогревателе низкого давления, анализ необходимого оборудования и выявление наиболее оптимального варианта для осуществления ресурсоэффективной модернизации тепловой турбины К-300-240.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности НИ.

Достижение поставленной цели обеспечивается решением следующих задач:

- планирование работ и оценка времени на их выполнение;
- смета затрат на проект;
- смета затрат на оборудование и на монтажные работы;
- анализ полученных результатов.

С учетом решения данных задач была сформирована структура и содержание раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

9.1 Планирование работ и оценка времени на их выполнение

В таблице 10 представлены все виды выполняемых работ и время их выполнения.

Таблица 10 - Перечень работ и оценка их выполнения

Наименование работ	Количество исполнителей		Продолжительность, дней	
	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель
1. Выдача и получение задания	1	1	1	1
2. Анализ литературных данных	1	1	20	-
3. Описание объекта исследования, разработка структурной схемы	1	-	6	-
4. Разработка функциональной схемы	1	1	3	1
5. Выбор технических средств и составление заказной спецификации	1	1	10	1
6. Разработка монтажной и принципиальной схем	1	1	6	1
7. Разработка чертежа общего вида щитовой конструкции	1	1	3	1
8. Проведение необходимых расчетов	1	1	17	2
9. Обработка результатов выполненных расчетов	1	-	8	-
10. Техничко-экономическое обоснование	1	-	3	-
11. Социальная ответственность	1	-	3	-
12. Оформление пояснительной записки	1	-	10	-
13. Проверка пояснительной записки	1	1	-	3
итого	-	-	90	9

9.2 Смета затрат на проект

Совокупность затрат на проект определяется по следующей формуле в рублях:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{мат}} + K_{\text{ам}} + K_{\text{з/пл}} + K_{\text{с.о}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{накл}}, \quad (22)$$

где $K_{\text{мат}}$ - материальные затраты;

$K_{\text{ам}}$ -амортизация компьютерной техники;

$K_{\text{з/пл}}$ - затраты на заработную плату;

$K_{\text{с.о}}$ - затраты на социальные нужды;

$K_{\text{пр}}$ - прочие затраты;

$K_{\text{накл}}$ - накладные расходы.

9.2.1 Под материальными затратами понимается величина денежных средств, потраченных на канцелярские товары. Величину этих затрат принимаем 1000 руб.

9.2.2 Амортизация компьютерной техники рассчитывается в рублях в год как:

$$K_{\text{ам}} = \frac{T_{\text{исп.кт}}}{T_{\text{кал}}} \cdot C_{\text{кт}} \cdot \frac{1}{T_{\text{сл}}}, \quad (23)$$

где $T_{\text{исп.кт}}$ - время использования компьютерной техники;

$T_{\text{кал}}$ - календарное время;

$C_{\text{кт}}$ - цена компьютерной техники;

$T_{\text{сл}}$ - срок службы компьютерной техники.

$$K_{\text{ам}} = \frac{90}{365} \cdot 25000 \cdot \frac{1}{5} = 1232,87 \quad (24)$$

9.2.3 Затраты на заработную плату рассчитываются в рублях как:

$$K_{\text{з/пл}} = ЗП_{\text{инж}}^{\phi} + ЗП_{\text{нр}}^{\phi}, \quad (25)$$

где $ЗП_{\text{инж}}^{\phi}$ - фактическая заработная плата инженера;

$ЗП_{\text{нр}}^{\phi}$ - заработная плата научного руководителя.

Месячный оклад в рублях:

$$ЗП_{\text{инж}}^{\text{м}} = ЗП_0 \cdot K_1 \cdot K_2 = 17000 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 24310; \quad (26)$$

$$ЗП_{\text{нр}}^{\text{м}} = ЗП_0 \cdot K_1 \cdot K_2 = 26300 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 37609; \quad (27)$$

где $ЗП_{инж}^M$ -месячная заработная плата инженера;

$ЗП_{нр}^M$ - месячная заработная плата научного руководителя;

$ЗП_0$ - месячный оклад (инженер 17000 , научный руководитель 26300 рублей);

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

K_2 - районный коэффициент, равен 1,3 (10%).

Фактическая заработная плата в рублях:

$$ЗП_{\phi} = \frac{ЗП_{мес}}{21} \cdot n^{\phi}, \quad (28)$$

где $ЗП_{мес}$ - месячная заработная плата;

21- среднее число рабочих дней в месяце;

n^{ϕ} - фактическое число дней в проекте.

$$\text{Инженер: } ЗП_{инж}^{\phi} = \frac{24310}{21} \cdot 90 = 104185,71. \quad (29)$$

$$\text{Научный руководитель } ЗП_{нр}^{\phi} = \frac{37609}{21} \cdot 9 = 16118,14. \quad (30)$$

$$K_{з/пл} = 16118,14 + 104185,71 = 120303,85. \quad (40)$$

9.2.4 Затраты на социальные нужды принимаются как 30 % от затрат на заработную плату.

$$K_{с/н} = 120303,85 \cdot \frac{30\%}{100\%} = 36091,15 \quad (41)$$

9.2.5 Прочие затраты принимаются как 10 % от суммы материальных затрат, амортизационных отчислений, затрат на заработную плату и затрат на социальные нужды.

$$K_{пр/з} = (1000 + 1232,87 + 120303,85 + 36091,15) \cdot \frac{10\%}{100\%} = 15862,78 \quad (42)$$

9.2.6 Накладные расходы принимаются в размере 200 % от затрат на заработную плату.

$$K_{н/р} = 120303,85 \cdot \frac{200\%}{100\%} = 240607,7 \quad (43)$$

В таблице 11 представлена смета затрат на проект.

Таблица 11-Смета затрат на проект

Элементы затрат	Стоимость, руб
1. Материальные затраты	1000
2. Амортизация компьютерной техники	1232,87
3. Затраты на заработную плату	120303,85
4. Затраты на социальные нужды	36091,15
5. Прочие затраты	15862,78
6. Накладные расходы	240607,7
Итого:	415098,35

9.3 Смета затрат на оборудование и монтажные работы

В таблице 12 представлен перечень используемого оборудования в проекте и его стоимость.

Таблица 12-Затраты на оборудование

Наименование	Стоимость, руб.
1. Программируемый логический контроллер	6622
2. Уравнительный сосуд	2090
3. Преобразователь гидростатического давления	23700
4. Задатчик ручной	2950
5. Блок ручного управления	3304
6. Пускатель бесконтактный реверсивный	4130
7. Механизм электроисполнительный однооборотный	19800
8. Дистанционный указатель положения	3900
9. Кабель АКВВГ 4х2,5	3000
10. Кабель КВВГ 4х1,5	4000
11. Компьютер	25000
Итого	98496

Затраты на монтажные работы, транспортировку и демонтаж оборудования в рублях составляют 20 % от суммы затрат на технические средства:

$$I_{\text{монт}} = 0,2 \cdot I_{\text{обор}}, \quad (44)$$

где $I_{\text{обор}}$ - затраты на оборудование.

$$I_{\text{монт}} = 0,2 \cdot 98496 = 19699,2. \quad (45)$$

9.4 Анализ полученных результатов

Результатом данной работы является повышение ресурсоэффективности паровой турбины К-300-240, путем введения автоматической системы регулирования уровня конденсата в подогревателях низкого давления. Повышение уровня конденсата греющего пара в подогревателях низкого давления уменьшает поверхность теплообмена, что приводит к недогреву питательной воды и снижению коэффициента полезного действия энергоблока. Чрезмерно высокий уровень может привести к попаданию воды в систему отсоса паровоздушной смеси или даже к ее вскипанию и забросу пароводяной смеси в проточную часть турбины и, как следствие, вызвать аварию. Поддержание уровня конденсата в корпусе ПНД в заданных пределах осуществляется автоматическим регулятором уровня, исполнительным органом которого является регулирующий клапан, устанавливаемый на трубопроводе выхода конденсата из подогревателя. Регулирование уровня осуществляется изменением расхода отводимого конденсата, что зависит от площади проходного сечения регулирующего клапана. Во избежание аварий и поломок оборудования, а также его износа, рационально было использовать разработанную автоматическую систему управления уровнем конденсата в подогревателе низкого давления.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Б3В	Беляеву Савелию Викторовичу

Институт	ЭНИН	Кафедра	АТП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объектом исследования в данной работе является автоматическая система регулирования уровня конденсата в подогревателе низкого давления.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов 1.2. Анализ выявленных опасных факторов	В результате выполненной работы были выявлены следующие вредные факторы при разработке и эксплуатации системы: - электромагнитное излучение; - шумы и вибрации; - повышенная запыленность и загазованность; - повышенная концентрация углекислого газа в помещении. Возможные опасные факторы: - поражение электрическим током; - пожаро - и взрывоопасность. Для работы были использованы такие законодательные и нормативные документы, как: СанПин, СНиП, ГОСТ, НПБ.
2. Экологическая безопасность	Потенциальным негативным воздействием на окружающую среду является воздействие на атмосферный воздух (выбросы CO ₂ при работе оборудования). Для улучшения экологической обстановки будут разработаны методы минимизации ущерба окружающей среде.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	При описании опасных факторов, в данной работе указаны возможные ЧС, а также меры по предупреждению и оповещению о случившемся ЧС, приведены четкие регламентируемые требования по поведению персонала при возникновении ЧС и обязательной эвакуации. Все необходимые меры и требования регламентируются согласно нормативным документам.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	В данной работе также отражены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности (правильная компоновка рабочего места, вентиляция помещения, проведение инструктажей и прочее).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. Экологии и БЖД	Василевский Михаил Викторович	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б3В	Беляев Савелий Викторович		

10 Социальная ответственность

Целью выпускной квалификационной работы было рассмотрение и изучение автоматической системы регулирования уровня конденсата в подогревателе низкого давления, выполняющего диагностику теплоэнергетических объектов, т. е. поддержание значения уровня конденсата в заданном значении, для повышения эффективности работы тепловой станции. Автоматическая система является одним из наиболее перспективных методов автоматизации каких-либо действий с применением компьютерных технологий и средств автоматического управления. Достоинствами автоматической системы являются непрерывная выдача пользователю полного навигационного решения, возможность выдачи информации с высокой частотой, независимость от внешних источников информации.

В ходе работы был разработан алгоритм, позволяющий: управлять регулирующим клапаном; определять уровень конденсата через водоуказательное стекло; передавать данные системе при помощи программируемого логического контроллера.

Социальная ответственность предприятия – это уровень добровольного отклика на социальные потребности работников, лежащие вне определяемых законом или регулирующими органами требований, это действия, предпринимаемые во благо общества добровольно. К социальным вопросам на производстве относятся работы по охране труда, окружающей среды и работы в чрезвычайных ситуациях.

Охрана труда — система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, организационно-технические, социально-экономические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. Одна из основных задач охраны труда заключается в обеспечении безопасности труда человека, т.е. создание таких условий труда,

при которых исключается воздействие на людей опасных вредных производственных факторов.

Соблюдение правил и норм по безопасности жизнедеятельности необходимы для улучшения условий труда, а также позволяют обеспечить широкие возможности для высокой производительности.

Комплекс мероприятий организационного и технического характера, направленных на создание безопасных условий труда и предотвращение несчастных случаев на производстве, подразумевается техникой безопасности.

При разработке мер защиты от влияния вредных производственных факторов, необходимо дать описание применяемым мерам защиты с учетом требований нормативных документов.

Процесс изучения автоматической системы и последующей работы с данной системой происходит за рабочим местом: персональным компьютером и щитом автоматизации.

При работе с персональным компьютером и техническими средствами оперативного управления выделяются следующие вредные и опасные факторы:

- электромагнитное излучение;
- воздействие шумов и вибраций;
- метеорологические условия работы в помещениях;
- уровень освещения в помещении;
- возникновения возгораний и пожаров;
- поражение электрическим током.

10.1 Электробезопасность

Электробезопасность — это система мероприятий организационных и технических, в том числе и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного для жизни воздействия электрической дуги, электрического тока, статического электричества и электромагнитного поля.

Для обеспечения электробезопасности при работе с компьютером и техническими средствами оперативного управления должен выполняться следующий ряд требований.

Для обеспечения электропитания компьютеров должна быть смонтирована отдельная сеть электроснабжения. Периферийное оборудование компьютеров должно быть подключено только к линиям электроснабжения компьютерной сети.

Не допускается включение электропотребителей, неотносящихся к компьютерам (настольные лампы, вентиляторы и т. д.) в линии электроснабжения компьютерной сети.

Для обеспечения электропитания щита автоматизации должна быть смонтирована отдельная сеть электроснабжения для зарядки аккумуляторной батареи аппарата.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током все оборудование на рабочем месте должно быть, согласно требованиям ПУЭ, подключено к защитному заземлению, если такое подключение предусмотрено конструкцией оборудования.

Не допускается использование оборудования с открытыми корпусами, если это не является основным режимом работы оборудования.

Обслуживание оборудования рабочих мест должно производиться подготовленным персоналом, имеющим квалификацию инженера (техника), или сторонней специализированной организацией.

Электрические розетки системы электропитания должны располагаться таким образом, чтобы кабели электропитания оборудования, расположенного на рабочем месте, не пересекали рабочее место (были направлены от места расположения пользователя).

10.2 Шум и вибрация

Шумом называют сочетанием звуков различной частоты и интенсивности. Длительное воздействие шума негативно сказывается на здоровье человека. Происходит снижение остроты слуха, повышение артериального давления, следствием чего может быть возникновение сердечнососудистых заболеваний. Так же приводит к понижению внимания и в результате всего перечисленного снижается производительность труда и ухудшается качество работы.

Основные источники шума в комнатах, где расположено рабочее место, - плоттеры, принтеры, множительная техника и оборудование для кондиционирования воздуха и вентиляции помещений, винты турбины, а так же трансформаторы.

Для того чтобы снизить уровень шума и вибрации в помещениях вычислительных центров, необходимо вычислительное оборудование и аппараты располагать на амортизирующие прокладки и специальные фундаменты, которые предусмотрены нормативными документами.

На рабочем месте уровень шума не должен достигать 50 дБА. Нормируемый уровень шума обеспечивается путем применения малошумного оборудования, использования звукоизолирующих материалов (специальные перфорированные плиты, минераловатные плиты, панели).

Более того, рекомендуется использовать подвесные акустические потолки. Если уровень шума оборудования превышает нормированное значение, то шумящее оборудование должно находиться вне помещения с вычислительной техникой.

Если в производственных помещениях для работы используются преимущественно персональные компьютеры (диспетчерские, операторские, расчетные и др.), то эти помещения не должны быть рядом с помещениями, в которых превышаются нормируемые значения уровня шума и вибрации.

10.3 Пожарная безопасность

Противопожарная защита — это комплекс технических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на ограничение распространения пожара, и на его предотвращение, а также на создание условий для успешного тушения пожара.

Система предотвращения пожара и система пожарной защиты обеспечивают пожарную безопасность. В каждом служебном помещении обязательно должен находиться «План эвакуации людей при пожаре», предусматривающий последующие действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения техники пожаротушения.

Пожары представляют особую опасность, так как несут за собой большие материальные потери.

Горючими компонентами в вычислительных центрах являются: двери, перегородки, полы, изоляция кабелей, строительные материалы для эстетической и акустической отделки помещений и т. д.

Источниками зажигания в вычислительных центрах могут быть электрические схемы от ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, в которых в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

Очень высокая плотность размещения элементов электронных схем наблюдается в современных ЭВМ. Кабели, соединительные провода, находятся в непосредственной близости друг от друга. Значительное количество теплоты выделяется при протекании по ним электрического тока. При этом возможно оплавление изоляции. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха служат для отвода избыточной теплоты от ЭВМ. Эти системы представляют собой дополнительную пожарную опасность при постоянном действии.

Категория пожарной опасности В установлена для большинства помещений вычислительных центров.

10.4 Метеорологические условия работы в помещениях

Под метеорологическими условиями понимаются температура, относительная влажность и скорость движения воздуха. Для этих параметров для рабочей зоны устанавливаются оптимальные и допустимые параметры.

На рабочих местах и в помещениях с вычислительной техникой метеорологические условия должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 13.

Таблица 13 – Микроклимат производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С	Скорость движения воздуха, м/с	Относительная влажность воздуха, %
Холодный	22...24	до 0,1	40...60
Теплый	23...25	0,1...0,2	40...60

Воздух, который поступает в рабочее помещение операторов ЭВМ, очищается от загрязнений от микроорганизмов и пыли. Патогенной микрофлоры быть не должно.

При кондиционировании воздуха необходимо обеспечить поддержание параметров микроклимата в требуемых пределах в течение каждого сезона года, максимально очистить воздух от пыли и вредных веществ, создать необходимое избыточное давление в чистом помещении для того, чтобы исключить поступление неочищенного воздуха. При этом подаваемый воздух должен иметь температуру не ниже 19 °С.

Температура воздуха в помещении должна регулироваться, учитывая наличие тепловых потоков от различного оборудования. При выборе оборудования предпочтение должно отдаваться оборудованию с меньшей электрической мощностью. Его необходимо устанавливать таким образом,

чтобы тепловые потоки от него не были направлены в сторону операторов. Также рекомендуется уменьшать число вычислительных машин в помещении и избегать установки напольных систем отопления.

Пол в помещениях должен обладать ровной, нескользкой поверхностью, удобной для очистки и влажной уборки, без выбоин. Покрытия рабочих столов и пола должны обладать антистатическими свойствами и сохранять их в процессе эксплуатации. В помещениях ежедневно должна проводиться влажная уборка.

Рациональная организация естественного и искусственного освещения помещения и рабочих мест, т.е. создание оптимальной световой среды, имеет важное место в комплексе мероприятий по созданию условий труда, работающих с ПЭВМ.

Помещения, предназначенные для размещения рабочих мест пользователей персональных компьютеров, должны иметь искусственное и естественное освещение.

Естественное освещение помещений, предназначенных для размещения рабочих мест, должно осуществляться через световые проемы, ориентированные преимущественно на север и северо-восток.

В случае иной ориентации световых проемов, необходимо предусматривать эффективные средства регулирования интенсивности естественного освещения.

Оконные проемы в помещениях, предназначенных для использования компьютеров, необходимо оборудовать устройствами регулирования интенсивности естественного освещения типа жалюзи, внешних козырьков и др.

Искусственное освещение в помещениях должно осуществляться системой общего равномерного освещения. Для использования в качестве источников местного освещения пригодны светильники, позволяющие избежать возникновения ослепления и бликов (с возможностью регулирования пространственного положения).

Местное освещение на рабочих местах пользователей персональных компьютеров не должно на поверхности экрана создавать бликов и увеличивать освещенность экрана.

При искусственном освещении, в качестве источников света, необходимо применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ. В административно-общественных и производственных помещениях, при устройстве отраженного освещения, допускается применение металлогалогенных ламп мощностью до 250 Вт. В том числе допускается применение ламп накаливания в светильниках местного освещения.

Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения пользователя при рядном расположении рабочих мест. При периметральном расположении рабочих мест линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к пользователю.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях необходимо проводить своевременную чистку стекол и оконных рам, а также светильников не реже чем двух раз в год, заменять перегоревшие лампы.

10.5 Электромагнитное излучение

Повышенный уровень электромагнитных излучений и его оценка проводится при выполнении работ с любым электрическим оборудованием.

Персональный компьютер является источником широкополосных электромагнитных излучений:

- видимого 400..750 нм;
- ближнего 750...2000 нм;
- мягкого рентгеновского;
- ультрафиолетового 200...400 нм;
- радиочастотного диапазона 3кГц;
- электростатических полей.

Персональный компьютер является источником электромагнитных излучений:

- радиочастотного диапазона 2,4 кГц;
- электростатических полей.

Таблица 14 – Требования к показателям электромагнитного поля и ионизирующего излучения персонального компьютера

Параметр	ПДУ
Мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения на расстоянии 5 см от монитора	100 мкР/час
Напряженность электрического поля на расстоянии 50 см от монитора в диапазоне частот: 0,005...2 кГц 2...400 кГц	25 В/м 2,5 В/м
Плотность потока магнитной индукции на расстоянии 50 см от монитора в диапазоне частот: 0,005...2 кГц 2...400 кГц	250 нТл 25 нТл
Эквивалентный поверхностный электростатический потенциал экрана монитора	500 В

Требования к показателям электромагнитного поля и ионизирующего излучения блока ручного управления, ручного задатчика и контроллера такие же, как требования к показателям электромагнитного поля и ионизирующего излучения персонального компьютера, потому что основная работа с аппаратом проводилась в непосредственной близости.

Основную опасность для здоровья пользователя (и находящихся вблизи лиц) представляет электромагнитное излучение в диапазоне 20...400 кГц, создаваемое отклоняющей системой кинескопа и видеомонитора. Многочисленные экспериментальные данные, свидетельствующие о влиянии

ЭМП на живой организм (на молекулярном и клеточном уровне) – нервную, эндокринную, иммунную и кроветворную системы организма.

Низкочастотная составляющая (до 100 Гц) является самой опасной, способствует изменению биохимической реакции крови на клеточном уровне. Приводит к возникновению у человека симптомов раздражительности, нервного напряжения и стресса, вызывает осложнения в течение беременности, способствует нарушению репродуктивной функции и возникновению рака.

Видеомонитор создает вокруг себя ЭМП как высокой, так и низкой частоты, что способствует появлению электростатического поля и ведет к деионизации воздуха, что влияет на развитие клеток тканей организма, увеличивает вероятность возникновения катаракты.

В целях предосторожности следует обязательно использовать защитные экраны, в том числе рекомендуется ограничивать продолжительность работы с экраном ВДТ, не размещать их концентрированно в рабочей зоне и выключать их, при отсутствии работ.

Наряду с этим нужно устанавливать в помещении с ВДТ ионизаторы воздуха, чтобы чаще проветривать помещение и хотя бы один раз в течение рабочей смены очищать экран от пыли.

10.6 Экологическая безопасность

Загрязнение окружающей среды на промышленном предприятии может произойти в результате аварии или повреждения оборудования. Изучаемая автоматическая система предназначена для управления запорным устройством клапанного типа, выполняющим регулирование уровня конденсата. Подогреватель низкого давления, оснащенный водоуказательным стеклом, позволяет выявить уровень конденсата, что помогает предотвратить возможные аварии.

На электростанции есть вероятность утечек токсичных веществ, как в окружающую среду, так и внутри самого предприятия. Токсичное вещество

может нанести серьезный отравляющий вред персоналу и окружающей среде.

Обладая описанными возможностями, данный аппарат может быть использован на электростанции или другом промышленном предприятии. Использование аппарата позволяет улучшить контроль над технологическим процессом, что сокращает аварии на предприятии. Вследствие этого уменьшаются риски загрязнения окружающей среды, что уменьшает напряженность в ОС.

Каждое предприятие имеет корпоративную и социальную ответственность, а значит обязано следить за экологической ситуацией не только на занимаемой территории, но и в располагающемся городе, а так же во всем мире.

В заключение всего вышеперечисленного хочется отметить основную задачу, поставленную данным разделом – формирование у индивида социальной ответственности перед другими людьми и окружающей его средой обитания, а также необходимости выполнения всех возможных мероприятий, ведущих к улучшению условий окружающего мира.

10.7 Заключение по разделу «Социальная ответственность»

Темой выпускной квалификационной работы является «Разработка автоматической системы регулирования уровня конденсата в подогревателе низкого давления», которая подразумевает осуществления выбора оборудования, приборы и технические средства автоматизации. Выполненный подбор этих элементов позволит улучшить качество регулирования, тем самым понизить вероятность возникновения аварийных ситуаций. Кроме ущерба в материальном плане, авария на данном производстве может причинить серьезный ущерб экологической обстановке, и здоровью людей. Это нельзя допустить, так как каждое предприятие имеет свою корпоративную социальную ответственность, и обязуется следить за

экологической обстановкой не только на располагаемой территории, но и масштаб района, города и т.д.

По результатам проделанной работы по разделу «Социальная ответственность» можно выделить следующее:

- в данной работе была рассмотрена социальная ответственность производственного предприятия, именуемая «Корпоративная социальная ответственность» с указанием задач по сохранности и усовершенствованию окружающей среды;
- представлено описание вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на производстве;
- рассмотрены методики и средства для борьбы с данными факторами;
- рассмотрение личной социальной ответственности для каждого индивида;
- рассмотрены возможные чрезвычайные ситуации и меры по их предотвращению, предупреждению и оповещению;
- отображены организационные и правовые вопросы по обеспечению безопасности для рабочего персонала.

Заключение

В рамках данной выпускной квалификационной работы осуществлена разработка системы автоматического регулирования уровня конденсата в подогревателе низкого давления. По полученным данным осуществлен подбор требуемого оборудования и средства автоматизации, способные обеспечить равномерное и оптимальное регулирование уровня конденсата в подогревателе низкого давления.

Для реализации данной системы разработаны:

- структурная схема;
- функциональная схема;
- принципиальная электрическая схема;
- монтажная схема;
- общий вид щита автоматизации;
- заказная спецификация приборов и средств автоматизации.

Система автоматического регулирования уровня конденсата в подогревателе низкого давления реализована на базе регулятора SIMATIC S7-200, использующий ПИ закон регулирования.

Экспериментальным путем получена кривая разгона исследуемого объекта и определены оптимальные параметры настройки контроллера ($K_p/T_i = 0,239$, $K_p = 3,92$, $T_i = 16,402$), способствующие равномерному и оптимальному регулированию температуры теплоносителя, с минимальным временем запаздывания.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассмотрена внешняя и внутренняя среда

разрабатываемого объекта, выполнено экономическое обоснование разработанной системы управления. Составлены сметы затрат на монтаж этой системы, а также на её оборудование.

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ наличия вредных и опасных факторов на установке, а также их воздействие на рабочий персонал, и окружающую среду, а также определены мероприятия, направленные на снижения рисков возникновения опасных ситуаций.

Список использованных источников

1. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок электрических станций: Учебное пособие для вузов / Г.П. Плетнев – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 340 с.
2. Проектирование систем автоматического контроля и регулирования: учебное пособие/ А.В. Волощенко, Д.Б. Горбунов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 108 с.
3. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие/ А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев; Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
4. Технические средства автоматизации технологических процессов: Номенклатурный каталог продукции.–Чебоксары: Изд-во ЗЭиМ, 2006. – 61 с.
5. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие/ А.С. Клюев, А.Т. Лебедев, С.А. Клюев, А.Г. Товарнов; Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоатомиздат, 2009. – 368 с.
6. Методические указания по эксплуатации поверхностных подогревателей турбоустановок ТЭС и АС. [Электронный ресурс]. – <http://docs.cntd.ru/document/1200056169>, свободный – Загл. с экрана.
7. Оптимизация систем автоматизации теплоэнергетических процессов. Ч.1. Автоматические системы регулирования теплоэнергетических процессов с аналоговыми регуляторами: Учебник / С.И. Новиков. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. – 284 с.
8. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. – Москва.: Изд-во Госкомсанэпиднадзор России, 2003. – 16 с.

9. ГОСТ 12.1.003 – 83. Система стандартов безопасности труда ССБТ Шум. Общие требования безопасности. – Москва.: Издательство стандартов 1983. – 13 с.
10. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – Москва.: Изд-во Минздрав России, 1997. – 12 с.
11. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». – Москва.: Изд-во Госкомсанэпиднадзор России, 2003. – 21 с.
12. НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий по взрывопожарной и пожарной опасности». – Москва.: Изд-во ГУГПС МЧС России, 2003. – 22 с.

Приложение А Заказная спецификация приборов и технических средств автоматизации

Позиция	Наименование, техническая характеристика приборов и средств автоматизации, завод - изготовитель				Тип и марка прибора	Кол-во, шт.
1	2				3	4
1а	Сосуд уравнильный, условное давление 6,3 МПа. ПГ «Метран», г. Челябинск.				СУ-6,3-2-А	1
1б	Преобразователь гидростатического давления, 0...60 МПа, аналоговый, предел допускаемой основной погрешности ± 0,5 %, выходной сигнал 4...20 мА. ПГ «Метран», г. Челябинск.				Метран – 150 – ДГ – 3163 – 01 – 0,5% – 60 МПа – 4...20 мА	1
2а	Задатчик ручной. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.				РЗД-22	1
2б	Контроллер малоканальный, многофункциональный, регулирующий, микропроцессорный SIMATIC S7 200. ООО «СИМЭКС», г. Санкт - Петербург.				SIMATIC S7 200	1
2в	Блок ручного управления. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.					
2г	Пускатель бесконтактный реверсивный. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.				БРУ-32	1
2д	Механизм электроисполнительный однооборотный с номинальным значением момента на выходном валу 250 Н·м, номинальное значение времени полного хода 25 с, номинальное значение полного хода 0,25 об. ЗАО «Волмаг», г.Чебоксары.				ПБР-2М	1
3а	Дистанционный указатель положения выходного вала электрического исполнительного механизма с реостатным датчиком, диапазон измерения 0...100%, класс точности 2,5. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.				МЭО – 250/25 – 0,25	1
					ФЮРА.421000.004 СО1	
Изм	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		
Исполнил	Беляев С.В.				Стад	Лист
Проверил	Медведев				ТРП	1
						Листов
						2
					ТПУ ЭНИН Группа 5Б3В	

Приложение Б

Таблица П1 - Перечень элементов принципиальной электрической схемы

Поз.	Наименование, техническая характеристика приборов и средств автоматизации	Кол-во	Примечание
1	2	3	4
BP1	Первичный измерительный преобразователь давления Метран-150-ДГ предел измерения 0-60 МПа.	1	
A1	Ручной задатчик РЗД-22.	1	
A2	Регулирующее устройство контроллер SIMATIC S7 200.	1	
A3	Пускатель бесконтактный реверсивный ПБР-2М.	1	
A4	Блок ручного управления БРУ-32.	1	
A5	Исполнительный механизм МЭО-250/25-0,25.	1	
P1	Дистанционный указатель положения типа ДУП-М.	1	