

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

---

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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>АВТОМАТИЗАЦИЯ КОТЛОАГРЕГАТА ПК-10 ОАО «ЮЖНО-КУЗБАССКОЙ ГРЭС»</b>

УДК 621.181-5-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<b>3-5Б11</b>	<b>АСИНСКИЙ Андрей Александрович</b>		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>ст.преподаватель атомных и тепловых электростанций</b>	<b>А.А. Абрамовских</b>	<b>к.ф-м.н., старший преподаватель</b>		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Томск – 2016 г.

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

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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой АТЭС ЭНИН  
 \_\_\_\_\_ А.С. Матвеев  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

<b>Бакалаврской работы</b>
<small>(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)</small>

Студенту:

Группа	ФИО
<b>3-5Б11</b>	<b>АСИНСКОМУ Андрею Александровичу</b>

Тема работы:

<b>Автоматизация котлоагрегата ПК-10 ОАО «Южно- Кузбасской ГРЭС»</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	<b>№1815/с от 10.03.2016 г.</b>

Срок сдачи студентом выполненной работы:

	<b>10 июня 2016 года</b>
--	--------------------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

Исходные данные к работе	Данные учебных, специальных справочных и периодических источников
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Обоснование темы 2. Рассмотрение характеристик объекта автоматизации 2.1 Рассмотрение характеристик управления – котлоагрегата 2.2 Описание действующей системы управления котлоагрегата 2.3 Литературный обзор систем управления котлоагрегатом 2.4 Описание достоинств и недостатков действующей системы управления 2.5 Техническое задание на модернизацию системы управления котлоагрегатом 3. Возможности модернизации автоматизированной системы управления котлоагрегатом

	3.1 Постановка задачи модернизации АСУТП котлоагрегата 3.2 Обоснование необходимости контроля O <sub>2</sub> , CO, NO в уходящих газах 3.3 Обоснование выбора технических средств 3.4 Описание предлагаемой функциональной схемы автоматизации на базе контроллера ОВЕН 3.5 Обоснование выбора и конкретизация SCADA-системы 4. Вопросы безопасности жизнедеятельности 5. Вопросы менеджмента 6. Выводы и заключение
--	---

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
---	--

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>
--

Раздел	Консультант

<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>
---

--

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	<b>12 января 2016 года</b>
---	----------------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель атомных и тепловых электростанций	Абрамовских Алексей Андреевич	к.ф-м.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-5Б11	Асинский Андрей Александрович		

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

Код ре- зультата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инже-

	нерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать 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

	<p>организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.</p>
P14	<p>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.</p>
P15	<p>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.</p>
P16	<p>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 приёмке и освоению вводимого оборудования.</p>

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 104 с., 6 рисунков, 2 таблицы, 18 источников, приложений 3.

Ключевые слова: ОБЪЕКТ, УПРАВЛЕНИЕ, СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЙ, ВОЗДЕЙСТВИЕ, УПРАВЛЯЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, SCADA, ГРЭС, АСУТП.

Объектом исследования является (ются): автоматизация котлоагрегата ПК-10 ОАО «Южно-Кузбасской ГРЭС»

Цель работы – модернизация автоматизированной системы управления котлоагрегата для повышения экономичности сжигания топлива, снижение штрафов за загрязнение окружающей среды токсичными газами.

В процессе исследования проводился анализ действующей системы управления котлоагрегата, описание достоинств и недостатков действующей системы управления, постановка задачи на модернизацию АСУТП котлоагрегата.

В результате исследования определена необходимость модернизации АСУТП котлоагрегата для повышения экономичности сжигания топлива и снижения выбросов загрязнений в окружающую среду.

Степень внедрения на данный момент разрабатывается внедрение нового оборудования.

Область применения теплоэнергетическая область, ОАО «Южно - Кузбасская ГРЭС».

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

В будущем планируется внедрение нового оборудования.

---

## **Основные понятия, обозначения и сокращения**

**Объект** - выделенная по некоторым правилам часть мира, являющаяся предметом познания, практической деятельности.

**Объект управления** - объект, для достижения желаемых результатов функционирования которого необходимы и допустимы специально организованные воздействия.

**Управление** - процесс выработки и осуществления управляющих воздействий.

**Система управления** - система, состоящая из управляющего объекта и объекта управления.

**Функциональная структура системы управления** - структура системы, рассматриваемой как совокупность взаимосвязанных функциональных элементов.

**Воздействие** - влияние одного объекта на другой, вызывающее в последнем изменения его свойств, состояний и выходных воздействий.

**Управляющее воздействие** - воздействие на объект управления, предназначенное для достижения цели управления.

**Входное воздействие** - воздействие, приложенное к входу системы управления или отдельно рассматриваемого ее элемента (подсистемы).

**Выходное воздействие** - воздействие, направленное с выхода системы или отдельно рассматриваемого ее элемента (подсистемы).

**SCADA** - программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления.

**ГРЭС** – государственная районная электростанция;

**АСУТП** – автоматизированная система управления технологическим процессом;

**ПСУ** – питатель сырого угля;

**ПТК** – программно-технический комплекс;



**АРМ** – автоматизированное рабочее место;

**ДВ** – дутьевой вентилятор;

**ДС** – дымосос;

**МВ** – мельничный вентилятор;

**КИП и А** - контрольно-измерительные приборы и автоматика;

**ЭВМ** – электронно-вычислительная машина;

**БД** – база данных;

## **Содержание**

Введение	11
<b>1.ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ</b>	<b>12</b>
1.1 Характеристика объекта управления – котлоагрегата	12
1.2 Описание действующей системы управления котлоагрегата	19
1.3 Литературный обзор систем управления котлоагрегатом	36
1.4 Достоинства и недостатки действующей системы	40
1.5 Техническое задание на модернизацию системы управления котлоагрегатом	41
1.6 Заключение по разделу	43
<b>2.МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОАГРЕГАТОМ</b>	<b>44</b>
2.1 Постановка задачи модернизации АСУТП котлоагрегата	44
2.2 Обоснование необходимости контроля O <sub>2</sub> , CO, NO в уходящих газах	44
2.3 Обоснование выбора технических средств	47
2.4 Описание предлагаемой функциональной схемы автоматизации на базе контроллера ОВЕН	49
2.5 Обоснование выбора и конкретизация SCADA-системы	53
<b>3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ</b>	<b>64</b>
<b>4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b>	<b>83</b>
Заключение	94
Список использованных источников	95
Приложение А. Функциональная схема автоматизации действующей системы	97
Приложение Б. Действующие схемы сигнализации и защиты котлоагрегата	98
Приложение В. Функциональная схема модернизированной системы управления котлоагрегатом	104

## **Введение**

Автоматизация – применение комплекса средств позволяющих осуществлять производственные процессы без непосредственного участия человека но под его контролем. Автоматизация производственных процессов приводит к увеличению выпуска продукции, уменьшает численность обслуживающего персонала, улучшает условия труда и техники безопасности.

Автоматизация параметров дает большое преимущество:

- обеспечивает уменьшение численности персонала,
- увеличивает точность измеряемых параметров,
- повышает безопасность труда,
- увеличение экономичности работы агрегатов.

Автоматизация парогенератора включает в себя автоматическое регулирование, дистанционное управление, технологическую защиту и контроль за всеми параметрами.

Автоматическое регулирование обеспечивают бесперебойную работу протекающих процессов в парогенераторе.

Дистанционное управление позволяет обслуживающему персоналу управлять и регулировать всеми механизмами на расстоянии, с пульта управления.

Эксплуатация котлоагрегатов должна обеспечивать эффективную выработку пара и безопасные условия труда для всего персонала.

# **1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ**

## **1.1 Характеристика объекта управления – котлоагрегата**

### **1.1.1 Описание технологического процесса**

Котлоагрегатом называется комплекс агрегатов, предназначенных для получения водяного пара. Этот комплекс состоит из ряда теплообменных устройств, связанных между собой и служащих для передачи тепла от продуктов сгорания топлива к воде и пару. Исходным носителем энергии, наличие которого необходимо для образования пара из воды, служит топливо.

Основными элементами рабочего процесса, осуществляемого в котельной установке, являются:

- 1) процесс горения топлива,
- 2) процесс теплообмена между продуктами сгорания или самим горящим топливом с водой,
- 3) процесс парообразования, состоящий из нагрева воды, ее испарения и нагрева полученного пара.

Во время работы в котлоагрегатах образуются два взаимодействующих друг с другом потока: поток рабочего тела и поток образующегося в топке теплоносителя.

В результате этого взаимодействия на выходе объекта получается пар заданного давления и температуры.

Одной из основных задач, возникающей при эксплуатации котельного агрегата, является обеспечение равенства между производимой и потребляемой энергией. В свою очередь процессы парообразования и передачи энергии в котлоагрегате однозначно связаны с количеством вещества в потоках рабочего тела и теплоносителя.

Горение топлива является сплошным физико-химическим процессом. Химическая сторона горения представляет собой процесс окисления его горючих элементов кислородом, проходящий при определенной темпера-

туре и сопровождающийся выделением тепла. Интенсивность горения, а так же экономичность и устойчивость процесса горения топлива зависят от способа подвода и распределения воздуха между частицами топлива. Условно принято процесс сжигания топлива делить на три стадии: зажигание, горение и дожигание. Эти стадии в основном протекают последовательно во времени, частично накладываются одна на другую.

Расчет процесса горения обычно сводится к определению количества воздуха в кубических метрах, необходимого для сгорания единицы массы или объема топлива количества и состава теплового баланса и определению температуры горения.

Значение теплоотдачи заключается в теплопередаче тепловой энергии, выделяющейся при сжигании топлива, воде, из которой необходимо получить пар, или пару, если необходимо повысить его температуру выше температуры насыщения. Процесс теплообмена в котлоагрегате идет через водогазонепроницаемые теплопроводные стенки, называемые поверхностью нагрева. Поверхности нагрева выполняются в виде труб. Внутри труб происходит непрерывная циркуляция воды, а снаружи они омываются горячими топочными газами или воспринимают тепловую энергию лучеиспусканием. Таким образом, в котлоагрегате имеют место все виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция и лучеиспускание. Соответственно поверхность нагрева подразделяется на конвективные и радиационные. Количество тепла, передаваемое через единицу площади нагрева в единицу времени носит название теплового напряжения поверхности нагрева. Величина напряжения ограничена, во-первых, свойствами материала поверхности нагрева, во-вторых, максимально возможной интенсивностью теплопередачи от горячего теплоносителя к поверхности, от поверхности нагрева к холодному теплоносителю.

Интенсивность коэффициента теплопередачи тем выше, чем выше разности температур теплоносителей, скорость их перемещения относительно поверхности нагрева и чем выше чистота поверхности.

Образование пара в котлоагрегатах протекает с определенной последовательностью. Уже в экранных трубах начинается образование пара. Этот процесс протекает при большой температуре и давлении. Явление испарения заключается в том, что отдельные молекулы жидкости, находящиеся у ее поверхности и обладающие высокими скоростями, а, следовательно, и большей по сравнению с другими молекулами кинетической энергией, преодолевая силовые воздействия соседних молекул, создающее поверхностное натяжение, вылетают в окружающее пространство. С увеличением температуры интенсивность испарения возрастает. Процесс обратный парообразованию называют конденсацией. Жидкость, образующуюся при конденсации, называют конденсатом. Она используется для охлаждения поверхностей металла в пароперегревателях.

Пар, образуемый в котлоагрегате, подразделяется на насыщенный и перегретый. Насыщенный пар в свою очередь делится на сухой и влажный. Так как на теплоэлектростанциях требуется перегретый пар, то для его перегрева устанавливается пароперегреватель. В данном случае ширмовой и коньюктивный, в которых для перегрева пара используется тепло, полученное в результате сгорания топлива и отходящих газов. Полученный перегретый пар при температуре  $T=505$  С и давлении  $P=100$  атм. идет на технологические нужды.[1]

### **1.1.2 Описание конструкции объекта**

Изображение котлоагрегата ПК-10 показано на рисунке 1.1.

Котел водотрубный, вертикальный с естественной циркуляцией, с камерной топкой.

Котел имеет один основной барабан и один предвключенный перед ним, в котором происходит первичное отделение пара.

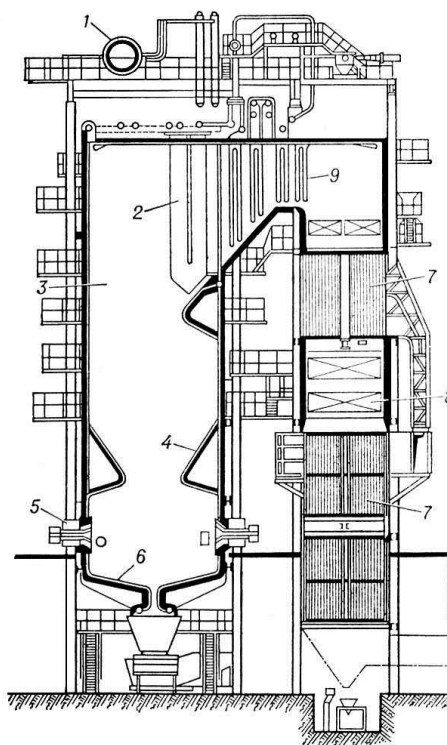


Рисунок 1.1- Изображение котлоагрегата в разрезе.

1-барaban, 2-змеевиковый пароперегреватель, 3-топочная камера, 4- водоопускные трубы, 5-горелки, 6-экранные трубы, 7- воздухоподогреватель, 8-водяной экономайзер, 9-перегретый пар

Процесс горения происходит в топочной камере (3), в которой питательная вода опускается по водоопускным трубам (4), а по экранным трубам (6) поднимается насыщенный пар. Продукты горения, топливо-воздух, поступают в топочную камеру через горелки (5).

Котел снабжен пароперегревателем (2) смешанного типа с поперечным омыванием змеевиков газами. Первая по ходу часть пароперегревателя чисто противоточная, вторая – параллельноточная с предвключенной петлей. Пароперегреватель предназначен для преобразования насыщенного пара в перегретый [3].

Водяной экономайзер (8) -змеевиковый, глаткотрубный с горизонтальным расположением змеевиков, с поперечным омыванием газами, кипящего типа, Расположение змеевиков шахматное. Водяной экономайзер предназначен для предварительного подогрева питательной воды. Водяной экономайзер состоит из двух блоков. Между блоками водяного эконо-

майзера расположен второй блок воздухоподогревателя (7), который также состоит из двух блоков.

Воздухоподогреватель трубчатый, четырех ходовой с продольным омыванием газами. Воздухоподогреватель предназначен для нагрева воздуха, предназначенного для горения [3].

### **1.1.3 Обоснование необходимости контроля, регулирования и сигнализации технологических параметров**

Регулирование питания котельных агрегатов и регулирование давления в барабане котла главным образом сводится к поддержанию материального баланса между отводом пара и подачей воды. Параметром, характеризующим баланс, является уровень воды в барабане котла. Надежность работы котельного агрегата во многом определяется качеством регулирования уровня. При повышении давления, снижение уровня ниже допустимых пределов, может привести к нарушению циркуляции в экранных трубах, в результате чего произойдет повышение температуры стенок обогреваемых труб и их пережог.

Повышение уровня также ведет к аварийным последствиям, так как возможен заброс воды в пароперегреватель, что вызовет выход его из строя. В связи с этим, к точности поддержания заданного уровня предъявляются очень высокие требования. Качество регулирования питания также определяется равенством подачи питательной воды. Необходимо обеспечить равномерное питание котла водой, так как частые и глубокие изменения расхода питательной воды могут вызвать значительные температурные напряжения в металле экономайзера.

Барабанам котла с естественной циркуляцией присуща значительная аккумулялирующая способность, которая проявляется в переходных режимах. Если в стационарном режиме положение уровня воды в барабане котла определяется состоянием материального баланса, то в переходных ре-



жимах на положение уровня влияет большое количество возмущений. Основными из них являются: изменение расхода питательной воды, изменение паросъема котла при изменении нагрузки потребителя, изменение паропроизводительности при изменении нагрузки топки, изменение температуры питательной воды.

Регулирование соотношения топливо-воздух необходимо как чисто физически, так и экономически. Известно, что одним из важнейших процессов, происходящих в котельной установке, является процесс горения топлива. Химическая сторона горения топлива представляет собой реакцию окисления горючих элементов молекулами кислорода. Для горения используется кислород, находящийся в атмосфере. Воздух в топку подается в определенном соотношении с топливом посредством дутьевого вентилятора. Соотношение топливо-воздух примерно составляет 1:1,3. При недостатке воздуха в топочной камере происходит неполное сгорание топлива. Не сгоревшее топливо будет выбрасываться в атмосферу, что экономически и экологически не допустимо. При избытке воздуха в топочной камере будет происходить охлаждение топки, хотя топливо будет сгорать полностью, но в этом случае остатки воздуха будут образовывать двуокись азота, что экологически недопустимо, так как это соединение вредно для человека и окружающей среды.

Система автоматического регулирования разряжения в топке котла сделана для поддержания топки под наддувом, то есть чтобы поддерживать постоянство разряжения (примерно 4мм. вод. ст.). При отсутствии разряжения пламя факела будет прижиматься, что приведет к обгоранию горелок и нижней части топки. Дымовые газы при этом пойдут в помещение цеха, что делает невозможным работу обслуживающего персонала.

В питательной воде растворены соли, допустимое количество которых определяется нормами. В процессе парообразования эти соли остаются в котловой воде и постепенно накапливаются. Некоторые соли образуют

шлам – твердое вещество, кристаллизующееся в котловой воде. Более тяжелая часть шлама скапливается в нижних частях барабана и коллекторов.

Повышение концентрации солей в котловой воде выше допустимых величин может привести к уносу их в пароперегреватель. Поэтому соли, скопившиеся в котловой воде, удаляются непрерывной продувкой, которая в данном случае автоматически не регулируется. Расчетное значение продувки парогенераторов при установившемся режиме определяется из уравнений баланса примесей к воде в парогенераторе. Таким образом, доля продувки зависит от отношения концентрации примесей в воде продувочной и питательной. Чем лучше качество питательной воды и выше допустимая концентрация примесей в воде, тем доля продувки меньше. А концентрация примесей в свою очередь зависит от доли добавочной воды, в которую входит, в частности, доля теряемой продувочной воды.

Сигнализация параметров и защиты, действующие на остановку котла, физически необходимы, так как оператор или машинист котла не в силах уследить за всеми параметрами функционирующего котла. Вследствие этого может возникнуть аварийная ситуация. Например, при упуске воды из барабана, уровень воды в нем понижается, вследствие этого может быть нарушена циркуляция и вызван пережег труб донных экранов. Сработавшая без промедления защита, предотвратит выход из строя парогенератора. При уменьшении нагрузки парогенератора, интенсивность горения в топке снижается. Горение становится неустойчивым и может прекратиться. В связи с этим предусматривается защита по погашению факела.

Надежность защиты в значительной мере определяется количеством, схемой включения и надежностью используемых в ней приборов. По своему действию защиты подразделяются на действующие на остановку парогенератора; снижение нагрузки парогенератора; выполняющие локальные операции [2].

## **1.2 Описание действующей системы управления котлоагрегата**

Действующая система управления котлоагрегатом показана на функциональной схеме в приложении А.

### **1.2.1 Контур автоматического регулирования горения в топке котлоагрегата**

Для горения котла требуется подавать в него воздух, топливо угольную пыль и отсасывать продукты горения – дымовые газы. Эти три функции выполняет автоматика горения, представляющая собой комплекс трех контуров: автоматического регулирования воздуха, топлива и разрежения. Эти контуры не связаны между собой электрически, но объединены единым технологическим процессом горения котла. Качество работы автоматики горения напрямую влияет на экономические показатели котла [5].

#### **1.2.1.1 Контур автоматического регулирования разрежения в топке котлоагрегата**

Этот контур предназначен для отсоса дымовых газов, образующихся в процессе сжигания топлива. Отсос газов производится двумя дымососами А и Б. Перед дымососами установлены поворотные лопасти – шиберы, позволяющие менять производительность дымососов. Автоматика, воздействуя на шиберы, создает небольшое разрежение в топке котла. Для экономичной работы котла требуется поддерживать разрежение 3-5 мм. Шиберы А и Б перемещаются от электродвигателей через редуктора РБМ. Для качественного процесса горения необходимо, чтобы производительность дымососов была одинаковой, т. е. шиберы А и Б должны перемещаться синхронно.

Автоматика выполнена на базе программируемого регулятора типа «ПРОТАР», работает по одному импульсу – разрежение в топке. В верхней части топки ( отметка 26 м) по сторонам А и Б котла врезаны 2 заборных

устройства по разрежению. Импульсные линии с заборных устройств заведены в демпферный бачок, расположенный на отметке 16 м под газоходом котла, с бачка одна линия заведена на датчик. Датчиком по разрежению является дифтягомер «ДТ-50». Сигнал с датчика поступает в усилитель-преобразователь ПДТ, а с ПДТ идет на вход канала «а» «ПРОТАР»а.

Выходной сигнал с «ПРОТАР»а воздействует через электронный пускатель У-23 на один шибер дымососа. Второй шибер должен перемещаться синхронно с первым. Для обеспечения синхронной работы шиберов имеются датчики положения ДП на каждом шибере. Сигналы с ДП поступают также в усилители ПДТ, а с ПДТ идут на вход каналов «с» и «d» «ПРОТАР»а.

Следящая система «ПРОТАР»а после сравнения сигналов ДП шиберов выдает управляющий сигнал на второй электронный пускатель У-23 для воздействия на второй шибер [4].



Рисунок 1.2 – Регулятор типа «ПРОТАР».

### **1.2.1.2 Контур автоматического регулирования подачи воздуха в топку котлоагрегата**

Это контур предназначен для подачи в топку воздуха, необходимого для сжигания угольной пыли. Количество воздуха должно меняться в зависимости от количества подаваемого топлива и поддерживаться с небольшим избытком в пропорции 1,2:1, т.е. на 100% топлива требуется подавать 120% воздуха. Экономические и экологические показатели котла зависят от точности поддержания воздуха в заданной пропорции. Критерием количества воздуха является паровая нагрузка.

Воздух подается в воздухоподогреватель (ВЗП) и затем в топку двумя дутьевыми вентиляторами А и Б. Перед вентиляторами установлены поворотные лопасти-шибера, позволяющие менять количество подаваемого воздуха. Шибера А и Б перемещаются от электродвигателей через редуктора РБМ. Автоматика воздуха, воздействуя на шибера, поддерживает требуемое соотношение воздух-пар, а также обеспечивает синхронность перемещения шиберов [6].

Автоматика выполнена на базе программируемого регулятора типа «ПРОТАР», работает по двум импульсам – перепад давления воздуха на ВЗП (расход воздуха) и расход пара. Перепад на ВЗП замеряется: 2 линии врезаны в воздушный короб до ВЗП (сторона А и Б котла) на отметке 6м и там же соединены в одну линию, 2 линии врезаны после ВЗП (сторона А и Б котла) на отметке 20 м и также соединяются в одну. Эти объединенные линии заведены на датчик по воздуху. Для замера расхода пара берется перепад давлений на врезанной в паропровод измерительной диафрагме, установленной на отметке 22 метра.

Датчиками являются: для расхода воздуха – «ДТ – 100», для расхода пара – «ДМЭР», общий для автоматики воздуха и топлива. Датчик ДМЭР выдает токовый сигнал, который сразу идет на вход канала «b» «ПРОТАР»а. Сигнал с ДТ-100 поступает в усилитель – преобразователь ПДТ, а после него на вход канала «a» «ПРОТАР»а.

Выходной сигнал с «ПРОТАР»а воздействует через электронный пускатель У-23 на один шибер дутьевого вентилятора. Второй шибер должен перемещаться синхронно с первым. Для обеспечения синхронной работы шиберов имеются датчики положения ДП на каждом шибере.

Сигналы с ДП поступают в усилители ПДТ, а с ПДТ идут на входы каналов «с» и «d» «ПРОТАР»а. Следящая система «ПРОТАР»а после сравнения сигналов ДП шиберов выдает управляющий сигнал на электронный пускатель для воздействия на второй шибер.

### **1.2.1.3 Контур автоматического регулирования подачи топлива в топку котлоагрегата**

Автоматика топлива выполнена на базе программируемого регулятора типа ПРОТАР, работает по 3 импульсам:

- давление перегретого пара,
- давление насыщенного пара в барабане котла,
- расход пара.

Для замера давлений импульсные линии врезаны на отметка 26метра в паропровод и барабан котла соответственно, а по расходу пара используются те же линии, что и для автоматики ВОЗДУХ.

Датчиками по давлению являются «МПЭ-160». Датчик по расходу пара – «ДМЭР». Сигналы с датчиков токовые и непосредственно заведены на входы каналов «а» (давление перегретого пара), «h» (давление насыщенного пара), b (расход пара) «ПРОТАР»а. Датчик по расходу пара – общий для автоматики топлива и воздуха.

Выходной сигнал с «ПРОТАР»а поступает на электронный пускатель ПБР, а с ПБРа постоянное напряжение 220В идет в схемы электриков для управления эл.-двигателем первой траверзы. Вторая траверза должна перемещаться синхронно с первой. Для обеспечения синхронного перемещения траверз на них установлены датчики положения (ДП). Сигналы с ДП заведены на входы каналов «с» и «d» «ПРОТАР»а. Следящая система «ПРО-

ТАР»а после сравнения сигналов ДП траверз выдает управляющий сигнал на второй ПБР для управления второй траверзой.

### **1.2.2 Контур автоматического регулирования уровня воды в барабане котлоагрегата**

Этот контур состоит из 2-х независимых автоматик, каждая управляет одним регулирующим клапаном. Автоматики могут работать как вместе, так и любая в отдельности, поддерживая уровень в барабане на 1см ниже его осевой линии, с точностью  $\pm 2$ см.

Поскольку обе автоматике абсолютно идентичные, достаточно рассмотреть одну из них.

Автоматика выполнена на базе программируемого регулятора типа ПРОТАР, работает по 3-м импульсам: уровень в барабане, расход пара и расход воды. Датчиками являются: по уровню – «ДМЭУ»-630мм (или «ДМЭ»-630мм), по расходу пара и воды – «ДМЭР»ы. Все три датчика имеют токовый сигнал и непосредственно подключены на входы каналов «а» (уровень), «б» (пар) и «с» (вода) «ПРОТАР»а. Для каждой автоматике предусмотрены свои отдельные датчики. Но обычно автоматика работает со своим датчиком по воде, а датчик по уровню и датчик по пару являются общими для обеих автоматик. Оставшиеся два датчика по уровню и по пару остаются в резерве.

Выходной сигнал с «ПРОТАР»а воздействует через эл пускатель У-23 на эл. двигатель КДУ для управления одним регулирующим клапаном.

### **1.2.3 Контур автоматического регулирования температуры перегретого пара на выходе из котлоагрегата**

Контур выполнен на базе программируемого регулятора типа «ПРОТАР», работает по 2-м импульсам: температура перегретого пара за главной паровой задвижкой и температура насыщенного пара в 4 камере пароперегревателя. Датчиками по температуре являются термодары ХК. Сигна-

лы с термопар поступают на нормирующие преобразователи ИПТ, а с них сигнал идет в каналы а, и d «ПРОТАР»а. Сигнал по температуре перегретого пара является основным, а сигнал по температуре насыщенного пара корректирующим, опережающим. Этот сигнал продифференцирован в «ПРОТАР»е, т. е. выход с него появляется только при изменении температуры в 4 камере.

Для смены задания регулируемой температуры в автоматике предусмотрен датчик потенциометрического типа. Сигнал датчика заведён в канал е «ПРОТАР»а.

Выходной сигнал с «ПРОТАР»а поступает на электронный пускатель У-23 и управляет редуктором клапана впрыска.

#### **1.2.4 Контур регулирования приготовления пылеугольной смеси**

На котлоагрегате установлено по 2 контура приготовления пылеугольной смеси А и Б. Каждый контур состоит из двух автоматик - загрузки мельниц и горячего воздуха и построена на базе микропроцессорного регулятора «ПРОТАР».

Автоматика загрузки мельниц работает по 3 импульсам:

- разрежение за мельницей,
- датчик положения шибера (ДП),
- электростатический сигнал по пыли.

Датчиками являются: по разрежению «ДТ-400» мм; по положению шибера – дифференциальный трансформатор с перемещаемым в нем плунжером; по электростатическому сигналу – стальной электрод, изолированный от массы и помещенный в пылевоздушный поток, на котором от трения пыли наводится статическое напряжение.

Сигнал по разрежению поступает в канал а «ПРОТАР»а через усилитель-преобразователь ПДТ. Сигнал ДП поступает в канал с через ПДТ. Электростатический сигнал поступает в канал b «ПРОТАР»а через разрядный резистор и диодный мостик. Выходной сигнал с «ПРОТАР»а воздей-



ствует на электронный пускатель «У-23» (или ПБР) и через редуктор управляет шибером питателя сырого угля.

Автоматика горячего воздуха работает по 2 импульсам:

- температура за мельницей,
- дискретный сигнал по срабатыванию защиты пылесистем.

Датчик по температуре –термопара ХК, установленная на отметке 22 метра на пылепроводе после сепаратора. Термопара подключена к усилителю-преобразователю ИПТ. Сигнал с ИПТ заведен в «ПРОТАР» автоматики пылесистем А и Б в канал d.

Дискретный сигнал – это состояние контактов реле (замкнуто-разомкнуто) схемы защиты пылесистем.

Выходной сигнал с «ПРОТАР»а воздействует на электронный пускатель «У-23» и через редуктор управляет шибером горячего воздуха.

Автоматика может закрыть шибер в двух случаях:

1. по температуре – при достижении температуры за мельницей 130 °С. В этом случае автоматика закрывает шибер горячего воздуха и выдает сигнал (24V) в релейную схему защиты, а последняя открывает шибер холодного воздуха и включает сигнализацию.

2. от схемы защиты пылесистем. При срабатывании релейной схемы защиты по любому параметру последняя выдает дискретный сигнал в схему автоматики для закрытия шибера горячего воздуха. При этом релейной схемой защиты также открывается шибер холодного воздуха, включается сигнализация и отключается оборудование ПС.

### 1.2.5 Контуры автоматизированного контроля технологических параметров котлоагрегата.

Контролируемые параметры котлоагрегата с местом расположения датчика, типом датчика, пределами измерения и типом вторичного прибора показаны в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Контролируемые параметры котлоагрегата

Наименование	Место измерения	Пределы измерения	Тип датчика
Измеритель температуры ИТ №1			
Температура тела барабана (6 точек)	Большой барабан котла отм.26м.	0-600°С	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура тела паропроводящей трубы	Под большим барабаном котла отм.26м.	0-600°С	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура водопускной трубы	Под большим барабаном котла отм.26м.	0-600°С	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура рециркуляции правая	Под большим барабаном котла отм.26м.	0-600°С	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура рециркуляции левая	Под большим барабаном котла отм.26м.	0-600°С	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура питательной воды за экономайзером II ступени правая	Трубопровод питательной воды правый отм.26м.	0-600°С	Термоэлектрический термометр ТХК

Продолжение таблицы 1.1.

Наименование	Место измерения	Пределы измерения	Тип датчика
Температура питательной воды за экономайзером II ступени левая	Трубопровод питательной воды левый отм.26м.	0-600°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Измеритель температуры ИТ №2			
Температура перегретого пара в V камере пароперегревателя	V камера пароперегревателя отм.30м.	0-800°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура тела паропровода	Паропровод отм.10м.	0-800°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура за пароперегревателем правая	Пароперегреватель правой стороны отм.24м.	0-800°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура за пароперегревателем левая	Пароперегреватель левой стороны отм.24м.	0-800°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура за II секцией ВЭ правая	ВЭ II ступени справа отм.22м.	0-800°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура за II секцией ВЭ левая	ВЭ II ступени слева отм.22м.	0-800°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура за II секцией ВЗП правая	ВЗП II ступени справа отм.18м	0-800°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура за II секцией ВЗП левая	ВЗП II ступени слева отм.18м	0-800°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура за I секцией ВЭ правая	ВЭ I ступени справа отм.14м.	0-800°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура за I секцией ВЭ левая	ВЭ I ступени слева отм.14м.	0-800°C	Термоэлектрический термометр ТХК

Продолжение таблицы 1.1.

Наименование	Место измерения	Пределы измерения	Тип датчика
Измеритель температуры ИТ №3			
Температура холодного пакета (4 точки)	III коллектор пароперегревателя отм.32м.	0-600°C	Термоэлектрический термометр ТХА
Температура горячего пакета (4 точки)	IV коллектор пароперегревателя отм.32м.	0-600°C	Термоэлектрический термометр ТХА
Температура пара в III коллекторе (2 точки)	III коллектор пароперегревателя отм.32м.	0-600°C	Термоэлектрический термометр ТХА
Температура пара в IV коллекторе (2 точки)	IV коллектор пароперегревателя отм.32м.	0-600°C	Термоэлектрический термометр ТХА
Измеритель температуры ИТ №4			
Температура в кабельном коробе	Кабельный короб отм.7м.	0-150°C	Термометр сопротивления 50М
Измеритель температуры ИТ №5			
Температура за золоуловителем правая	Правый золоуловитель отм.11м.	0-300°C	Термометр сопротивления 50П
Температура за золоуловителем левая	Левый золоуловитель отм.11м.	0-300°C	Термометр сопротивления 50П
Температура за мельничным вентилятором "А"	Трубопровод мельничного вентилятора "А" отм.8м.	0-300°C	Термометр сопротивления 50П
Температура за мельничным вентилятором "Б"	Трубопровод мельничного вентилятора "Б" отм.8м.	0-300°C	Термометр сопротивления 50П
Температура мазута перед мазутными фарсунками	Трубопровод мазута отм.10м	0-300°C	Термометр сопротивления 50П

Продолжение таблицы 1.1.

Наименование	Место измерения	Пределы измерения	Тип датчика
Термометр многофункциональный - ТМ щита КИП			
Температура уходящих газов правая	Короб уходящих газов правый отм.6м.	0-300°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура уходящих газов левая	Короб уходящих газов левый отм.6м.	0-300°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура питательной воды правая	Трубопровод питательной воды правый отм.8м.	0-300°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура питательной воды левая	Трубопровод питательной воды левый отм.8м.	0-300°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура за мельницей "А"	Трубопровод после мельницы "А" отм.22м.	0-180°C	Термометр сопротивления 50М
Температура за мельницей "Б"	Трубопровод после мельницы "Б" отм.22м.	0-180°C	Термометр сопротивления 50М
Расход перегретого пара	Трубопровод перегретого пара отм.26м.	0-250 кгс/см <sup>2</sup>	АИР-20-ДД
Давление перегретого пара	Трубопровод перегретого пара отм.26м.	0-160 кгс/см <sup>2</sup>	АИР-20-ДД
Термометр многофункциональный - ТМ пылесистемы "А"			
Температура входного подшипника мельницы "А"	Входной подшипник мельницы "А" отм.0м.	0-180°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура выходного подшипника мельницы "А"	Выходной подшипник мельницы "А" отм.0м.	0-180°C	Термоэлектрический термометр ТХК

Продолжение таблицы 1.1.

Наименование	Место измерения	Пределы измерения	Тип датчика
Температура внутреннего подшипника МВ "А"	Внутренний подшипник МВ "А" отм.0м.	0-180°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура наружного подшипника МВ "А"	Наружный подшипник МВ "А" отм.0м.	0-180°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура горячего воздуха стороны "А"	Трубопровод горячего воздуха стороны "А" отм.22м.	0-600°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура горячего воздуха стороны "Б"	Трубопровод горячего воздуха стороны "Б" отм.22м.	0-600°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура холодного воздуха сторона "А"	Трубопровод холодного воздуха стороны "А" отм.22м.	0-180°C	Термометр сопротивления 50М
Температура холодного воздуха сторона "Б"	Трубопровод холодного воздуха стороны "Б" отм.22м.	0-180°C	Термометр сопротивления 50М
<b>Термометр многофункциональный - ТМ пылесистемы "Б"</b>			
Температура входного подшипника мельницы "Б"	Входной подшипник мельницы "Б" отм.0м.	0-180°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура выходного подшипника мельницы "Б"	Выходной подшипник мельницы "Б" отм.0м.	0-180°C	Термоэлектрический термометр ТХК

Продолжение таблицы 1.1.

Наименование	Место измерения	Пределы измерения	Тип датчика
Температура внутреннего подшипника МВ "Б"	Внутренний подшипник МВ "Б" отм.0м.	0-180°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура наружного подшипника МВ "Б"	Наружный подшипник МВ "Б" отм.0м.	0-180°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Расход питательной воды правой стороны	Трубопровод питательной воды правой стороны отм.14м.	0-320 кгс/см <sup>2</sup>	АИР-20-ДД
Расход питательной воды левой стороны	Трубопровод питательной воды левой стороны отм.14м.	0-320 кгс/см <sup>2</sup>	АИР-20-ДД
Термометр многофункциональный - ТМ защиты мельниц			
Температура до мельницы "А"	Трубопровод до мельницы "А" отм.6м.	0-300°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура до мельницы "Б"	Трубопровод до мельницы "Б" отм.6м.	0-300°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура за мельницей "А"	Трубопровод после мельницы "А" отм.22м.	0-180°C	Термометр сопротивления 50М
Температура за мельницей "Б"	Трубопровод после мельницы "Б" отм.22м.	0-180°C	Термометр сопротивления 50М
Температура в бункере пыли "А"	Бункер пыли "А" отм.22м.	0-300°C	Термоэлектрический термометр ТХК

Продолжение таблицы 1.1.

Наименование	Место измерения	Пределы измерения	Тип датчика
Температура в бункере пыли "Б"	Бункер пыли "Б" отм.22м.	0-300°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Приборы щита измерений			
Температура перегретого пара №1 (Диск-250)	Трубопровод перегретого пара отм.26м.	0-600°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Температура перегретого пара №2 (ИРТ 5920)	Трубопровод перегретого пара отм.26м.	0-600°C	Термоэлектрический термометр ТХК
Уровень в барабане котла №1 (Диск-250)	Уравнительный сосуд №1 отм.26м.	-20÷+20см	АИР-20-ДД
Уровень в барабане котла №2 (ИРТ 5920)	Уравнительный сосуд №2 отм.26м.	-20÷+20см	АИР-20-ДД
Уровень в барабане котла №3 (ИРТ 5920)	Уравнительный сосуд №3 отм.26м.	-20÷+20см	АИР-20-ДД
Расход перегретого пара (Диск-250)	Трубопровод перегретого пара отм.26м.	0-250 кгс/см <sup>2</sup>	АИР-20-ДД
Давление перегретого пара (Диск-250)	Трубопровод перегретого пара отм.26м.	0-160 кгс/см <sup>2</sup>	АИР-20-ДД
Расход питательной воды правой стороны (Диск-250)	Трубопровод питательной воды правой стороны отм.14м.	0-320 кгс/см <sup>2</sup>	АИР-20-ДД
Расход питательной воды левой стороны (Диск-250)	Трубопровод питательной воды левой стороны отм.14м.	0-320 кгс/см <sup>2</sup>	АИР-20-ДД



Продолжение таблицы 1.1.

Наименование	Место измерения	Пределы измерения	Тип датчика
Расход воды на скруббера (ИРТ 5920)	Трубы на орашечные скрубберов отм.10м.	0-100 т/ч	Приборы серии "Взлет"
Расход воды труб вентури (ИРТ 5920)	Трубы вентури отм.2м.	0-100 т/ч	Приборы серии "Взлет"
Расход воды на пароохладитель (ИРТ 5920)	Трубопровод пароохладителя отм.12м.	0-100 т/ч	АИР-20-ДД
Расход воды на впрыск в 4 камеру пароперегревателя	Трубопровод к 4 камере пароперегревателя отм.13м.	0-10 т/ч	АИР-20-ДД
Расход воды на непрерывную продувку	Трубопровод непрерывной продувки отм.8м.	0-3,2 т/ч	АИР-20-ДД
<b>Тягонапоромеры</b>			
Разряжение в топке котла	Топка котла отм.7м.	0÷-1 кгс/см <sup>2</sup>	ТНМП-52-М2
до ВЗП-А	Отм. 6 м.	0-400 мм.вод.ст.	ТНМП-100-М1
до ВЗП-Б	Отм. 6м.	0-400 мм.вод.ст.	ТНМП-100-М1
за ВЗП-А	Отм. 18м.	0-100 мм.вод.ст.	ТНМП-100-М1
за ВЗП-Б	Отм. 18м.	0-100 мм.вод.ст.	ТНМП-100-М1
до мельницы "А"	Отм. 8м.	100-0 мм.вод.ст.	ТНМП-100-М1
после мельницы "А"	Отм. 8м.	400-0 мм.вод.ст.	ТНМП-100-М1

Окончание таблицы 1.1.

Наименование	Место измерения	Пределы измерения	Тип датчика
за сепаратором "А"	Отм. 16м.	600-0 мм.вод.ст.	ТНМП-100-М1
за МВ -"А"	Отм. 8м.	400-0 мм.вод.ст.	ТНМП-100-М1
до мельницы "Б"	Отм. 8м.	100-0 мм.вод.ст.	ТНМП-100-М1
после мельницы "Б"	Отм. 8м.	400-0 мм.вод.ст.	ТНМП-100-М1
за сепаратором "Б"	Отм. 16м.	600-0 мм.вод.ст.	ТНМП-100-М1
за МВ -"Б"	Отм. 8м.	400-0 мм.вод.ст.	ТНМП-100-М1

### 1.2.6 Схемы защиты и сигнализации котлоагрегата

Схемы защиты и сигнализации котлоагрегата представлены в приложении Б: тепловая защита котлоагрегата, защита от забивания мельницы, защита импульсных клапанов котлоагрегата, защита от обрыва угля на ПСУ, защита пылесистемы, автоматика задвижки пароохладителя, автоматика зажигания мазута, сигнализация котла, сигнализация загорания в бункере пыли, сигнализация контроля температуры уходящих газов.

Расшифровка обозначений на схемах:

- КВР – кнопка возврата реле;
- РП – реле промежуточное;
- ЛГДЗ – лампа готовности действия защиты;
- Б-блинкер (реле указательное);
- УР-1, УР-2, УР-3 – вторичный прибор для измерения уровня;
- РВ – реле времени;
- РН – реле напряжения;
- ИТ – измеритель температуры;

- Л – лампа;
- МКУ – реле многоконтактное промежуточное;
- Н – накладка;
- КОК – кнопка останова котлоагрегата;
- ПУ – переключающее устройство (ключ);
- МВ – мельничный вентилятор
- КДР – реле кодовые;
- ПХВ – присадок холодного воздуха;
- ГВ – горячий воздух;
- «Р» п/с – давление в пыли системе;
- КРГВМ – колонка регулирования горячего воздуха мельницы;
- ЛБ – лампа белая;
- ЛК – лампа красная;
- ЭКМ – электроконтактный манометр;
- Пар-р – вторичный прибор для измерения паромера;
- КО – ключ опробывания;
- ТМ – вторичный прибор термометр многофункциональный;
- АП – автомат питания;
- ФС – фотосопротивление;
- БКС – блочноконтактное сопротивление;
- КВ – концевой выключатель;
- ПР – предохранитель;
- ЛС – лампа сигнальная.

### **1.3 Литературный обзор систем управления котлоагрегатом**

Рассмотрим проектирование АСУТП котельной ОАО "Сибирская Пивоваренная Компания" ("Красный Восток").

#### **1.3.1 Этапы проектирования АСУТП**

Работы по созданию АСУТП котельной ЗАО "Сибирская Пивоваренная Компания" начались в конце 2002 года на финальном этапе строительства пивоваренного завода в Новосибирске.

Генеральным подрядчиком в этом проекте выступила компания ЗАО "СибКотэс". Специалисты ЗАО "МСТ" разрабатывали и поставляли ПТК, а также выполняли часть проектных и наладочных работ.

Проектирование системы управления, комплектация, сборка и тестирование Программно-Технического Комплекса были проведены в течение 4 месяцев.

Основные работы по монтажу и наладке системы были закончены весной 2003 года.

#### **1.3.2 Особенности системы**

АСУТП на базе ПТК "Tornado-I" является современным решением задачи комплексной автоматизации котельных различного масштаба и сложности. Система обеспечивает современный уровень управления оборудованием котельной в соответствии с критериями экономической эффективности, улучшает качество регулирования и гарантирует экономичное сжигание топлива. Система реализует полномасштабные функции управления и контроля котельной, расширяет возможности оперативного персонала, обеспечивая стабильную работу технологического оборудования и увеличивая срок службы агрегатов. Надежность системы обеспечивается использованием современных архитектурных и конструктивных решений, применяемых при проектировании системы, а также использованием надежных элементов, прежде всего, контроллеров с высоким временем наработки на отказ. Ком-

плекс "Tornado-I" разрабатывался российскими специалистами, хорошо знакомыми с особенностями отечественных КИПиА, поэтому в ПТК решены все основные вопросы по совместимости системы с датчиками любых градуировок и различными исполнительными механизмами [7].

### **1.3.3 Основные функциональные возможности АСУТП**

Система позволяет реализовать следующие функции:

- Отображение на экране компьютера состояния оборудования котлов и общекотельного оборудования с разной степенью детализации;
- Управление объектами котельной во всех эксплуатационных режимах, включая пуск и остановку;
- Регулирование технологических параметров в заданном режиме.
- Дистанционное управление всем электрифицированным оборудованием котельной;
- Технологические защиты и блокировки;
- Автоматический контроль и непрерывная диагностика как датчиков, так и средств ПТК;
- Контроль исполнения команд;
- Дифференцированный допуск операторов к отдельным операциям, защита системы от случайного или несанкционированного воздействия;
- Протоколирование действий оператора;
- Сигнализация (в том числе, звуковая);
- Формирование базы данных исходной и расчетной информации;
- Архивирование данных о состоянии технологического объекта, о ходе технологического процесса, действиях оперативного персонала, несанкционированном доступе к управлению и других данных;
- Решение информационных задач (расчет технико-экономических показателей работы оборудования, регистрация отклонений параметров и другие типовые задачи);

- Создание печатных отчетов.

Система является масштабируемой, проектирование АСУТП реализовывалось таким образом, что в перспективе система может быть расширена дополнительными автоматизированными рабочими местами операторов, а также рабочими местами без функции управления, работающими в режиме "только просмотр" (для административного персонала котельной) [7].

#### **1.3.4 Контроллеры**

К нижнему уровню системы относятся контроллеры общекотельного оборудования и контроллеры управления котлами (один шкаф контроллера на каждый котел).

Каждый контроллер является автономным устройством и может обеспечивать управление объектом при отсутствии связи с оператором, что позволяет избежать аварий в случае нарушения работы верхнего уровня или сетевых связей. Контроллеры монтируются в шкафы одностороннего обслуживания степени защиты IP55.

Применение стандартных конструктивных элементов и современных инженерных технологий позволяет создавать наглядные, эстетичные и удобные в обслуживании шкафы контроллеров. Продуманный дизайн шкафов, позволяет, в частности, избежать использования громоздких кросс-шкафов, релейных шкафов и панелей преобразователей, а также уменьшить расход кабеля, что упрощает монтаж и обслуживание шкафов, а также и значительно удешевляет систему.

В каждом шкафу устанавливаются:

- Крейт контроллера с процессорным модулем IUC-32 производства "Kontron" ("PEP Modular Computers"), Германия. Данные модули обладают высоким быстродействием, достаточным для реализации всех алгоритмов управления котлом. Контроллеры обладают высокими эксплуатационными характеристиками и большим временем наработки на отказ;

- Модули ввода-вывода производства “Модульные Системы Торнадо”. Применяются мезонинные модули выполненные в международном стандарте ModPack. Большая номенклатура данных модулей расширения позволяет решать любые задачи сбора и обработки данных на котельной;

- Источники питания и аккумуляторы производства “Модульные Системы Торнадо” и партнеров;

- Блоки полевых интерфейсов (БПИ) производства “Модульные Системы Торнадо”, позволяющие напрямую подключать контроллер к технологическому оборудованию объекта, датчикам и исполнительным механизмам, минуя преобразователи. БПИ позволяют подключать натуральные сигналы от термопар, термометров сопротивлений, датчиков тока и напряжения, а также дискретные сигналы и команды 24В и 220В.

Шкафы контроллеров имеют следующие характеристики:

- энергопотребление каждого шкафа-контроллера составляет не более 75 Вт;

- отсутствие принудительного охлаждения (оборудование шкафа-контроллера не требует специальных средств охлаждения, что повышает его надежность и долговечность);

- температурный диапазон работы контроллеров от 0 до 55 °С окружающего воздуха.

Сборка и монтаж шкафов-контроллеров производится в короткие сроки и не требует специальных промышленных условий и оборудования[8].

### **1.3.5 Автоматизированные рабочие места (АРМ) и серверы**

К верхнему уровню системы относятся Автоматизированные Рабочие Места операторов-технологов котельной, станция инженера АСУТП, а также серверы баз данных и приложений.

АРМ операторов и инженеров оснащены современными стандартными средствами вычислительной техники, совместимые с IBM PC с мониторами

21' в комплекте с манипулятором "мышь" и клавиатурой. Функциональность каждой станции определяется правами доступа.

АРМ оператора котельной позволяет осуществлять диалог оператора с АСУТП, обеспечивает сигнализацию об отклонениях параметров, обеспечивает выдачу команд оператора-технолога по управлению технологическим процессом, регистрирует информацию, необходимую для дальнейшего анализа в режиме ретроспективного просмотра, а также позволяет выдавать на печать необходимую информацию.

Для создания интерфейса оператора используется "InTouch" - специализированный для задач контроля и управления технологическими процессами программный пакет от компании "Wonderware" (русскоязычная версия).

Интерфейс оператора организован в виде графических элементов разной степени детализации, которые отображают текущее состояние объектов котельной и позволяют эффективно ими управлять.

В интерфейсе оператора-технолога имеются несколько видов видеокадров: мнемосхемы различной степени детализации, графики, гистограммы, таблицы, протоколы, отчеты.

Мнемосхемы образуют "дерево", которое вызывается через меню. Часть меню вызова видеокадров постоянно находится на экране. Некоторые видеокадры закрываются автоматически для уменьшения вероятности ошибочного нажатия важных кнопок. В случае аварийных отклонений параметров возможен быстрый их поиск нажатием одной клавиши [8].

#### **1.4 Достоинства и недостатки действующей системы**

Достоинством данной системы является простота ремонта данного оборудования, которое не требует высокой квалификации специалистов.

Недостатками являются:

- Технические средства, использованные в данной системе управления, морально и физически устарели и зачастую уже не являются ремонт-



но-пригодными. Вследствие чего большинство контуров регулирования переведены в ручной режим.

- Нет информационной связи между контурами регулирования нагрузки котлоагрегата, подачи воздуха и разрежения в топке котлоагрегата, связь осуществляется только через объект управления, что приводит к большому запаздыванию в процессах регулирования данными входными переменными, так как при регулировании подачи воздуха в топку основным возмущающим воздействием является изменение подачи топлива, а при регулировании разрежения, в свою очередь, изменение подачи воздуха.

- Расход воздуха определяется по перепаду, давления на воздухоподогревателе, который зависит не только от расхода воздуха, но и от степени загрязнения воздухоподогревателя, а измерение содержания кислорода в отходящих газах не используется при регулировании подачи воздуха, вследствие чего контур регулирования подачи воздуха работает с большими ошибками регулирования.

- Средства контроля являются не удобными для сбора текущей информации и предоставления истории процесса функционирования технологического оборудования для анализа.

## **1.5 Техническое задание на модернизацию системы управления котлоагрегатом**

Основанием данной разработки является задание на создание новой системы на базе контроллерного оборудования и ЭВМ.

### **1.5.1 Назначение и цели создания системы**

Назначение системы:

- сбор информации о значениях технологических параметрах и режимах работы;
- управление режимами работы;

- архивирование значений измеренных параметров и построение графиков их изменений.

- улучшение условий труда персонала и повышение уровня культуры производства.

Цели создания системы:

- устранение недостатков существующей системы;
- обеспечение снижения расхода топлива на производство пара и теплофикационной воды потребителям;

- повышение уровня безопасности режимов работы котлоагрегата.

### **1.5.2 Требования к системе**

АСУТП котлоагрегата необходимо реализовать по иерархической структуре, состоящей из трех уровней автоматизации, по которым распределены задачи контроля входных и выходных сигналов управления, а также визуализация состояния технологического процесса:

- 1-й уровень - Полевой уровень системы (базовая автоматика - датчики расхода, давления, температуры, исполнительные механизмы) - должен обеспечивать непосредственное измерение входных и выходных сигналов котлоагрегата, а также управление регулирующими органами и передачу информации на следующий уровень системы. На полевом уровне должно обеспечиваться формирование необходимых информационных сигналов в виде унифицированного значения токов диапазона 4 – 20 мА, а также дискретных сигналов управления исполнительными механизмами. Сигналы с датчиков должны заводиться на входные аналоговые модули контроллера.

Управляющие сигналы через выходные модули должны воздействовать выходные параметры котлоагрегата, управляя электрическими исполнительными механизмами.

- 2-й уровень - Нижний уровень системы (программируемый контроллер с устройствами ввода/вывода) - должен быть связан с полевым уровнем системы с использованием кабельной продукции. Его предназначение:

- оперативный контроль состояния котлоагрегата и измерение параметров технологического процесса;
- отработка заданий на автоматическое поддержание технологических параметров;
- отработка заданий для дистанционного управления механизмами;
- отработка настроечных параметров и изменение режимов работы;
- организация и хранение архивов измеренных значений, глубина архива 5 суток;

- 3-й уровень - Верхний уровень системы – автоматизированные рабочие места (АРМы) оператора-технолога должны быть реализованы на базе ПК с применением программных средств, включающих SCADA - программы и стандартные интерфейсы.

Его предназначение:

- оперативное отображение состояния котлоагрегата и технологического процесса;
- ввод заданий на автоматическое поддержание технологических параметров;
- ввод заданий для дистанционного управления механизмами;
- ввод настроечных параметров и изменение режимов работы;
- отображение технологических, предупредительных и аварийных сообщений и организация их архивов, глубина архива не менее 7 суток .

## **1.6 Заключение по разделу**

Систему-прототип нельзя непосредственно применить к данному объекту, т.к. рассматриваемый котлоагрегат имеет другой тип и технические характеристики. Следовательно, необходимо разрабатывать автоматизированную систему контроля и управления котлоагрегатом в соответствии с техническим заданием.

## **2 МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОАГРЕГАТОМ**

### **2.1 Постановка задачи на модернизацию АСУТП котлоагрегата**

Дано:

1. Действующая автоматизированная система управления котлоагрегатом.
2. Техническое обеспечение действующей системы.
3. Каталоги технических средств фирм ОВЕН, Элемер, Экомер.
4. Известные SCADA-системы.

Цели модернизации автоматизированной системы управления котлоагрегатом:

- снизить расход топлива (угольной пыли) за счет внедрения датчика контроля кислорода входящих газов;
- уменьшить выбросы в атмосферу окиси азота (NO) и окиси углерода (CO);
- уменьшить время на принятие решений.

Требуется:

1. Обосновать выбор технических средств для автоматизированной системы управления котлоагрегатом.
2. Разработать функциональную схему модернизированной системы управления котлоагрегатом.
3. Обосновать выбор и конкретизировать SCADA-систему.

### **2.2. Обоснование необходимости контроля O<sub>2</sub>, CO, NO в уходящих газах**

Снижение загрязнения окружающей среды токсичными продуктами сгорания, а также экономия продуктов горения является одной из важных проблем развития российской теплоэнергетики. В настоящее время действуют довольно жесткие нормативы, регламентирующие выбросы в атмосферу.

Подавляющее большинство действующих котлов, имеют значительно более высокие уровни выбросов NO, CO и O<sub>2</sub>, чем это регламентируется ГОСТ Р50831-95. К настоящему времени разработано большое количество методов снижения выбросов как на стадии сжигания топлива (так называемые технологические или внутритопочные мероприятия) так и очистки газов на стадии охлаждения продуктов сгорания (например DENOX). Последние являются высокоэффективными методами, позволяющими обеспечить заданные уровни выбросов оксидов азота, и широко применяются в технологически развитых странах. Однако очень высокие капитальные и эксплуатационные затраты, необходимость размещения крупногабаритных установок и длительное время, необходимое для их реализации, делает внедрение данных технологий для действующих российских котлов в обозримом будущем крайне маловероятным.

Тем не менее, рост промышленного производства и ускоренный ввод в строй электрогенерирующих мощностей, который планируется в ближайшие годы, потребует сократить объемы выбросов от уже установленного оборудования.

Следует отметить, что при внедрении данных технологий может наблюдаться не только снижение КПД котельной установки, но и сложности с регулированием технологических процессов. Последнее часто обусловлено не только усложнением схемы регулирования, но и плохим состоянием контрольно-измерительных приборов, установленных на котле.

Одним из наиболее легко реализуемых режимных мероприятий является снижение избытка воздуха в топке. В результате уменьшения содержания кислорода в зоне горения происходит подавление образования как термических, так и топливных NO. Поэтому данное мероприятие может быть применено при сжигании любых видов топлива. Оно позволяет не только снизить выбросы NO<sub>2</sub>, но и несколько повысить КПД котла за счет снижения потерь теплоты с уходящими газами и затрат энергии на собственные нужды.

Влияние избытков воздуха на образование оксидов азота описывается экстремальной зависимостью с максимумом при  $a_{\max} = 1,4-1,5$  для пылеугольных котлов в зависимости от конструкции горелочных устройств и состояния топочной камеры. Причем максимум содержания  $\text{NO}_2$  в дымовых газах соответствует такому значению коэффициента избытка воздуха, при котором в данных условиях достигается наиболее полное сгорание топлива.

Очень часто, как показывает практика, котлы работают с достаточно высокими коэффициентами избытка воздуха близкими к значениям  $a_{\max}$ . Для таких агрегатов снижение избытков воздуха показывает хорошие результаты, обычно наблюдается уменьшение выбросов оксидов азота на 10-30%. При этом не требуется каких-либо дополнительных капитальных и эксплуатационных затрат, а все расходы на его внедрение сводятся к стоимости режимно-наладочных испытаний котла.

Еще больший эффект снижения выбросов оксидов азота, как показали результаты экспериментов, наблюдается при дальнейшем снижении  $a$  ниже значений  $a_{\text{раб}}$  вплоть до появления химического недожога. Причем основное снижение эмиссии  $\text{NO}_2$  происходит уже при появлении умеренного недожога топлива. Так, повышение химического недожога, сопровождавшееся ростом концентрации  $\text{CO}$  в продуктах сгорания ( $62,5 \text{ мг/м}^3$ ), приводило к снижению содержания оксидов азота на 25 - 30%. При дальнейшем увеличении недожога, когда содержание  $\text{CO}$  увеличивалось до нормативных значений ( $300 \text{ мг/м}^3$ ), происходило дополнительное линейное снижение выхода  $\text{NO}_2$  на 10 - 12% от первоначального значения.

Таким образом, при сжигании топлива за счет организации контролируемого умеренного химического недожога можно добиться заметного снижения эмиссии  $\text{NO}_2$ . Однако увеличивать химический недожог сверх значений концентрации  $\text{CO}$  ( $62,5-125 \text{ мг/м}^3$ ), что существенно ниже нормативных значений, нецелесообразно по причине малого последующего эффекта и увеличения суммарной токсичности дымовых газов за счет роста эмиссии  $\text{CO}$ . При этом снижение выбросов оксидов азота достигает 30-40%.

Следует особо отметить, что на многих котлах наблюдается значительные колебания концентрации кислорода в продуктах сгорания. Это может быть связано как с работой автоматики, так и с плохим техническим состоянием котельного агрегата. Так, например, на котле ЦКТИ-75-3,9, установленном на ТЭЦ ОАО "ЧМЗ" наблюдались колебания концентрации  $O_2$  в уходящих газах в диапазоне 6,8-7,8% об, при этом при попытке наладить режим с контролируемым недожогом концентрация  $CO$  составляла от 0 до 700мг/м<sup>3</sup>. В связи с этим для подобных котлов требуется проведение предварительных работ по уплотнению и настройке АСР.

Известно, что концентрации различных примесей в продуктах сгорания самым тесным образом связаны между собой. Изменение режима сжигания топлива приводит к увеличению содержания одних примесей при одновременном снижении эмиссии других. Поэтому экологическая безопасность режима будет тем выше, чем меньше значение суммарного относительного показателя вредности выбрасываемых дымовых газов.

Следовательно для повышения экономичности сжигания топлива и снижению выбросов в атмосферы необходим химический контроль уходящих газов [6].

### **2.3 Обоснование выбора технических средств**

Выбор технических средств для разрабатываемой системы автоматизации должен основываться на диапазоне изменения управляемых и управляющих воздействий, условиях измерения, требованиях к качеству регулирования и форме представления информации человеку.

Устройства, от которых оператор получает информацию, могут быть органами количественной (приборы) или качественной (индикаторы) информации. Показывающие, самопишущие или цифровые приборы дают возможность оператору определить численное значение параметра.

Для модернизации котлоагрегата мы будем использовать контроллеры фирмы Овен, т.к. данные контроллеры зарекомендовали себя на Российском

рынке как показатель цена-качество. Датчики расхода, давления, уровня, которые будут использоваться в проекте, производятся фирмой Элемер. Данные датчики уже используются в системе контроля технологических параметров котлоагрегата и зарекомендовали себя как надежные и практичные приборы. Датчики для измерения температуры мы оставляем прежними, т.к. нецелесообразно их менять [8].

Перечень выбранных технических средств для автоматизированной системы контроля и управления котлоагрегатом предоставлен в таблице № 2.1.

Таблица 2.1 – Технические средства для разработки автоматизированной системы контроля и управления котлоагрегатом.

Условное обозначение	Наименование прибора	Тип прибора	Количество
1а	Демпферный бак		1
2а,5г,6г	Датчик разряжения	АИР-10-ДА	3
1в,1г,2п-2т,3л-3н, 5з,5и, 6з, 6и	Пускатель бесконтактный	ПБР-3А	13
2и-2л,3ж-3к	Датчик расхода	АИР-20-ДД	7
2м	Газоанализатор	ИКТС-11	1
2н,2о	Датчик давления	АИР-10-ДИ	2
3е	Датчик уровня	АИР-20-ДД	1
5б,6б	Термометр сопротивления	50М	2
4а, 4б	Термоэлектрический термометр	ТХК	2
2д,3б,3в,3г,3д	Сужающее устройство	Сопло	5
1а,2а-2г,2з,5а,6а	Заборное устройство		9
2е	Проботборник газоанализатора		1
5в,6в	Электрод		2
1ж,1з,2ч,2ш,5к,5м, 6к,6м	Регулирующий орган	Шибер	8
3у,3п,3о,4е	Регулирующий орган	ТСМ0193	4



Продолжение таблицы 2.1

Условное обозначение	Наименование прибора	Тип прибора	Количество
1к,1ч,2щ,2э,3ф,3т, 3с,4ж,5л,5н,6л,6н	Исполнительный механизм	МЭО-40/63-У	13
PLC	1.Контроллер ОВЕН	ПЛК-100-24.Р-М	2
	2.Модуль ввода	МВ 110-224.8А	4
	3.Модуль ввода	МВ-110- 224.24.8АС	18
	4.Модуль вывода	МУ 111-224.8 Ш	20

#### **2.4 Описание предлагаемой функциональной схемы автоматизации на базе контроллера ОВЕН**

Функциональная схема автоматизации выполнена на контроллере ОВЕН.

Процедура программирования ПЛК включает следующие этапы:

1) Предварительный этап: установка операционной системы и ПО (среды программирования) CoDeSys (Controller Development System).

2) Выбор контроллера. Установка требуемого файла настроек целевой платформы (target-файла).

3) Создание и отладка проекта.

4) Установление связи с контроллером. При установке связи ПО CoDeSys автоматически компилирует проект и предлагает загрузку скомпилированного кода в ОЗУ контроллера.

5) Запуск выполнения проекта (пользовательской программы ПЛК), проверка ее работоспособности и, при необходимости, отладка.

6) В случае корректной работы проекта (пользовательской программы ПЛК) – сохранение ее в энергонезависимой Flash-памяти контроллера

для последующей загрузки и выполнения при включении питания ПЛК. В случае некорректной работы проекта – возврат на этап 5 (в процессе отладки проекта перечисленные выше операции могут выполняться многократно).

Предлагаемая функциональная схема автоматизации показана в приложении В.

#### **2.4.1 Регулирование разряжения в топке**

Измерение разряжения производится в верхней части топки котла со стороны А и Б, после чего импульсные линии заводятся в демпферный бак (поз.1а). Далее импульсная трубка подключается к датчику АИР-20-ДД (поз.1б). Затем сигнал с датчика 4-20 мА поступает на модуль контроллера ОВЕН, где происходит обработка сигнала и выработка выходного воздействия через пускатели ПБР-3А (поз.1в и 1г) на исполнительные механизмы МЭО (поз.1и и 1к), которые управляют шиберами (поз.1ж и 1з).

Т.к. шиберы должны быть открыты одинаково, то на контроллер приходят сигналы с исполнительными механизмами о положении шиберов.

#### **2.4.2 Регулирование соотношения топливо-воздух**

Для регулирования соотношения топливо-воздух используются следующие сигналы:

- Перепад давления на ВЗП сторона А. Измерение производит датчик АИР-20-ДД (поз.2и) импульсные линии на который заведены с отборных устройств до ВЗП (поз.2г) и после ВЗП (поз.2в)
- Перепад давления на ВЗП сторона Б. Измерение производит датчик АИР-20-ДД (поз.2к) импульсные линии на который заведены с отборных устройств до ВЗП (поз.2а) и после ВЗП (поз.2б)
- Расход перегретого пара. Сигнал с сужающего устройства (поз.2д) поступает на датчик расхода АИР-20-ДД (поз.2л)

- Содержание  $O_2$ ,  $CO$ ,  $NO$  в уходящих газах. Заборное устройство (поз.2е) находится в верхней части котла после пароохладителя. Сигнал далее поступает на газоанализатор ИКТС-11 (поз.2м).

- Давление перегретого пара. Сигнал с заборного устройства (поз.2з) поступает на датчик давления АИР-10-ДИ (поз.2н).

- Давление насыщенного пара. Сигнал с заборного устройства (поз.2ж) поступает на датчик давления АИР-10-ДИ (поз.2о).

Далее сигналы 4-20мА с датчиков поступают на контроллер.

Контроллер производя обработку информации вырабатывает управляющие воздействия через пускатели (поз.2п-2т) на исполнительные механизмы регулирования подачи воздуха (поз.2э,2щ), которые управляют шиберами (поз.2ш,2ч), и на магнитную станцию в схему электриков, которая регулирует подачу топлива.

Т.к. подача воздуха и топлива должна производиться 13:10 с каждой стороны, то на контроллер приходят сигналы о положении открытия шиберов и регулирующей арматуры подачи топлива.

### **2.4.3 Регулирование уровня в барабане и непрерывной продувки**

Сигналы используемые для регулирующего контура:

- Уровень в барабане котла. Сигнал с уравнительного сосуда (поз.3а) поступает на датчик измерения уровня АИР-20-ДД (поз.3е).

- Расход перегретого пара. Сигнал с сужающего устройства (поз.3б) поступает на датчик расхода (поз.3ж).

- Расход питательной воды коллектор 1. Сигнал с сужающего устройства (поз.3г) поступает на датчик расхода АИР-20-ДД (поз.3з).

- Расход питательной воды коллектор 2. Сигнал с сужающего устройства (поз.3в) поступает на датчик расхода АИР-20-ДД (поз.3и).

- Расход на распределитель непрерывной продувки. Сигнал с сужающего устройства (поз.3д) поступает на датчик расхода АИР-20-ДД (поз.3к).

Далее сигналы 4-20мА поступают на контроллер.

После чего вырабатывается сигнал через пускатели (Зл,Зм,Зн) на тот исполнительный механизм (поз.Зм,Зс,Зф), который стоит на автоматике. В свою очередь исполнительные механизмы управляют регулирующей арматурой (поз.Зп,Зо,Зу).

#### **2.4.4 Регулирование температуры перегретого пара**

Сигналами для этого контура регулирования являются температура перегретого пара (поз.4а) и температура в 4 камере пароперегревателя (поз.4б), которые через модуль ввода поступают на вход контроллера. После чего контроллер вырабатывает управляющий сигнал через пускатель (поз.4д) на исполнительный механизм (поз.4ж), который управляет регулирующей арматурой (поз.4е).

#### **2.4.5 Регулирование системой пылеприготовления сторона «А»**

Сигналами являются:

- Разряжение за мельницей. Сигнал через отборное устройство (поз.5а) поступает на датчик разряжения АИР-10-ДА (поз.5г)
- Температура за мельницей. Сигнал с термопары (поз.5б) поступает на преобразователь ИПТ (поз.5д).
- Положение открытия шиберов загрузки в мельницу. Сигнал с исполнительного механизма (поз.5л) поступает на контроллер PLC.
- Электростатический сигнал по пыли. Сигнал с электрода (поз.5в) поступает на контроллер PLC.

Далее сигналы с датчиков поступают на контроллер, который вырабатывает управляющий сигнал через пускатели (поз.5з,5и) на исполнительные механизмы (поз.5л,5н). Исполнительные механизмы в свою очередь управляют шиберами (поз.5к,5м)

## **2.4.6 Регулирование системой пылеприготовления сторона «Б»**

Система регулирования пылеприготовления стороны «Б» абсолютно идентична стороне регулирования пылеприготовления «А».

## **2.5 Обоснование выбора и конкретизация SCADA-системы**

### **2.5.1 Основные цели создания SCADA-системы**

Основными целями создания автоматизированных систем управления для котлоагрегатов являются обеспечение условий для эффективной эксплуатации при минимальном числе оперативного и обслуживающего персонала, снижение влияния человеческого фактора.

Система управления котлоагрегатами барабанного типа – эта система построена, в основном, с использованием оборудования и приборов производства фирмы «ОВЕН» и «Элемер». Номенклатура датчиков, вторичных приборов, средств автоматизации и отображения позволяет решить почти все задачи, связанные с автоматизацией, регулированием, защитами и сигнализацией технологического процесса производства пара.

TRACE MODE предназначена для автоматизации промышленных предприятий, энергетических объектов, интеллектуальных зданий, объектов транспорта, систем энергоучета и т.д. Масштаб систем автоматизации, создаваемых в TRACE MODE, может быть любым – от автономно работающих управляющих контроллеров и рабочих мест операторов (АРМ), до территориально распределенных систем управления, включающих десятки контроллеров и АРМ, обменивающихся данными с использованием различных коммуникаций – локальная сеть, интернет, последовательные шины на основе RS-232/485, выделенные и коммутируемые телефонные линии, радиоканал и GSM-сети. Причем, благодаря наличию в составе TRACE MODE компонентов T-Factory, появляется возможность комплексной автоматизации управления как технологическими, так и бизнес-процессами производства для достижения высокой экономической эффективности и быстрого возврата инвестиций [9].

### **2.5.2 SCADA–система управления котлоагрегатом**

В АСУ ТП можно выделить три уровня: контроллеры нижнего уровня, контроллеры верхнего уровня, диспетчерский уровень.

Контроллеры нижнего уровня осуществляет следующие функции:

1. сбор данных о состоянии технологического процесса;
2. управление работой исполнительных механизмов;
3. автоматическое логическое управление.

Данные с контроллеров нижнего уровня могут поступать в офисную сеть диспетчерского уровня непосредственно или через контроллеры верхнего уровня. Контроллер верхнего уровня выполняет следующие функции:

1. сбор данных с контроллеров нижнего уровня;
2. обработка данных (масштабирование, к примеру);
3. синхронизация работы подсистем АСУ ТП;
4. создание архивов;
5. сохранение работоспособности при нарушении связи между контроллерами верхнего уровня и диспетчерским пунктом;
6. резервирование каналов, по которым происходит передача данных.

В качестве контроллеров верхнего уровня могут использоваться концентраторы, коммуникационные контроллеры.

Микро–SCADA— программное обеспечение АСУ ТП, реализующее автоматическое управление и контроль технологического процесса, специализирующееся на автоматизации в определенной области [10].

Диспетчерский уровень представлен в первую очередь операторскими станциями, а также рабочими местами специалистов, сервером баз данных.

Диспетчерские станции получают от подсистем и систем ввода/вывод различные данные о состоянии технологического процесса. Полученные данные необходимо обработать определенным образом, проанализировать,

преподнести диспетчеру в той или иной форме информацию о состоянии технологического процесса, дать ему возможность управлять процессом.

Помимо этого следует выполнять и другие функции, такие как создание документов и отчетов. Для выполнения указанных функций необходимо программное обеспечение, которое обеспечит сбор, обработку, анализ данных о параметрах процесса, управление процессом.

Можно использовать программное обеспечение, написанное на языке высокого уровня или в специальной среде разработки АСУ ТП. Создание программ на языке высокого уровня требует не только знания языков программирования и навыков программирования, но и понимания технологического процесса, который необходимо автоматизировать.

Программисты, которые создают программное обеспечение для управления технологическим процессом на языках высокого уровня, должны изучить автоматизируемый процесс, что приводит к длительности создания АСУ ТП, делает разработку дорогостоящей. Данную проблему позволяют решить SCADA–системы. Технолог, который хорошо знает технологический процесс, не имеет навыков программирования и не может написать программу на языках высокого уровня для АСУ ТП. Поэтому необходима специализированная система, позволяющая автоматизировать любой технологический процесс. Такие системы называют SCADA–системами.

Под SCADA–системой следует понимать специализированное программное обеспечение, реализующее интерфейс между человеком и системой управления, коммуникацию с внешним миром. Широкое распространение получили следующие SCADA–системы: Genesis, Trace Mode, InTouch, Citect, IGSS [10].

Практически все современные SCADA–системы выполняют следующие функции:

1. сбор информации о контролируемых технологически параметрах;
2. сохранение принятой информации в архивах;

3. вторичная обработка принятой информации;
4. графическое представление хода технологического процесса;
5. прием команд от оператора;
6. регистрация событий, связанных с контролируемым процессом;
7. оповещение персонала об аварийных ситуациях на производстве;
8. создание разного рода документов о ходе процесса;
9. автоматическое управление ходом технологического процесса.

SCADA–системы представляют следующие основные возможности:

1. предлагает кнопки, поворотные регуляторы и другие органы управления обеспечивая возможность управления технологическим процессом;
2. предлагает набор различных индикаторов, графиков, обеспечивая возможность индикации информации о процессах;
3. предоставляет возможность создания разного рода отчетов, архивов;
4. предлагает упрощенный язык для создания алгоритмов, что дает возможность создания АСУ ТП технологам, у которых нет опыта программирования на языках высокого уровня;
5. предлагает средства для документирования разрабатываемых алгоритмов и технологических процессов;
6. драйверы к оборудованию, обеспечивающие ввод, вывод аналоговых и дискретных сигналов;
7. сетевые функции, позволяющие производить обмен данными между вычислительными машинами, подключенными к одной сети, публиковать отчеты в сети или управлять процессом с удаленного компьютера через интернет.

Система управления разделена на две подсистемы:

- Собственно котлоагрегат с системой подачи угольной пыли
- Пылеприготовление с системой подачи сырого угля (ПСУ).

Автоматическая система управления выполняет следующие функции:







ченном только для этой цели. Электропитание системы противоаварийной автоматики осуществляется от двух независимых источников с применением блоков бесперебойного питания (UPS). Анализ состояния котла определяется по дискретным сигналам предельных уровней, поступающим от штатных вторичных приборов, которыми оснащен котлоагрегат. Дополнительно сигналы предельных уровней поступают от контроллера системы регулирования «ОВЕН», который обрабатывает сигналы от аналоговых датчиков; благодаря этому обеспечивается дублирование аварийных сигналов.

Регулирование технологических параметров обеспечивается программой контроллера. Основные параметры автоматического регулирования:

- Уровень воды в барабане котла и непрерывная продувка;
- Температура пара на выходе из котла;
- Разряжение в топке;
- Соотношение топливо-воздух, или производительность-воздух;
- Загрузка угольной мельницы.

Все регуляторы обрабатывают поступающую информацию от датчиков в цифровом виде по заранее заложенным алгоритмам. Широкие возможности контроллера «ОВЕН» и его быстроедействие позволило построить взаимосвязанные адаптивные регуляторы, реагирующие не только на отклонения параметра, но и на возмущающее воздействие (комбинированная система регулирования с ведущим и подчиненными регуляторами).

Регуляторы, воздействующие на исполнительные механизмы направляющих аппаратов и регулирующих клапанов, имеют узел компенсации люфтов в механизме привода.

Предусматривается безударный переход с ручного регулирования на автоматический режим и обратно.

Регулирование разряжения и подачи воздуха со сдвоенной системой дымососов и вентиляторов обеспечивает равномерную загрузку двигателей

(регулятор деления нагрузок). Кроме того, при аварийном отключении одного из двигателей, второй автоматически выводится на максимальную производительность (максимально возможное открытие направляющего аппарата по условию токовой нагрузки) и затем подключается к регулятору, а система определяет необходимость автоматического снижения нагрузки.

Регулятор соотношения воздух /топливо имеет несколько модификаций:

- С коррекцией по O<sub>2</sub>;
- По перепаду на воздухоподогревателе;
- По измеренному активному току;

Все регуляторы имеют систему «захвата рабочей точки», при этом в ручном режиме машинист котла выводит параметр на требуемое значение, и затем включается автоматический режим, система при этом поддерживает работу в выбранной точке.

Эта система позволяет смещать производительность четной и нечетной группы пылепитателей, выбирая оптимальный процесс горения.

Для регулятора воздуха применяется система экстремального регулирования с автоматическим поиском рабочей точки соотношения воздух/топливо, минимизируя удельный расход топлива на производство одной Гкал тепла.

Загрузка мельницы регулируется изменением производительности ПСУ (питателей сырого угля) с частотным приводом в зависимости от тока привода, перепада давления на мельнице и температуры пылевоздушной смеси.

Для каждого регулятора имеется свой экран в системе визуализации, что позволяет контролировать качество работы и наблюдать изменения параметров в динамике на временных графиках (рисунок 2.3).



АВАРИЙНЫЕ СООБЩЕНИЯ		
Дата	Время	№ Текст сообщения
10/11/09	11:18:36	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:18:39	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:18:40	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:18:40	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:18:43	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:18:44	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:18:44	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:18:48	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:18:49	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:18:49	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:18:51	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:18:53	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:18:53	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:18:55	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:18:56	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:19:00	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:19:01	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:19:01	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:19:03	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:19:05	26 Уровень ниже -200 мм
10/11/09	11:19:05	26 Уровень ниже -200 мм

Видимость показывает уровень воды в барботаже	Показание температуры пара
Показание уровня воды в барботаже	Показание температуры пара
Видимость показывает уровень воды в барботаже	Показание давления пара
Степень сброса воды из барботажа	Сброс пара
Степень сброса дымовых газов	Температура парогенератора испарителя
Степень сброса дымовых газов	Температура парогенератора испарителя дальнейшего испарителя
Степень сброса дымовых газов	Водяной и паровой насос
Образ воды "А"	Положение фидера
Образ воды "Б"	Положение фидера
Защита отключена	Защита отключена из сброса
Нет сигнала проброса воды	Нет сигнала проброса воды
Выход из сброса завершен	Нет сигнала от КВТ насоса №1
Нет сигнала КВТ 1	Нет сигнала от КВТ насоса №2
Нет сигнала КВТ 2	Нет сигнала от КВТ насоса №3
Нет сигнала от насоса для сброса воды	Нет сигнала от насоса для сброса воды
Водяной насос доставляет	Нет сигнала с парогенератора

Рисунок 2.4 – Окно сообщений

## «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСО-СБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б11	Асинский Андрей Александрович

Институт		Кафедра	
Уровень образования		Направление/специальность	

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1. Автоматизация котлоагрегата ПК-10 «Южно-Кузбасской ГРЭС» Прочие расходы: Проектировщик - инженер Руководитель – старший преподаватель
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	2. Принять на основании произведенных расчетов и из анализа отчетов объекта исследования
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	3. Отчисления на собственные нужды 30% Районный коэффициент 30%

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Формирование плана разработки проекта
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	2. Смета затрат на проект
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	3. Расчет экономической эффективности

### Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

### Задание выдал консультант:

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

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б 11	Асинский Андрей Александрович		

### 3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

#### 3.1. Расчет затрат на проектирование и проведение ВКР

Для выполнения работы, составляется план, в нем подсчитывается по пунктам трудоемкость работ, количество участвующих в проекте, расходы и текущие затраты: заработная плата, социальные отчисления.

Поэтапный список работ, работающие исполнители, оценка объема трудоемкости отдельных видов работ сведена в таблице 3.1

Таблица 3.1- Перечень работ и оценки времени их выполнения

Наименование работ	Время для выполнения задания в днях	
	Инженер	Руководитель
Составление и выдача задания	1	1
Подборка данных по котлоагрегату	25	
Составление плана работы	15	
Выполнение ВКР	15	
Проверка руководителем ВКР		1
Исправление замечаний	17	
Консультации по ВКР с руководителем		4
Утверждение ВКР руководителем		1
Итого	73	7

#### 3.2 Расчет сметы затрат на разработку проекта.

Затраты на расчет проект

$$K_{лр} = I_{mat} + I_{ам} + I_{зн} + I_{со} + I_{лр} + I_{нр}; \quad (3.1)$$

Где :  $I_{mat}$  – материальные затраты, руб.;



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

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

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

$I_{пр}$  – прочие затраты, руб.;

$I_{нр}$  – накладные расходы, руб.

### 3.2.1. Материальные затраты при проведении работы

В ходе работы была истрачена: бумага формата А-4, А-1 для принтеров, краска на принтере, канцелярские товары.

Материальные затраты принимаем 900руб.

### 3.2.2. Амортизация основных фондов и нематериальных актив.

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер, ноутбук) и печатающее устройство (принтер), данные приведены в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Основные фонды

Вид техники	Количество	Стоимость техники, Цк.т.	Норма амортизации, Там.	Иам.
Компьютер	1	45000 руб.	20%	1480 руб.
ноутбук	1	31000 руб.	20%	1019 руб.
Принтер	1	7000 руб.	20%	230 руб.

Амортизационные отчисления найдем по формуле:

$$I_{ам} = \frac{T_{исп.к.п}}{T_{кал.дней}} \cdot Цк.т. \cdot \frac{1}{T_{ам.}} \quad (3.2)$$

Где:

Цк.т.- цена компьютерной техники;

$T_{ам.}$  – срок службы;

принимаем  $T_{ам.} = 5$  лет (компьютер, принтер, ноутбук);

$T$  - время использования основных фондов (в днях).

$$И_{ам. Комп} = \frac{T_{исп.к.т}}{T_{кал.дней}} \cdot Цк.т. \cdot \frac{1}{T_{ам.}} = \frac{73}{365} \cdot 45000 \cdot \frac{1}{5} = 1800 \text{ руб.} \quad (3.3)$$

$$И_{ам. Ноут} = \frac{T_{исп.к.т}}{T_{кал.дней}} \cdot Цк.т. \cdot \frac{1}{T_{ам.}} = \frac{73}{365} \cdot 31000 \cdot \frac{1}{5} = 1240 \text{ руб.} \quad (3.4)$$

$$И_{ам. Прин.} = \frac{T_{исп.к.т}}{T_{кал.дней}} \cdot Цк.т. \cdot \frac{1}{T_{ам.}} = \frac{73}{365} \cdot 7000 \cdot \frac{1}{5} = 280 \text{ руб.} \quad (3.5)$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$И_{ам.осн}^{\Sigma} = И_{ам.комп} + И_{ам.ноут.} + И_{ам.прин.} = 1800 + 1240 + 280 = 3320 \text{ руб.} \quad (3.6)$$

$$И_{ам.осн} = 1800 + 1240 + 280 = 3320 \text{ руб.} \quad (3.7)$$

### 3.3.1 Расчет фактической заработной платы

Фактическая заработная плата рассчитывается по формуле

$$И_{факт.зн} = \frac{И_{мес.пл}}{T} \cdot n \quad (3.8)$$

Где:  $T$  – число рабочих дней в месяце = 21 день;

$n$  – количество фактически затраченных дней,

для инженера  $n = 73$  дней, а для руководителя  $n = 7$  дней. Данные берем

согласно таблицы №3.1

Расчет средней заработной платы в месяц

Зарплата инженера

$$И_{мес.з.п.ин} = ЗПо \cdot K1 \cdot K2 \quad (3.9)$$

Зарплата руководителя

$$И_{мес.зн.рук} = (ЗПо \cdot K1 + Д) \cdot K2 \quad (3.10)$$

Где:  $Зпо$  – заработная плата в месяц;

$K1=1,1(10\%)$  – коэффициент учитывающий отпуск;

$K2=1,3(30\%)$  – районный коэффициент;

$ЗПо = 14500$ руб. – заработная плата инженера;

$Д$  - доплата за интенсивность труда = 2000руб.;

ЗПо = 16750 руб. – заработная плата инженера (старший преподаватель);

Расчет зарплаты инженера и руководителя:

$$И_{мес.зн.ин} = 14500 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 20735 \text{ руб.} \quad (3.11)$$

$$И_{мес.зн.рук} = (16750 \cdot 1,1 + 2000) \cdot 1,3 = 26553 \text{ руб.} \quad (3.12)$$

Расчет фактической заработной платы

$$И_{факт.зн.ин} = \frac{И_{мес.зн.ин}}{T} \cdot n = \frac{20735}{21} \cdot 73 = 72078,8 \text{ руб.} \quad (3.13)$$

$$И_{факт.зн.рук} = \frac{И_{мес.зн.рук}}{T} \cdot n = \frac{26553}{21} \cdot 7 = 8851 \text{ руб.} \quad (3.14)$$

### 3.4 .Социальные отчисления

Социальные отчисления рассчитываются как 30% от затрат на оплату труда ФЗП.

$$\Phi ЗП = И_{факт.зн.ин} + И_{факт.зн.рук} = 72078,8 + 8851 = 80929,8 \text{ руб.} \quad (3.15)$$

$$И_{соц.} = 30\% \cdot \Phi ЗП = 0,3 \cdot 80929,8 = 24278,94 \text{ руб.} \quad (3.16)$$

### 3.5. Прочие затраты

Прочие затраты это 10% · ∑ всех предыдущих затрат.

$$И_{пр} = 10\% \cdot (И_{мат} + И_{ам} + И_{зн} + И_{соц}) =$$

$$0,1 \cdot (900 + 3320 + 80929,8 + 24278,94) = 10942,87 \text{ руб.} \quad (3.17)$$

### 3.6 Накладные расходы

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

$$И_{НР} = 2 \cdot И_{\Sigma} = 2 \cdot 80929,8 = 161859,6 \text{ руб.} \quad (3.18)$$

### Затраты на расчет на проектирование и проведение ВКР

$$K_{np} = 900 + 3320 + 80929,8 + 24278,94 + 10942,87 + 161859,6 = 282231,21 \text{ руб.}$$

Таблица Содная таблица

Элемент затрат	Стоимость, руб.
Материальные затраты	900
Амортизация	3320
Заработанная плата	47288
Социальные отчисления	24278,94
Прочие затраты	10942,87
Накладные расходы	161859,6
ВКР	282231,21

В процессе выполнения дипломного проекта были рассмотрены конструкция и технологический процесс котлоагрегата ПК-10 ОАО «Южно-Кузбасской ГРЭС». Также выявлены недостатки в существующей системе автоматизации. Разработано техническое задание на модернизацию системы.

Обоснован выбор технических средств и программного обеспечения на модернизацию системы. Разработана функциональная структура модернизированной системы управления котлоагрегатом. Все технические средства выбраны из марок отечественного производителя.

Был произведен анализ экономической эффективности – затраты на внедрение системы составляют: 1560657,9 руб., экономия составит: 915241,9руб/год, соответственно срок окупаемости системы: 1,7 года. Расчет экономической эффективности представлен в главе 3.8.

### 3.8 Расчета экономического эффекта на модернизацию котлоагрегата

#### 3.8.1 Затраты на модернизацию оборудования.

В состав затрат на модернизацию системы включается стоимость всех расходов, связанных с данным мероприятием. Единовременные затраты, необходимые для модернизации, рассчитываются следующим образом:

$$Z_{\text{проект}} = C_{\text{мат}} + C_{\text{осн./пл}} + C_{\text{стр}} + C_{\text{об}} + C_{\text{нр}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{пр}}, \quad (3.19)$$

где:  $C_{\text{мат}}$  - затраты на материалы, руб.;

$C_{\text{осн.з./пл}}$  – основная заработная плата технического персонала, участвующего в разработке руб.;

$C_{\text{стр}}$  – страховые взносы во внебюджетные государственные фонды, руб.;

$C_{\text{об}}$  – затраты на оборудование, руб.;

$C_{\text{нр}}$  – накладные расходы, руб.;

$C_{\text{эл}}$  – затраты на электроэнергию, руб.;

$C_{\text{пр}}$  – прочие затраты, руб.

#### 3.8.2 Расчет затрат на оборудовании

В таблице 3.4 и 3.5 приведены сметы затрат на приобретение оборудования и кабельной продукции.

Таблица 3.4 – Сметана приобретение оборудования [14-17]

Наименование оборудования и материалов	Цена, руб.	Колво, шт	Общая стоимость, руб.
Датчик расхода АИР-20-ДД	2960	18	233280
Датчик давления АИР-10-ДИ	870	9	88830
Газоанализатор ИКТС-11-2	103268	2	206536
Исполнительный механизм МЭО-40/63-У	965	20	159300
Блок питания БП-14Б-Д4.4-24	829	21	38409
Контроллер ОВЕН ПЛК-100-24.Р-М	7906	2	15812

### Продолжение таблицы 3.4

Термоэлектрический термометр ТХК	978	20	19560
Термоэлектрический термометр ТХА	1243	6	7458
Термометр сопротивления 50М	551	5	2755
Термометр сопротивления 50П	1143	3	3429
Модуль ввода МВ 110-224.8А	4189	4	16756
Модуль ввода МВ 110-224.24.8АС	4661	18	83898
Модуль вывода МУ 111-224.8Ш	5133	20	102660
Монитор Samsung 20" S20A300N	5250	3	15750
Компьютер DNS (2.9GHz, 4GB, 1TB)	16950	3	50850
Мышь проводная А4-Tech	125	3	375
Клавиатура А4-Tech	250	3	750
Коммутатор D-Link DGS-1005D 5×10	990	1	990
ИБП APC Back-Up ES 550VA	3450	3	10350
Шкаф Rittal TS8 1200×2000×60	43500	1	43500
Итого:			1066077

Таблица 3.5 – смета на приобретение кабельной продукции

Наименование материалов	Цена за м.руб.	Кол-во, м	Общая стоимость, руб.
Провод ПВ 3×1	4	200	800
Кабель витая пара	11	30	330
Итого			1130

Полная смета составит:

$$C_{об} = 1000843 + 1130 = 1067207 \text{ руб.}$$

### 3.8.3 Расчет затрат на материалы

В таблице 3.6 приведён список необходимых затрат для проектирования подсистемы.

Таблица 3.6 – Затраты на материалы [16]

Наименование оборудования и материалов	Цена, руб.	Кол-во, шт	Общая стоимость, руб.
Бумага А4 500 листов	190	1	190
Диск CD-RW	30	2	60
Диск DWD-RW	50	2	100
Картридж	1200	1	1200
Итого			1550

Затраты на материалы составят:  $C_{\text{мат}}=1550$  рублей.

### 3.8.4 Расчет заработной платы

Среднедневная заработная плата (з/п) работника рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{з/п}} = C_{\text{ср/мес}} / 22, \quad (3.20)$$

где  $C_{\text{ср/мес}}$  - средняя месячная зарплата, рубли;

22 - число рабочих дней в месяце.

Для руководителя среднедневная заработная плата составляет:

$$C_{\text{рук}} = 27000/22 = 1227,27 \text{ рублей.}$$

Для инженера среднедневная заработная плата составляет:

$$C_{\text{инж}} = 25\,200/22 = 1145,45 \text{ рублей.}$$

Для монтажника среднедневная заработная плата составляет:

$$C_{\text{монт}} = 20000/22 = 909,00 \text{ рублей.}$$

Таблица 3.7 - Перечень этапов выполнения работ

Этап работы	Исполнитель (должность)	Длитель- ность, дней	Коэф-т Згрузки, %
Обоснование необходимости проектирования системы	Руководитель	5	80
	Инженер		20
Постановка	Руководитель	9	75
	Инженер		25
Разработка плана работ	Руководитель	10	50
	Инженер		50
Формирование документации	Инженер	18	100
Реализация получения плановых показателей	Руководитель	12	20
	Инженер		80
Монтаж системы	Монтажная бригада	60	100
Работа с программным обеспечением	Инженер	14	100
Итого	Руководитель	128	
	Инженер		
	Монтажная бригада		

В таблице 3.8 представлен расчет затрат на заработную плату исполнителей, с учетом коэффициентов загрузки и расчетных значений среднедневной и общей заработной платы.



Таблица 3.8 – Затраты на заработную плату без учёта страховых взносов,рубли.

Исполнители (должности)	Длительность дни	Коэффициент загрузки,%	Дневная заработная плата, руб.	$C_{\text{осн.з./пл}}$ , руб.
Руководитель	5	80	1227	4908,00
Инженер		20	1145	1145,00
Руководитель	9	75	1227	8283,00
Инженер		25	1145	2576,70
Руководитель	10	50	1227	6135,00
Инженер		50	1145	5725,00
Инженер	18	100	1145	20610,00
Руководитель	12	20	1227	2704,80
Инженер		80	1145	10992,00
Инженер	14	100	1145	16030,00
Монтажная бригада(4чел.)	60	100	909	218160
Итого				297269,5

Затраты на заработную плату без учёта отчислений составят:

$$C_{\text{осн.з./пл}} = 297269,5 \text{ руб.}$$

### 3.8.5 Расчет отчислений на страховые взносы во внебюджетные государственные фонды

Страховые взносы во внебюджетные государственные фонды рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{\text{стр.взн}} = C_{\text{осн.з./пл}} \cdot K_{\text{отч}}, \quad (3.21)$$

где  $K_{\text{отч}}$ - коэффициент отчислений из фонда заработной платы в фонд медицинского страхования, в пенсионный фонд, в фонд занятости, на нужды образования, составляющие в общей сложности 34%

$$C_{\text{стр.взн}} = 297269,5 * 0,34 = 101071,63 \text{ руб.}$$

### 3.8.6 Расчет затрат на электроэнергию.

Затраты связанные, с эксплуатацией вычислительной техники при подготовке проекта, рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{эл} = P_{г} \cdot T_{рг} \cdot K_{мг} \cdot K_{тг} \cdot C_{э}, \quad (3.22)$$

где:  $P_{г}$  – мощность токоприемника кВт;

$T_{рг}$  – время работы токоприемника в часах (68дня\*8ч);

$K_{мг}$  – коэффициент использования токоприемника во времени(0,96);

$K_{тг}$  – коэффициент использования токоприемника по мощности(0,9);

$C_{э}$  – стоимость одного киловатта в час (1,62руб.)

Таблица 3.9– Расчет затрат на электроэнергию

Наименование	$P_{г}$	$T_{рг}$	$K_{мг}$	$K_{тг}$	$C_{э}$	$C_{эл}$
Компьютер инженера- проектировщика	0,36	544	0,96	0,9	1,62	274,1

Затраты на электроэнергию составят:  $C_{эл} = 274,1$  руб.

### 3.8.7 Накладные расходы

Накладные расходы составляют 10% от затрат на заработную плату и страховые взносы во внебюджетные государственные фонды, что составляет:

$$C_{нр} = (C_{стр.взн} + C_{осн.з/пл}) \cdot 0,1 \quad (3.23)$$

$$C_{нр} = (101071,63 + 297269,5) \cdot 0,1 = 39834,1 \text{ руб.}$$

### 3.8.8 Прочие расходы

Прочие расходы принимаются 5% от предыдущих затрат (кроме накладных):

$$C_{\text{пр.расх.}}=(C_{\text{об.}}+C_{\text{мат.}}+C_{\text{эл.}})*0,05=(1067207+1550+274,1)*0,05; \quad (3.24)$$

$$C_{\text{пр.расх.}}=53451,6 \text{ руб.}$$

Таблица 3.10 – Смета затрат на модернизацию

Затраты	C <sub>пр</sub>	C <sub>мат</sub>	C <sub>осн.з/пл</sub>	C <sub>стр.взн</sub>	C <sub>эл</sub>	C <sub>пр</sub>	C <sub>об</sub>	Итого:
Сумма,руб	53451,6	1550,0	297269,5	101071,63	274,1	39834,1	1067207,0	1560657,9

Затраты на модернизацию подсистемы производства пара составят:

$$Z_{\text{проект}}=1560657,9 \text{ руб.}$$

### 3.8.10 Расчет эксплуатационных затрат

Расчет эксплуатационных затрат на год рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{экс}}=Z_{\text{а}}+Z_{\text{р}}+Z_{\text{эл}}, \quad (3.25)$$

где :  $Z_{\text{а}}$ – годовые амортизационные отчисления, руб.;

$Z_{\text{р}}$ – затраты на текущий и профилактический ремонт, руб.;

$Z_{\text{эл}}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

### 3.8.11 Расчет суммы амортизационных отчислений

Сумма амортизационных отчислений представлена в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Расчет амортизационных отчислений [14-17]

Наименование оборудования и материалов	Кол-во	Цена,	Амортизационные отчисления	
	шт	руб./шт.	%	руб.
Датчик расхода АИР-20-ДД	18	12960	20	46656,0
Датчик давления АИР-10-ДИ	9	9870	20	17766,0
Газоанализатор ИКТС-11-2	2	103268	20	41307,2
Исполнительный механизм МЭО-40/63-У	20	7965	20	31860,0
Блок питания БП-14Б-Д4.4-24	21	1829	20	7681,8
Контроллер ОВЕН ПЛК-100-24.Р-М	2	7906	20	3162,4

Продолжение Таблицы 3.11

Наименование оборудования и материалов	Кол-во	Цена,	Амортизационные отчисления	
	шт	руб./шт.	%	руб.
Термоэлектрический термометр ТХК	20	978	20	3912
Термоэлектрический термометр ТХА	6	1243	20	1491,6
Термометр сопротивления 50М	5	551	20	551
Термометр сопротивления 50П	3	1143	20	685,8
Модуль ввода МВ 110-224.8А	4	4189	20	3351,2
Модуль ввода МВ 110-224.24.8АС	18	4661	20	16779,6
Модуль вывода МУ 111-224.8Ш	20	5133	20	20532,0
Монитор Samsung 20" S20A300N	3	5250	20	3150,0
Компьютер DNS (2.9GHz, 4GB, 1TB)	3	16950	20	10170,0
Мышь проводная А4-Tech	3	125	20	75,0
Клавиатура А4-Tech	3	250	20	150,0
Коммутатор D-Link DGS-1005D 5×10	1	990		198,0
ИБП APC Back-Up ES 550VA	3	3450	20	2070,0
Шкаф Rittal TS8 1200×2000×60	1	43500	20	8700,0
Итого:				506989,6

$Z_a = 506989,6 \text{ руб.}$

### 3.8.12 Расчет затрат на текущий и профилактический ремонт

Затраты на текущий и профилактический ремонт составляют 2,5% от стоимости оборудования:

$$Z_p = 1067207 * 0,025 = 26680,18 \text{ руб.}$$

### 3.8.13 Расчет затрат на электроэнергию

Рассчитывается по формуле:

$$Z_{эл.} = P_i * T_{pi} * K_{mi} * K_{mi} * C_{э}, \quad (3.25)$$

где:  $P_1$  - мощность токоприемника кВт;

$T_{pi}$  - время работы токоприемника в часах(365 дней\* 24 для сервера и 256 дней \* 8 часов для компьютеров работников и другого оборудования);

$K_{mi}$ - коэффициент использования токоприемника во времени (0,95);

$K_{mi}$ - коэффициент использования токоприемника по мощности (0,94);

$C_3$ - стоимость одного киловатта в час(2,20 руб.).

Таблица 3.12 – Сумма затрат на электроэнергию

Наименование оборудования	Кол.,шт	$P_1$	$T_{pi}$	$K_{mi}$	$K_{mi}$	$C_3$	Зэл
Датчик расхода АИР-20-ДД	18	0,001	8760	0,95	0,94	2,20	309,8
Датчик давления АИР-10-ДИ	9	0,001	8760	0,95	0,94	2,20	154,9
Газоанализатор ИКТС-11-2	2	0,06	8760	0,95	0,94	2,20	2605,2
Исполнительный механизм МЭО-40/63-У	20	0,06	8760	0,95	0,94	2,20	20651,9
Блок питания БП-14Б-Д4.4-24	21	0,015	8760	0,95	0,94	2,20	5421,1
Контроллер ОВЕН ПЛК-100-24.Р-М	2	0,04	8760	0,95	0,94	2,20	1376,8
Модуль ввода МВ 110-224.8А	4	0,006	8760	0,95	0,94	2,20	413,0
Модуль ввода МВ 110-224.24.8АС	18	0,006	8760	0,95	0,94	2,20	1858,7
Модуль вывода МУ 111-224.8Ш	20	0,01	8760	0,95	0,94	2,20	3442,0
Монитор Samsung 20" S20A300N	3	0,75	8760	0,95	0,94	2,20	38722,3
Компьютер DNS (2.9GHz, 4GB, 1TB)	3	0,55	8760	0,95	0,94	2,20	28396,3
Коммутатор D-Link DGS-1005D 5×10	1	0,32	8760	0,95	0,94	2,20	5507,2
Итого:							108859,2

$Z_{эл}=108859,2$  руб.

Итоговые суммы эксплуатационных затрат представлены в таблице 3.13

Таблица 3.13 – Эксплуатационные зараты

Затраты	З <sub>а</sub>	З <sub>р</sub>	З <sub>эл</sub>	Итого
Сумма,руб	506989,60	26680,18	108859,20	642528,98

### 3.8.14 Расчет экономической эффективности

По расчетам специалистов в области внедрения аналогичных систем на предприятиях энергетической отрасли, автоматизация процесса управления котлоагрегатом приведет к снижению расхода топлива (угольной пыли) на 1% и сокращению потерь от выплаты штрафов за выбросы в атмосферу окиси азота и окиси углерода в размере 3%.

Таблица 3.14 – Исходные данные за 2012 год для расчета

Наименование	Затраты в год, Руб.
Угольная пыль	120374412
Штрафы	11800892

Рассчитаем экономию за счет снижения расхода топлива:

$$\mathcal{E}_T = Z_T * 0,01 \quad (3.26)$$

$$\mathcal{E}_T = 120374412 * 0,01 = 1203744,12 \text{ руб.}$$

Рассчитаем экономию за счет снижения штрафов:

$$\mathcal{E}_Ш = Z_Ш * 0,03 \quad (3.27)$$

$$\mathcal{E}_Ш = 11800892 * 0,03 = 354026,76$$

За счет внедрения системы экономия составит:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_T + \mathcal{E}_Ш \quad (3.28)$$

$$\mathcal{E} = 1203744,12 + 354026,76 = 1557770,88$$

Экономический эффект составит:

$$\mathcal{E}_Ф = \mathcal{E} - Z_{\text{экс}} \quad (3.29)$$

$$\mathcal{E}_Ф = 1557770,88 - 642528,98 = 915241,9 \text{ руб.}$$

Экономическая эффективность единовременных затрат на модернизацию системы определяется показателями:

1)  $T_p$ - расчетный срок окупаемости единовременных затрат на модернизацию системы;

2)  $E_p$ - расчетный коэффициент эффективности единовременных затрат на модернизацию системы.

$$T_p = K / \Delta_{\phi} \quad (3.30)$$

$$T_p = 1560657,9 / 915241,9 = 1,7 \text{ года,}$$

$$E_p = \Delta_{\phi} / K; \quad (3.31)$$

$$E_p = 915241,9 / 1560657,9 = 0,58 \text{ коп./руб.}$$

Рассчитанный срок окупаемости и коэффициент эффективности сравнивают с нормативными ( $T_n$ ,  $E_n$ ), и если  $T_p \leq T_n$ , а  $E_p \geq E_n$ , то проект эффективен и подлежит внедрению, реализации. Нормативный срок окупаемости составляет от 1 года до 3 лет, а нормативный коэффициент эффективности от 0,25 коп./руб.

Так как в результате проведенных расчетов  $T_p < T_n$  и  $E_p > E_n$ , то можно сделать вывод, что модернизация системы целесообразна.

Таблица 3.15 – Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателя	Ед.изм.	Значения
Проектные затраты	руб.	1560657,9
Затраты на обрудование	руб.	1067207
Затраты на материалы	руб.	1550
Затраты на заработную плату	руб.	297269,5
Отчисления на страховые взносы во вне-бюджетные государственные фонды	руб.	101071,63
Накладные расходы	руб.	39834,1
Прочие расходы	руб.	53451,6
Эксплуатационные затраты	руб.	642528,98

Наименование показателя	Ед.изм.	Значения
Амортизационные отчисления в год	руб.	506989,6
Затраты на потребляемую электроэнергию	руб.	26680,18
Затраты на текущий и профилактический ремонт	руб.	108859,2
Годовая экономия	руб.	915241,9
Срок окупаемости	год	1,7



## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

**Студенту:**

Группа	ФИО
3-5Б11	АСИНСКОМУ Андрею Александровичу

Институт	Энергетический	Кафедра	АТЭС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/ специальность	13.03.01.Теплоэнергетика и теплотехника

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<i>1. Характеристика объекта исследования и области его применения</i>	<i>Объект исследования – Автоматизация котлоагрегата ПК-10 ОАО «Южно-Кузбасской ГРЭС» Оказывается негативное воздействие на окружающую среду. Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера</i>
<i>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	<i>Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008г (ред. от 10.07.2012г) «технический регламент о требованиях к пожарной безопасности». Федеральный закон №184-ФЗ "О техническом регулировании" от 27 декабря 2002 года.  Федеральный закон N 426-ФЗ от 28 декабря 2013 года</i>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<i>1. Анализ вредных факторов производственной среды: - физико-химическая природа вредности; - действие фактора на организм человека; - предлагаемые средства защиты.</i>	<i>Вредные факторы  1. Физические факторы; 2. Виброакустические факторы.</i>
<i>2. Анализ выявленных опасных факторов производственной среды: - механические опасности (источники и средства защиты); - термические опасности (источники и средства защиты); - электробезопасность; - Взрывоопасность и пожаробезопасность (причины, профилактические мероприятия и первичные средства пожаротушения)</i>	<i>Опасные факторы 1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные) 2. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов 3. Взрывоопасность и пожароопасность 4. Электрический ток</i>

<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- защита селитебной зоны</li> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу;</li> <li>- анализ воздействия объекта на гидросферу;</li> <li>- анализ воздействия объекта на литосферу;</li> <li>- решения по обеспечению экологической безопасности.</li> </ul>	<p><i>Воздействие на окружающую среду при эксплуатации ГРЭС:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- загрязнением атмосферного воздуха выбросами;</li> <li>- нарушением гидрогеологического режима;</li> <li>- загрязнением поверхностных водных источников и подземных вод;</li> <li>- повреждением почвенно-растительного покрова.</li> </ul>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>- выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p><i>Чрезвычайные ситуации на ГРЭС могут возникнуть в результате взрыва парового котла или паротурбинной установки.</i></p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>1. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок.  2. Правила техники безопасности при эксплуатации теплотехнического оборудования электростанций и тепловых сетей. РД 34.03.201-97.  3. Правила противопожарного режима в Российской Федерации. Утверждены постановлением правительства РФ от 25.04.2012г № 390.  4. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской</p>
<p><b>Перечень графического материала:</b></p>	
<p><i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i></p>	

<p><b><u>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</u></b></p>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жиз-	Гусельников Михаил Эдуардович	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б11	Асинский Андрей Александрович		

## **4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **4.1 Производственная безопасность**

#### **4.1.1 Физические факторы**

Физические факторы производственной среды включают в себя механические, состояние воздушной среды, шум и вибрация, электробезопасность, освещенность, повышенные уровни ультрафиолетовой и инфракрасной радиации, ионизирующих излучений в рабочей зоне.

При производстве тепловой и электрической энергии на ГРЭС и котельных присутствуют вредные и опасные факторы такие как:

1. Механические опасные факторы – движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования, согласно ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. Движущиеся части производственного оборудования являются источником травмоопасности.

Безопасность конструкции производственного оборудования обеспечивается:

- выбором принципов действия и конструктивных решений, источников энергии и характеристик энергоносителей, параметров рабочих процессов, системы управления и ее элементов;

- минимизацией потребляемой и накапливаемой энергии при функционировании оборудования;

- выбором комплектующих изделий и материалов для изготовления конструкций, а также применяемых при эксплуатации;

- выбором технологических процессов изготовления;

- надежностью конструкции и ее элементов;

- применением средств механизации, автоматизации, дистанционного управления и контроля;

- возможностью использования ограждения и индивидуальных средств защиты;

- ограничением физических и нервнопсихических нагрузок на работающих;

- применением встроенных в конструкцию средств защиты работающих, а также средств информации, предупреждающих о возникновении опасных ситуаций.

2. Термические опасные факторы – повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов

- источником опасности является микроклимат в производственных помещениях:

- температура воздуха;

- температура поверхностей стен, полов и потолка и устройств ограждающих конструкций оборудования;

- относительная влажность и скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

В целях защиты работающих от возможного перегревания или охлаждения при температуре воздуха на рабочих местах выше или ниже допустимых величин время пребывания на рабочих местах ограничено. При этом среднесменная температура воздуха, при которой работающие находятся в течение рабочей смены на рабочих местах и местах отдыха, не выходит за пределы допустимых величин температуры воздуха для соответствующих категорий работ.

3. Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного для жизни воздействия электрического тока, электрической дуги, элект-

ромагнитного поля и статического электричества. Опасность поражения электрическим током, в отличие от прочих опасностей, усугубляется тем, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить напряжение дистанционно.

Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний. Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от:

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека;
- условий внешней среды.

Электробезопасность обеспечивается конструкцией электроустановок, техническими способами и мероприятиями, средствами защиты.

Электроустановки и их части выполнены таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовать требованиям электробезопасности.

Технические способы и средства применяют отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита.

Защитная оболочка - мероприятие для защиты от прикосновения к токоведущим частям путем покрытия токоведущих частей приспособлениями, обеспечивающими полную защиту от прикосновения.

Защитное ограждение - мероприятие для защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям путем ограждения токоведущих частей приспособлениями, обеспечивающими частичную защиту от прикосновения.

Изоляция рабочего места - способ защиты, основанный на изоляции рабочего места (пола, площадки, настила и т.п.) и токопроводящих частей в области рабочего места, потенциал которых отличается от потенциала токопроводящих частей и прикосновение, к которым является предусмотренным или возможным.

4. Освещенность – отсутствие или недостаток естественного света; недостаточная освещенность рабочей зоны

Для оптимизации условий труда большое значение имеет освещение рабочих мест. Задачи организации освещённости рабочих мест – обеспечение различаемости рассматриваемых предметов, уменьшение напряжения и утомляемости органов зрения. Производственное освещение имеет правильное направление светового потока, исключаящее слепящее действие света и образование резких теней.

Качественный показатель световой среды – коэффициент пульсации освещенности – это критерий оценки изменений колебаний освещенности, создаваемой осветительной установкой, во времени.

Требования к коэффициенту пульсации освещенности для рабочих мест с ПЭВМ — не более 5%; Для других видов работ величина коэффициента пульсации не более 15%. Для самых грубых зрительных работ допускается не более 20%.

Способы снижения коэффициента пульсации освещенности:

- подключение обычных светильников на разные фазы трехфазной сети или установка на их место новых светильников, оснащенных электронным пускорегулирующим аппаратом (ЭПРА);

- питание двух ламп в светильнике со сдвигом (одну отстающим током, другую опережающим), для чего в светильник устанавливают компенсирующие пускорегулирующие аппараты;

- использование светильников, где лампы должны работать от переменного тока частотой 400 Гц и выше [12].

#### **4.1.2. Виброакустические факторы**

Вредное воздействие шума:

- сердечно-сосудистая система;
- неравная система;
- органы слуха (барабанная перепонка).

Мероприятия по борьбе с шумом:

I группа – Строительно-планировочная (использование определенных строительных материалов);

II группа - Конструктивная (установка звукоизолирующих преград);

III группа – Снижение шума в источнике его возникновения (снижение шума в источнике его возникновения, т.е использование композитных материалов);

IV группа - Организационные мероприятия (режима труда и отдыха).

Вибрация - механические колебания материальных точек или тел. Причина появления вибрации - неуравновешенное силовое воздействие.

Воздействия на здоровье человека:

- повреждения различных органов и тканей;
- влияние на центр. нервную систему;
- влияние на органы слуха и зрения;
- повышение утомляемости.

Методы снижения вибрации:

Снижение вибрации методом виброгашения - подбор определенных видов материалов, виброизоляция. Организация режима труда и отдыха. В качестве средств индивидуальной защиты - защита опорных поверхностей[13].

#### **4.1.3 Взрывоопасность и пожароопасность**

Пожар – это горение вне специального очага, которое не контролируется и может привести к массовому поражению и гибели людей, а также к нанесению экологического, материального и другого вреда.

При возникновении пожара и его тушении персонал подвергается воздействию дыма с высоким содержанием окиси углерода, термическим ожогам.

Для предотвращения пожаров предпринимают следующие меры:

- строительно-планировочные – определяются огнестойкостью зданий и сооружений (выбор материалов конструкций т.е. сгораемые, негораемые, трудно сгораемые) и пределом огнестойкости - это количество времени, в течение которого под воздействием огня не нарушается несущая способность строительных конструкций вплоть до появления первой трещины.;

- технические – использование разнообразных защитных систем, соблюдение параметров технологических процессов и режимов работы оборудования, соблюдение противопожарных норм при эвакуации;

- организационные – обучение по пожарной безопасности, соблюдение пожарной безопасности

Средства индивидуальной защиты людей обеспечивают безопасность в течение времени, необходимого для эвакуации людей в безопасную зону, или в течение времени, необходимого для проведения специальных работ по тушению пожара. Средства индивидуальной защиты людей применяются для защиты эвакуируемых и спасаемых людей, так и для защиты пожарных, участвующих в тушении пожара.

Взрыв – быстрое химическое превращение среды, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов.

Взрывоопасность – совокупность факторов, обуславливающих возможность образования взрывоопасной среды в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, и ее воспламенения.

Предотвращение образования взрывоопасной среды и обеспечение в воздухе производственных помещений, содержания взрывоопасных веществ, не превышающего нижнего концентрационного предела воспламенения с учетом коэффициента безопасности, достигается путем:

- применением герметичного производственного оборудования;



применением рабочей и аварийной вентиляции;

- отводом, удалением взрывоопасной среды и веществ, способных привести к ее образованию;
- контролем состава воздушной среды и отложений взрывоопасной пыли [13].

#### **4.2. Охрана окружающей среды. Воздействие на окружающую среду при эксплуатации ГРЭС.**

Тепловые электрические станции – объект производства тепловой и электрической энергии с образованием отходов производства материальных и энергетических, оказывающих негативное воздействие на природную среду. Загрязнение окружающей среды происходит в результате реализации основных и вспомогательных процессов на ГРЭС [13].

##### **4.2.1. Загрязнение атмосферного воздуха выбросами**

Выбросы в атмосферу складываются из ряда факторов, связанных с технологией производства:

- при осуществлении транспортировки и разгрузки хранения и перевалки топлива на складе, а также подача топлива на сжигание в котлах – углеводороды и угольная пыль;
- при сжигании топлива и технической эксплуатации котлов (очистка поверхностей нагрева) – окислы азота, серы углерода угольная и мазутная зола, пентаксид ванадия, бензапирен;
- при продувке паропроводов и охлаждении циркуляционной воды в градирнях или брызгательных бассейнах – водяной пар [12].

##### **4.2.2. Нарушение гидрогеологического режима**

Создание водохранилищ в долинах рек или с использованием естественного рельефа поверхности, создание искусственных прудов охладителей, вызывает:

- изменение качественного и количественного состава речных стоков;
- изменение гидрологии водного бассейна;
- увеличение давления на дно, проникновение влаги в разломы земной коры и изменение сейсмичности;
- изменение условий рыболовства, развития планктона и водной растительности;
- изменение микроклимата;
- изменения условий отдыха, спортивных занятий, бальнеологических и других факторов водной среды.

Примеси в стоках от ТЭС могут суммарно воздействовать на естественный круговорот и материальные балансы веществ между гидро-, лито- и атмосферой [13].

#### **4.2.3. Загрязнение поверхностных водных источников и подземных вод**

Для сокращения водопотребления и сброса сточных вод наиболее перспективны следующие направления:

- максимальное применение систем оборотного водопользования;
- уменьшение потерь воды при её использовании в нескольких технологических циклах;
- применение современных методов обработки воды;

#### **4.2.4. Повреждение почвенно-растительного покрова**

Организация золоотвалов для складирования золы и шлака производится выработкой и затоплением земляного покрова помимо этого происходит выброс в атмосферу водяного пара и золошлаковых отходов на рельеф. На золоотвалах ГРЭС России скопилось огромное количество золошлаков, хранение которых – экологическая проблема. Один из путей решения этой проблемы может стать использование золы и шлака в различных отраслях хозяй-

ства. Отработанные и законсервированные золоотвалы, могут стать сырьевой базой ценных материалов для различных отраслей народного хозяйства.

### **4.3. Защита в чрезвычайных ситуациях**

Взрыв парового котла на энергетическом предприятии происходит в результате нарушения правил Ростехнадзора ПБ-10- 115-06 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением выше 0,7 МПа, а также на водогрейные котлы с температурой подогрева воды выше 115°С»,– 06. Эти правила распространяются на стационарные и передвижные паровые котлы, паронагреватели водяные экономайзеры.

Последствия в случае взрывов паровых котлов:

- обрушения конструкций зданий;
- разрушения за пределами зданий;
- тяжелые и смертельные несчастные случаи.

В качестве предупреждения взрыва, паровой котел до ввода в эксплуатацию предъявляют Ростехнадзору для регистрации. При этом предъявляется техническая документация на котел, котельное помещение, акт о качестве монтажа котла и лабораторный анализ воды, применяемой для его питания.

За период эксплуатации котла проводятся технические освидетельствования парового котла после ремонта или пуска в работу после консервации, а также окончания гарантийного срока эксплуатации. Цель освидетельствования выполняемого Ростехнадзором, установить безопасность его эксплуатации. Освидетельствование котлов проводят путем внутреннего их осмотра и гидравлического испытания. При осмотре проверяется состояние стенок котла, швов, труб, вспомогательных механизмов и контрольно-измерительных приборов.

Котлы оснащаются системами безопасности, например предохранительными клапанами которые проектируются на защиту котлов от превышения расчётного давления более 10%. Паровые котлы с камерным сжиганием топлива оборудуют автоматическим устройством, прекращающим подачу

топлива к горелкам при снижении уровня воды ниже допустимого предела. Котлы, работающие на газообразном топливе, имеют автоматическое устройство, прекращающее подачу газа в горелки при падении давления воздуха ниже допустимого [12].

#### **4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Для обеспечения безопасности рабочей зоны и персонала, на предприятиях проводится аттестация рабочих мест, разрабатываются инструкции по охране труда и промышленной безопасности по каждому рабочему месту.

По результатам проведения исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов экспертом организации, проводящей специальную оценку условий труда, осуществляется отнесение условий труда на рабочих местах по степени вредности и (или) опасности к классам (подклассам) условий труда.

Организация, проводящая специальную оценку условий труда, составляет отчет о ее проведении, в который включаются следующие результаты проведения специальной оценки условий труда:

- перечень рабочих мест, на которых проводилась специальная оценка условий труда, с указанием вредных и (или) опасных производственных факторов, которые идентифицированы на данных рабочих местах;
- карты специальной оценки условий труда, содержащие сведения об установленном экспертом организации, проводящей специальную оценку условий труда, классе (подклассе) условий труда на конкретных рабочих местах;
- перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда работников, на рабочих местах которых проводилась специальная оценка условий труда;
- заключения эксперта организации, проводящей специальную оценку условий труда.

На предприятиях разрабатываются и утверждаются программы проведения вводного и первичного инструктажей. Вновь принятые работники в обязательном порядке проходят вводный инструктаж при приеме на работу, в котором изучают: общие сведения о предприятии, характерные особенности производства.

1. Основные положения законодательства об охране труда.
2. Несчастные случаи на производстве.
3. Электробезопасность; Пожарная безопасность.
4. Оказание доврачебной помощи пострадавшим от действия электрического тока, при ранении, кровотечении, ожогах и обморожениях.
5. Первая помощь при переломах, вывихах, ушибах, растяжении связок.
6. Первая помощь при попадании инородных тел.
7. Первая помощь при обмороке, тепловом и солнечном ударах и отравлениях [13].

## **Заключение**

В процессе выполнения дипломного проекта были рассмотрены конструкция и технологический процесс котлоагрегата ПК-10 ОАО «Южно-Кузбасской ГРЭС». Также выявлены недостатки в существующей системы автоматизации. Разработано техническое задание на модернизацию системы.

Обоснован выбор технических средств и программного обеспечения на модернизацию системы. Разработана функциональная структура модернизированной системы управления котлоагрегатом. Все технические средства выбраны из марок отечественного производителя.

Был произведен анализ экономической эффективности – затраты на внедрение системы составляют: 1560657,9 руб., экономия составит: 915241,9 руб/год, соответственно срок окупаемости системы: 1.7 года.

## Список используемой литературы

1. Резников М. И. Паровые котлы тепловых электростанций: Учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" / М. И. Резников, Ю. М. Липов. – М.: Энергоиздат, 1981. – 240 с.
2. Киселев Н. А. Устройство и эксплуатация котлов и котельного оборудования/ Н. А. Киселев - М.: Высшая школа, 1976. - 186 с.
3. Александров В. Г. Паровые котлы средней и малой мощности/ В. Г. Александров - Л.: Энергия, 1966г. - 248 с.
4. Штейнберг Ш.Е. Промышленные автоматические регуляторы / Ш.Е. Штейнберг, Л.О. Хвилевичкий, М.А. Ястребенцкий. - М.: Энергия, 1973 - 558с.
5. Абрамов А.И. Повышение экологической безопасности тепловых электростанций: Учеб. пособие / А.И. Абрамов, Д.П. Елизаров, А.Н. Ремезов и др.; Под ред. А.С. Седлова. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 378 с.
6. Горюнов И.Т. Анализ, разработка и выбор оптимальных мероприятий по повышению экологической эффективности эксплуатации крупной энергосистемы: Дис... канд. тех. наук. М., 1998.
7. ГОСТ 34.602-89. Техническое задание на создание автоматизированной системы.- Введ. 1990-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 1989.- 15 с.
8. Чистович С.А. Автоматизация отопительных котельных. Вып. 6-й / Под ред. С.А. Чистовича, С.И. Мухина, - М.: Недра, 1971-280с.
9. Андреев Е. Б. SCADA-системы: взгляд изнутри/ Андреев Е. Б., Куцевич Н. А. Синенко О. В.—М.: Издательство РТСофт, 2004.— 176с;
10. Руководство пользователя TRACE MODE 6 и T-FACTORY, 14-е изд., Москва, 2011-14с.
11. Ефимов И.П. SCADA–система Trase Mode/И. П. Ефимов, Д. А. Солуянов.— Ульяновск: УлГТУ, 2010г.— 158 с.
12. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03

13. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: СП 12.13130.09
14. Система стандартов безопасности труда: сборник. – М.: Изд-во стандартов, 2002 – 102 с.
15. Электронный каталог фирмы ЭКОМЕР – газоаналитическое оборудование – Режим доступа [[http://ecomer.ru/assets/files/buklet\\_2011.pdf](http://ecomer.ru/assets/files/buklet_2011.pdf)]
16. Электронный каталог фирмы НПП Элемер – производство измерительных приборов – Режим доступа [<http://www.elemer.ru/news/102/497/>]
17. Электронный каталог DNS – Новокузнецк – Режим доступа [<http://novokuznetsk.dns-shop.ru/catalog> 15.04.2016]
18. Электронный каталог © 2013 ОВЕН - регуляторы, измерители, контроллеры, датчики. – Режим доступа [<http://www.owen.ru/catalog> 15.04.2016]



# Приложение А

## (обязательное)

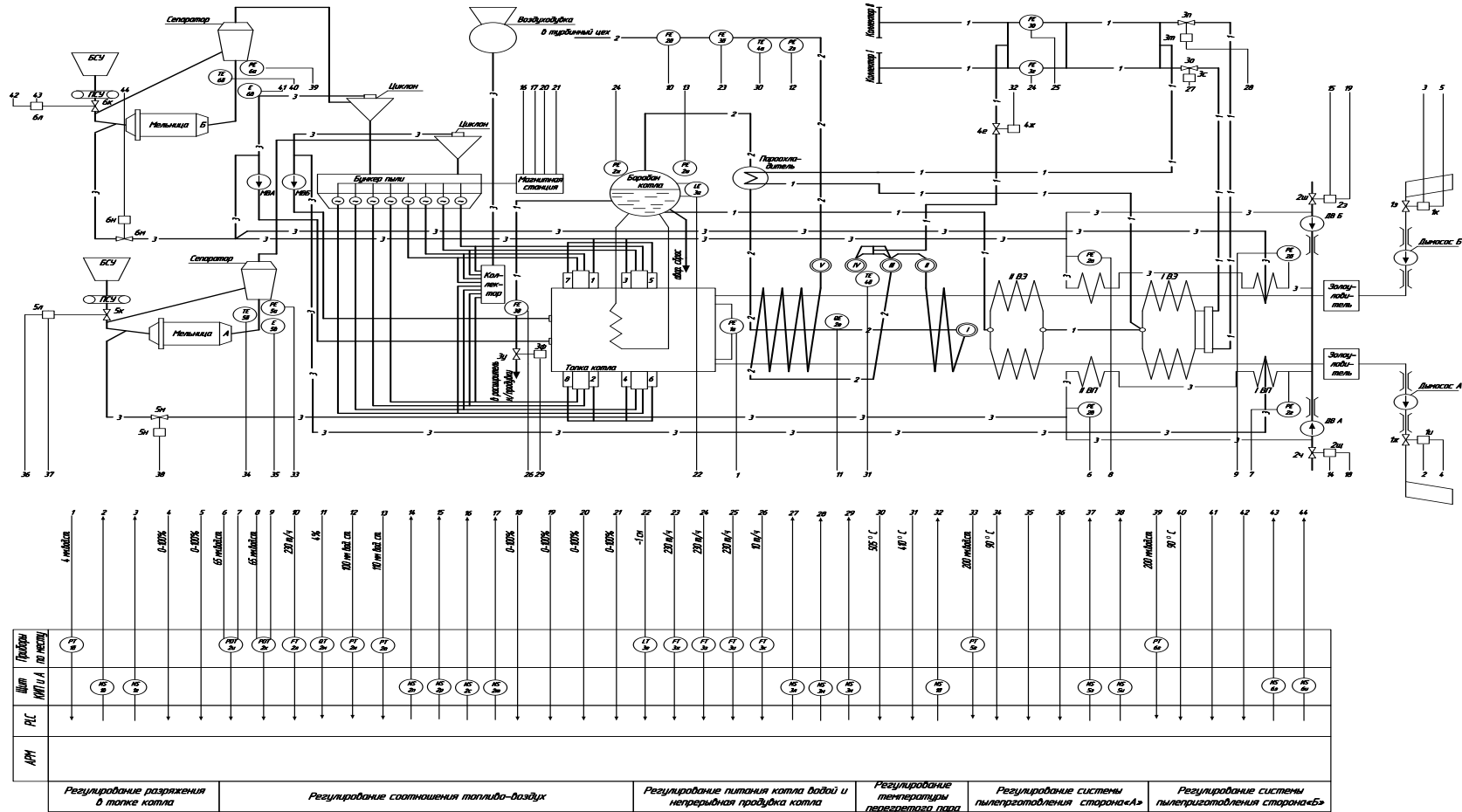


Рисунок А.1 - Функциональная схема автоматизации действующей системы

# Приложение Б (обязательное)

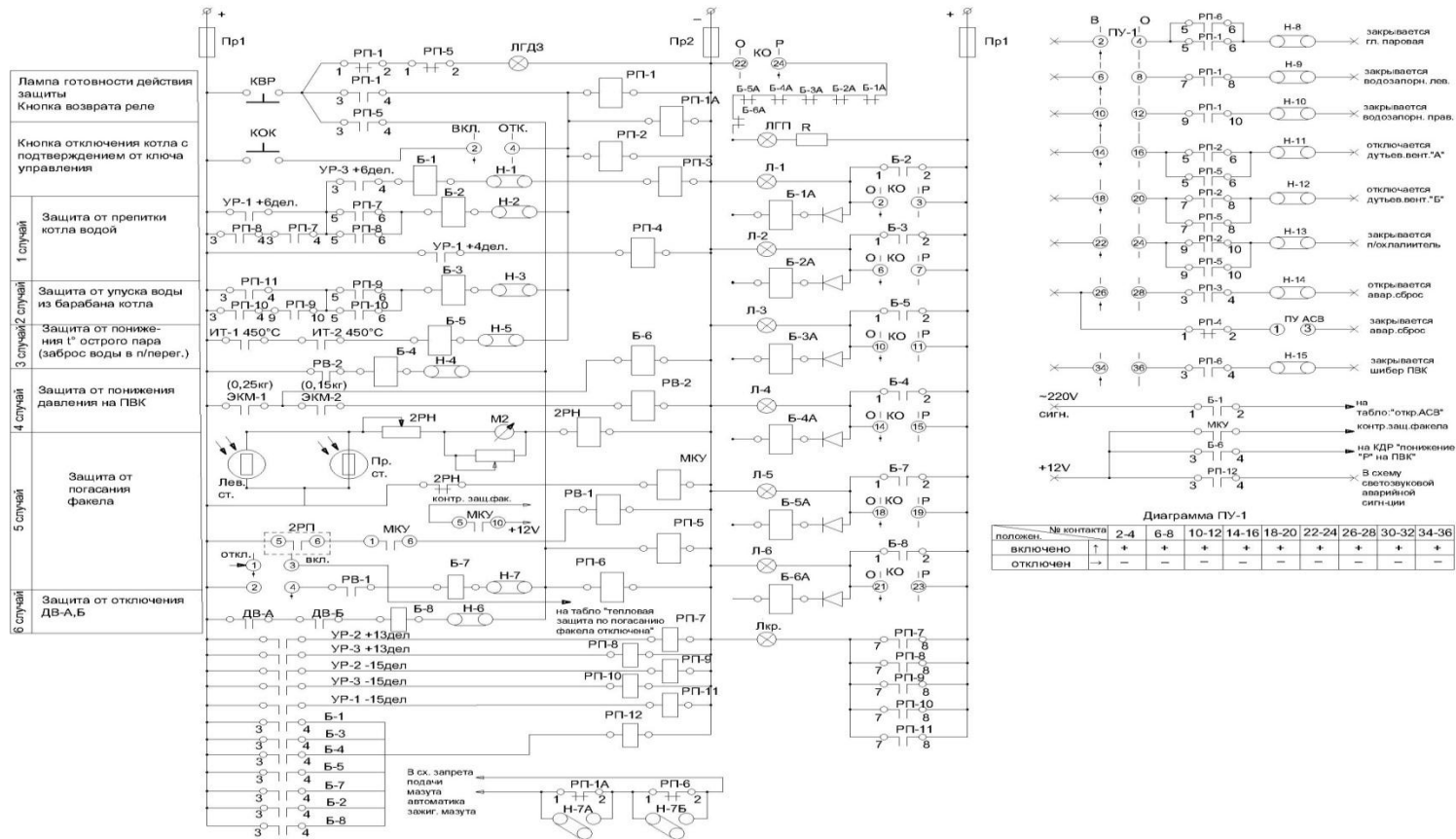


Рисунок Б.1 - Действующие схемы сигнализации и защиты котлоагрегата

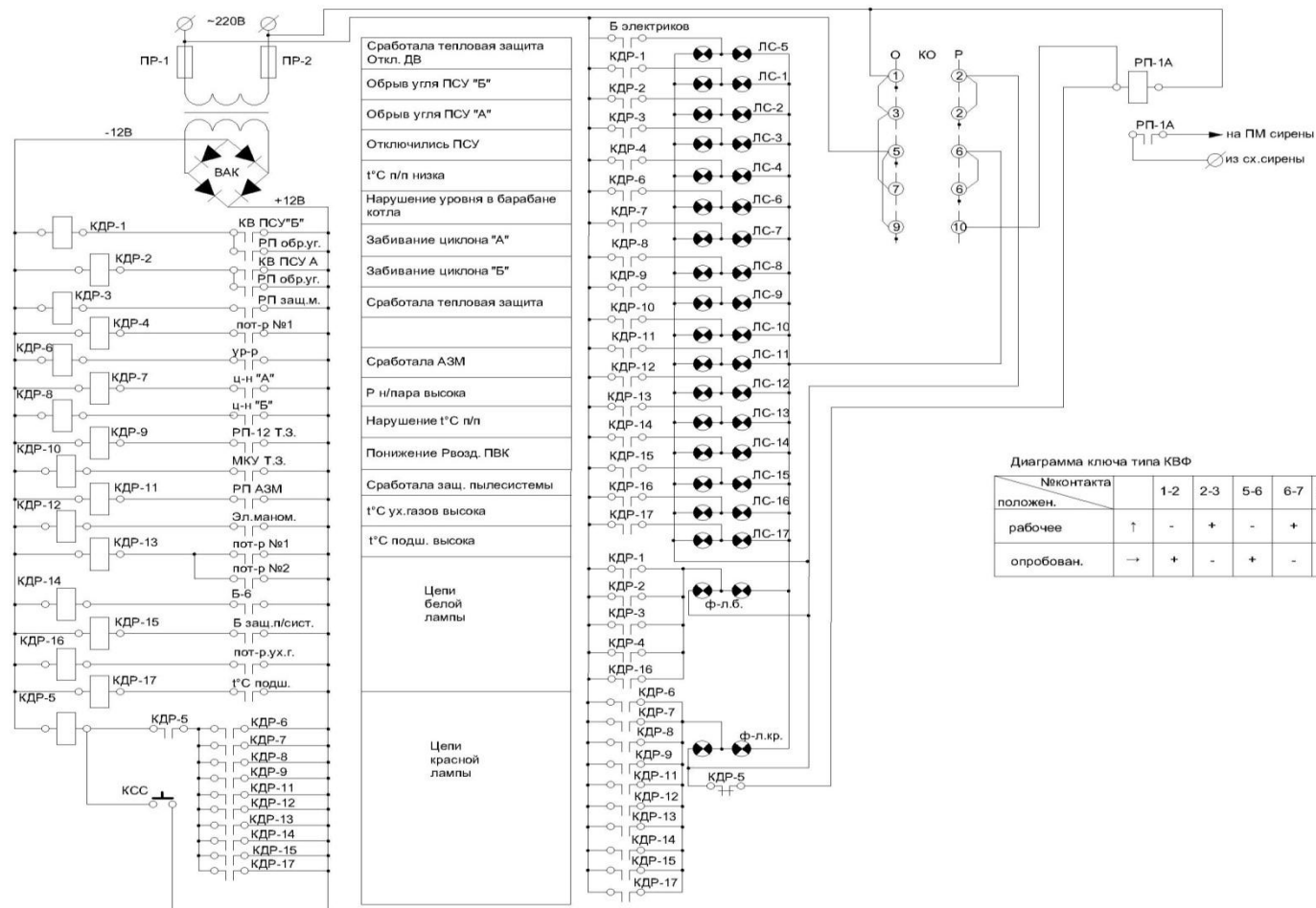


Рисунок Б.2 - Действующие схемы сигнализации и защиты котлоагрегата

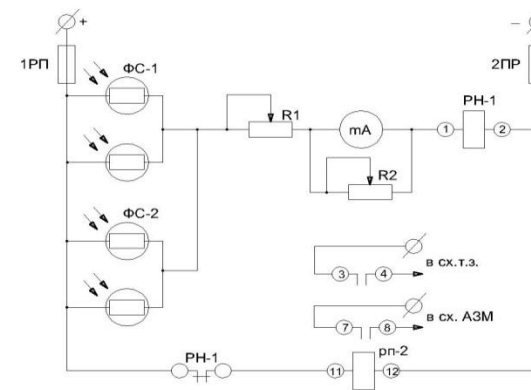
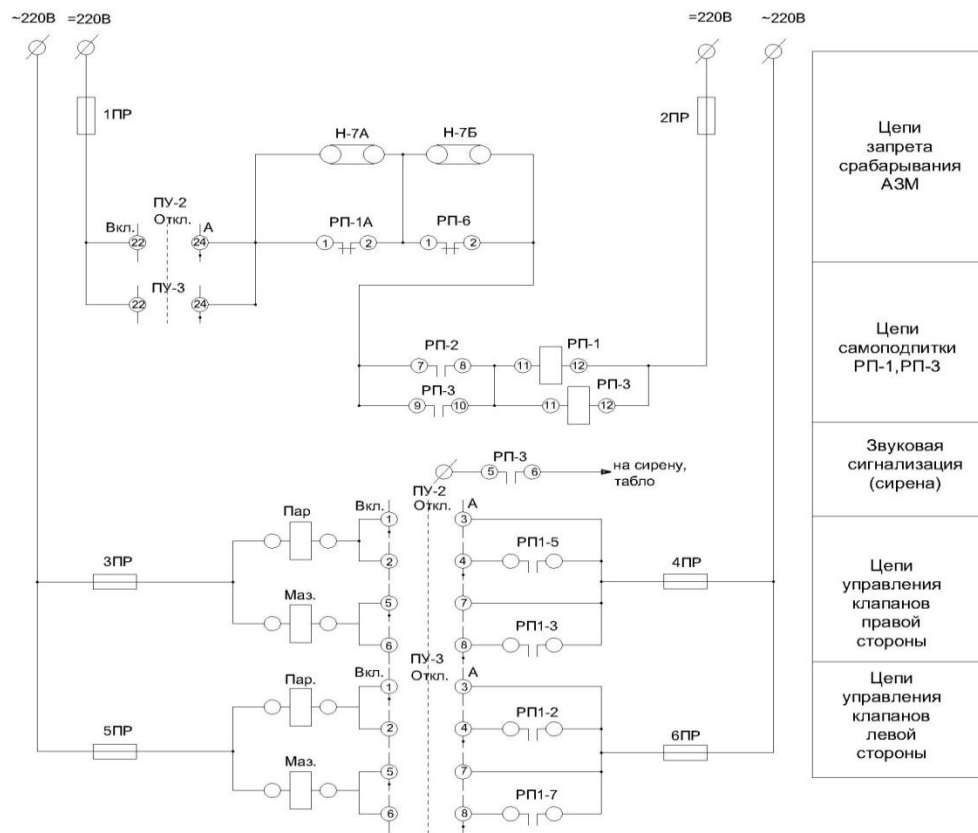


Диаграмма ключей ПУ-2, ПУ-3

№ конт. полож. ключа	1-3	2-4	5-7	6-8	22-24
<b>Вкл.</b>	+	-	+	-	-
<b>Отк.</b>	-	-	-	-	-
<b>А(автом.)</b>	-	+	-	+	+

Рисунок Б.3 - Действующие схемы сигнализации и защиты котлоагрегата

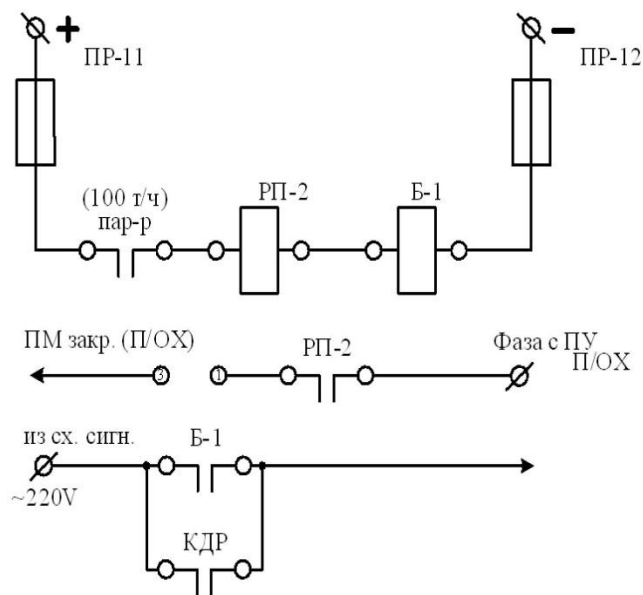
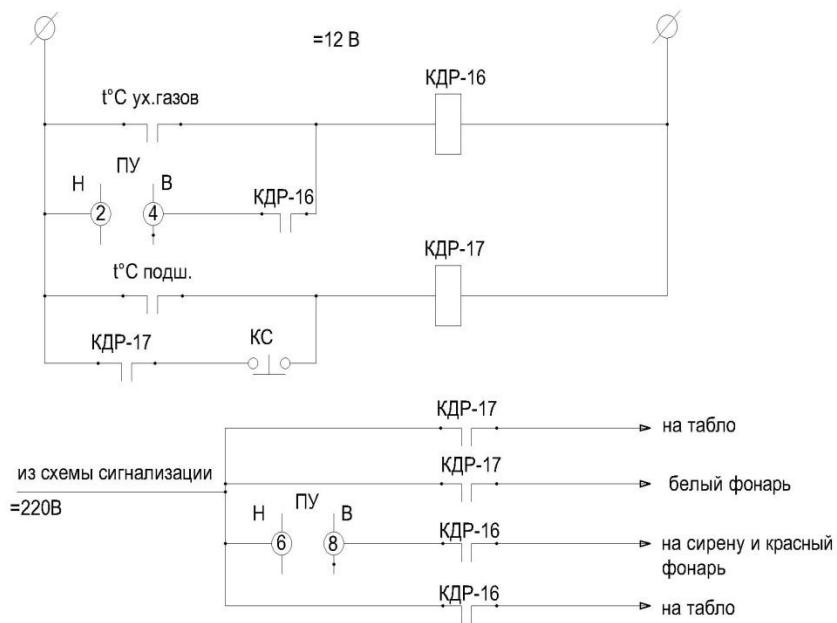


Рисунок Б.4 - Действующие схемы сигнализации и защиты котлоагрегата

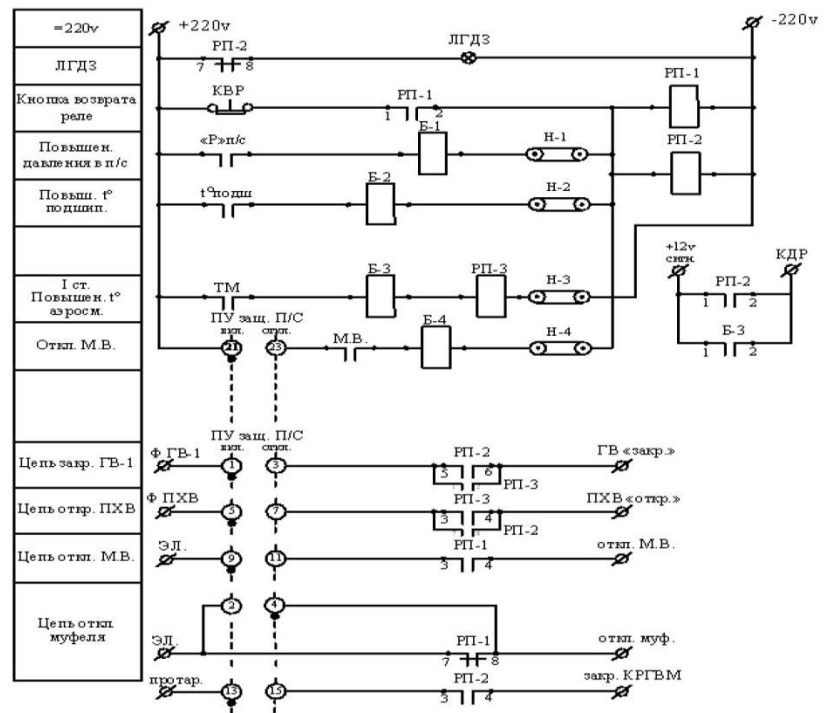
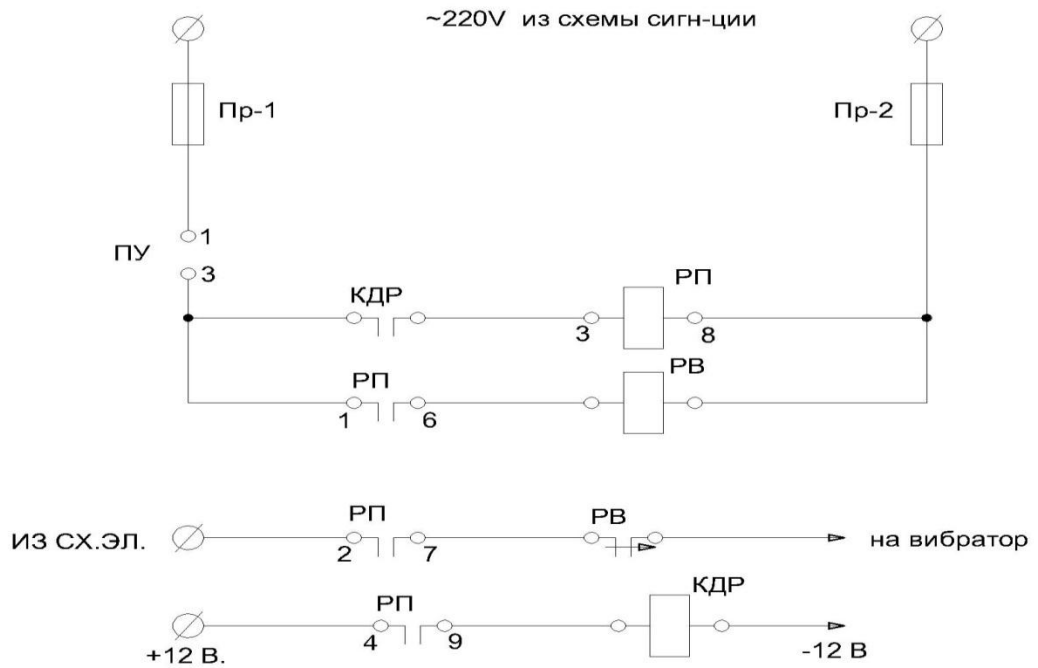


Рисунок Б.5 - Действующие схемы сигнализации и защиты котлоагрегата

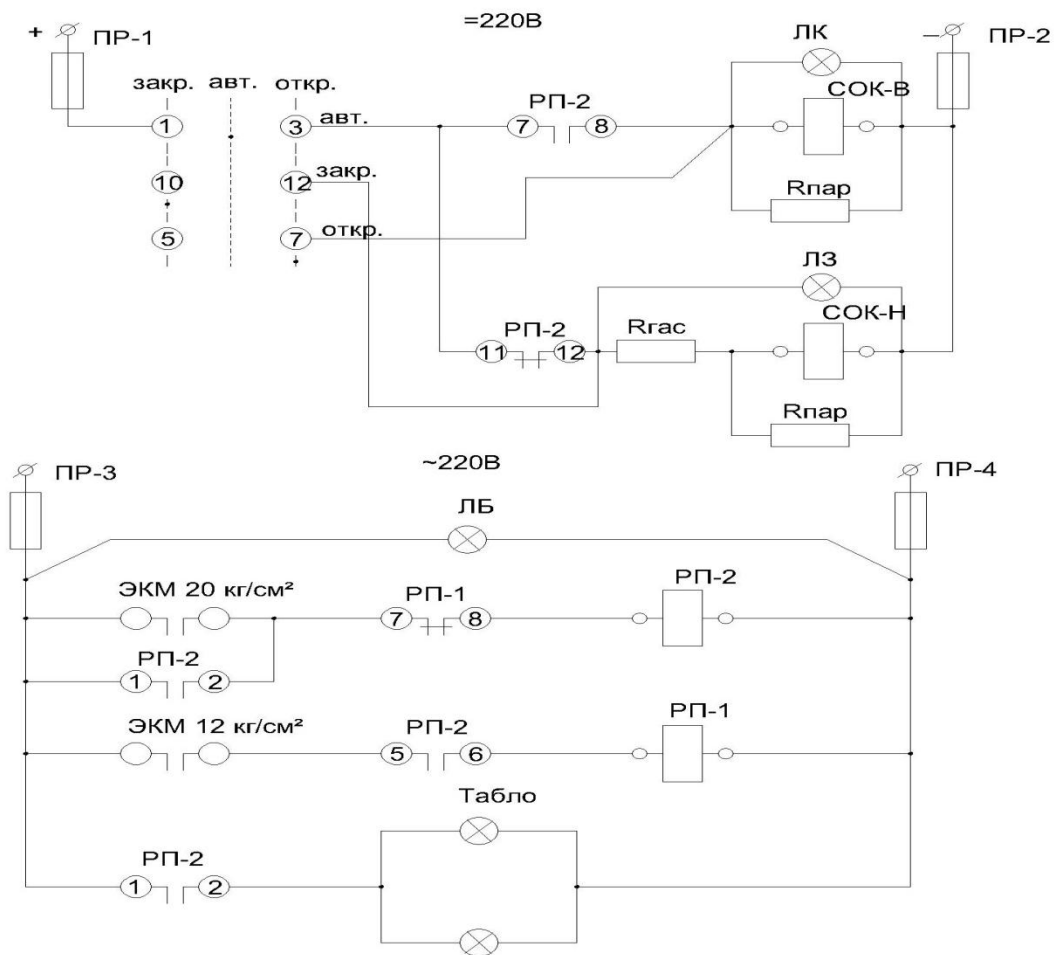


Рисунок Б2-Защита импульсных клапанов

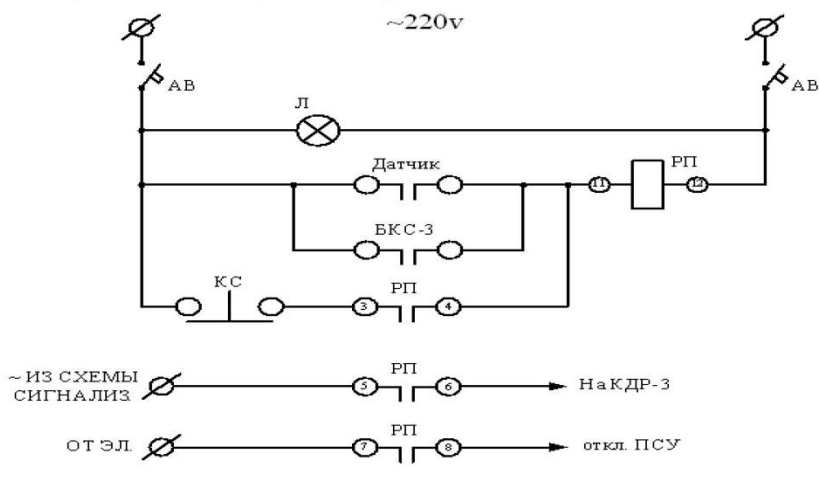
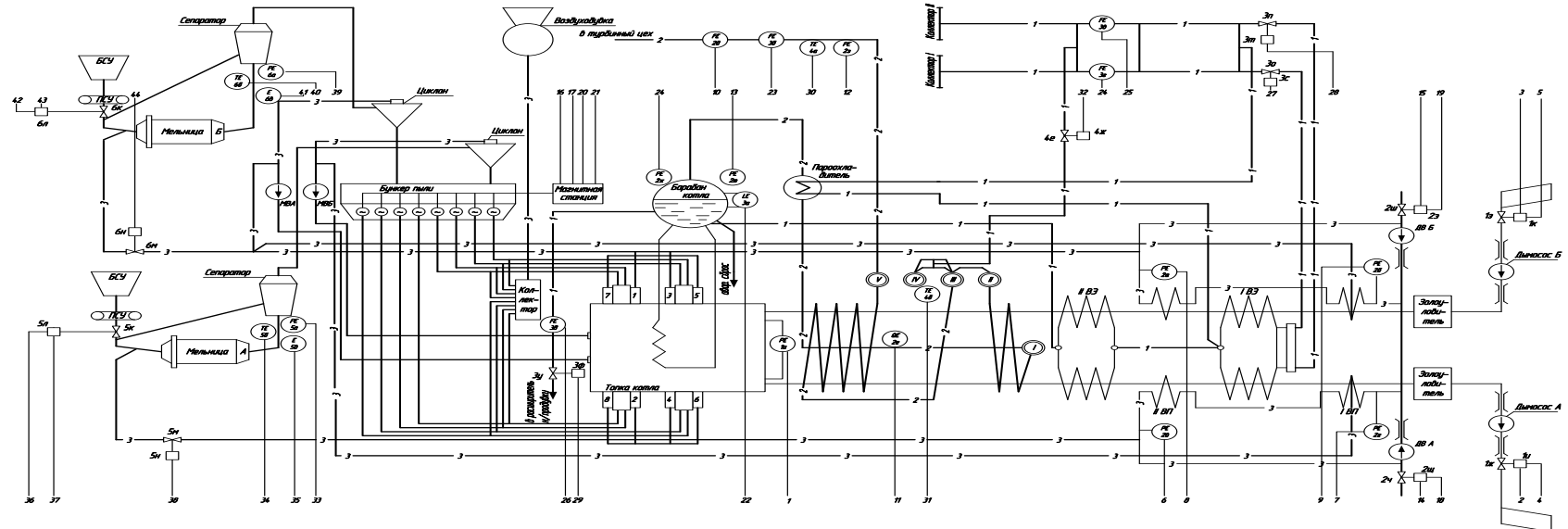


Рисунок Б.6 - Действующие схемы сигнализации и защиты котлоагрегата

# Приложение В (обязательное)



№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44						
Индикатор	1 мВ/дел	0-10%	0-10%	0 мВ/дел	0 мВ/дел	20 мВ/дел	1%	20 мВ/дел	20 мВ/дел	0-10%	0-10%	0-10%	0-10%	1 мВ	20 мВ/дел	20 мВ/дел	20 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел	0 мВ/дел			
Сигнал по месту	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	
Шкалы ИИ/И/А	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	ИИ	
АЦ																																																		
АРЧ																																																		
Функциональное назначение	Регулирование разряжения в точке котла				Регулирование соотношения топлива-воздух												Регулирование питания котла водой и непрерывная продувка котла				Регулирование температуры температуры перегретого пара				Регулирование системы пылеприготовления сторона«А»				Регулирование системы пылеприготовления сторона«Б»																					

Рисунок В.1 - Функциональная схема модернизированной системы управления котлоагрегатом