

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВПО «АмГУ»)

Факультет Энергетический

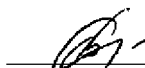
Кафедра автоматизации производственных процессов и производств в электротехнике

Специальность 15.03.04 – «Автоматизация технологических процессов и производств»

Направленность (профиль) программы «Автоматизация технологических процессов в энергетике»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. заведующего кафедрой

 О.В. Скрипко


« 08 » июля 2020г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Система автоматического управления пиковым водогрейным котлом на БТЭЦ

Исполнитель


студент группы 641об

 01.07.2020
(подпись, дата)

В.М. Колесников

Руководитель


доцент, канд. техн.наук

 01.07.2020
(подпись, дата)

Д.А. Теличенко

Консультант по безопасности
и экологичности


доцент, канд. физ.-мат. наук

 02.07.2020
(подпись, дата)

В.Н. Аверьянов

Нормоконтроль

профессор, д-р техн.наук

 01.07.2020
(подпись, дата)

О.В. Скрипко

Благовещенск 2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования


АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВПО «АмГУ»)

Факультет Энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электроники

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующего кафедрой

 О.В. Скрипко

«»  2020г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента 641гр. Колесникова Владислава Максимовича

1. Тема выпускной квалификационной работы: Система автоматического управления пиковым водогрейным котлом на БТЭЦ

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы: 01.07.2020г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе:

1) ФГОС направления подготовки бакалавров 15.03.04 Автоматизации технологических процессов и производств; 2) Учебный план направления подготовки бакалавров 15.03.04 Автоматизации технологических процессов и производств.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов):

- 1) Постановка задачи;
- 2) Аппаратная реализация системы;
- 3) Программное обеспечение;

4) Разработка системы управления.

5. Перечень материалов приложения (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.):

Лист 1 – общий вид, схема паразутопроводов и схема циркуляции воды через котёл КВГМ-100;

Лист 2– функциональная схема;

Лист 3– электрическая схема;

Лист 4– модель в MATLAB;

Лист 5–визуализация в CODESYS;

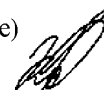
Лист 6– эскиз щита управления;

6. Дата выдачи задания 10.03.2020г.

Руководитель выпускной квалификационной работы: Теличенко Денис Алексеевич, доцент кафедры АПП и Э, кандидат технических наук

(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата): 10.03.2020г.



(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 88 страниц, 48 рисунков, 10 источников, 1 таблицу.

ЖИДКОТОПЛИВНЫЕ КОТЛЫ; АВТОМАТИЗАЦИЯ; УПРАВЛЕНИЕ; ПЛК; МАТЛАБ; ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА; CODESYS; ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА.

В работе исследована задача разработки АСУТП для управления процессами пикового водогрейного котла КВГМ-100.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления пикового водогрейного котла КВГМ-100 на Благовещенской ТЭЦ.

Основу методологии разработки будут составлять теоретическая база знаний, полученная в процессе обучения, а также практические навыки, необходимые для реализации проекта.

В ходе разработки проекта был выполнен выбор оборудования, составлена полная электрическая схема, выполнена программная реализация системы.

Область применения данного проекта технологическое совершенство агрегатов Благовещенской ТЭЦ.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1. Описание объекта автоматизации	12
1.1 Общие сведения о типах котельных установок	12
1.2 Краткое описание котлов КВГМ-100	12
1.3 Принцип работы горелок котла	15
1.4 Преимущества мазутных котлов	16
1.5 Водоподготовка в котельной	16
1.5.1 Влияние качества воды на работу котла	17
1.6 Краткая характеристика топлива	17
1.6.1 Механизм горения мазута	17
1.7 Техническое задание на разработку автоматизированной системы	19
2. Выбор и расчет технических средств	21
2.1 Структурная схема автоматизации	21
2.2 Функциональная схема автоматизации	21
2.3 Выбор средств автоматизации	23
2.3.1 ОВЕН ПЛК150	24
2.3.2 Модули ввода/вывода	28
2.4 Выбор средств измерения технологических параметров	31
2.4.1 датчик давления ОВЕН ПД100И	31
2.4.2 Датчик давления АТМ.1ST/Ex	33
2.4.3 Термопара ДТПКxx5E	34
2.4.4 Блок питания ОВЕН БП15Б-Д2-24	35
2.5 Выбор устройств управления и индикации	36
3. Разработка системы автоматизации пикового водогрейного котла КВГМ-100	40
3.1 Разработка принципиальной электрической схемы	40
4. Программная реализация	43
4.1 Создание SCADA-системы в AgavaSCADA	43

4.2 Создание Simulink-модели в Matlab	44
4.3 Создание программы управления в CoDeSys	48
4.4 Демонстрация работы системы	54
5. Компоновка щита управления	60
5.1 Эскиз щита управления	60
6. Безопасность и экологичность	61
6.1 Требования безопасности при эксплуатации системы	61
6.2 ЧС, связанные с отказом системы	65
Заключение	68
Библиографический список	69
Приложение А - техническое задание на разработку автоматизированной системы	70
Приложение Б - общий вид, схема парамузопроводов и схема циркуляции воды через котёл КВГМ-100	76
Приложение В - функциональная схема	77
Приложение Г - электрическая схема	78
Приложение Д- модель в MATLAB	79
Приложение Е - визуализация в CODESYS	80
Приложение Ж - эскиз щита управления	81
Приложение З - листинг программы в CODESYS	82

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В данной бакалаврской работе были использованы ссылки на следующие нормативные документы и стандарты:

ГОСТ 2.301-68 Единая система конструкторской документации. Форматы;

ГОСТ 2.301-84 Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенные;

ГОСТ 2.701-84 Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

ГОСТ 3.1116-79 Единая система технологической документации. Нормоконтроль;

ГОСТ 62.21-90 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения;

ГОСТ 24.302-80 Общие требования к выполнению схем;

ГОСТ 24.601-86 Автоматизированные системы. Стадии создания;

ГОСТ 34.602-89 Техническое задание на создание автоматизированной системы;

ГОСТ 24.104-85 Автоматизированные системы управления. Общие требования;

ГОСТ 2.101-68 Единая система конструкторской документации. Виды изделий;

ГОСТ 2.102-68 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов;

ГОСТ 2.103-68 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки;

ГОСТ 2.104-68 Единая система конструкторской документации. Основные надписи;

ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к тестовым документам;

ГОСТ 2.106-96 Единая система конструкторской документации.
Текстовые документы;

ГОСТ 2.109-73 Единая система конструкторской документации.
Основные требования к чертежам;

ГОСТ 2.111-68 Единая система конструкторской документации.
Нормоконтроль;

ГОСТ 2.201-80 Единая система конструкторской документации.
Обозначение изделий и конструкторских документов;

СТО СМК 4.2.3.01-2010 Стандарт организации. Требование к структуре
и оформлению стандартов;

ИЭ 34-02-12-09 Инструкция по эксплуатации котлов водогрейных
КВГМ-100;

РД 34.26.507-91 Типовая инструкция по эксплуатации газо-мазутного
водогрейного котла типа КВГМ-100.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АС – автоматизированная система;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ПО – программное обеспечение;

ТП – технологический процесс;

ВУ – верхний уровень;

СУ – система управления;

САУ ТП – система автоматического управления технологическими процессами.

ВВЕДЕНИЕ

Масштабная автоматизация технологических процессов, и производств играет все более важную роль в улучшении мировой экономики. Инженеры стремятся объединить автоматизированные устройства с математическими и организационными инструментами для создания сложных систем для быстро расширяющегося диапазона приложений и человеческой деятельности, совместно с этим автоматизация технологических процессов и производств считается ведущим курсом экономического развития.

Автоматизация является одной из областей научно-технического прогресса, использующая саморегулируемые технические средства, экономико-математические методы и системы управления, сводящие к минимуму участие человека в процессах изменения, передачи и использования ресурсов.

С развитием и внедрением новых технологий в работу предприятий возникает вероятность нерационального использования ресурсов и чрезмерных затрат при производстве любой продукции. Для оптимизации этих процессов и регулирования работы оборудования и предприятия в целом, используются автоматизированные системы управления, что все более актуально для энергетической отрасли. Причиной является то, что большая часть аппаратуры и оборудования устарела, из-за чего объект может являться потенциальным источником опасности. Однако переоборудование объектов предприятия требует больших инвестиций имеющие большой срок окупаемости. Состояние, качество и надежность контрольно-измерительных и управляющих средств является, одной из причин которые снижают экономичность, а также эффективность работы. Ремонт установленных до этого устройств затруднителен из-за отсутствия запасных деталей, а замена на аналогичные морально устаревшие не спасает от «грубости» регулирования и оценки рабочего состояния. Устаревшие устройства зачастую не ладят с новыми устройствами, которые более мобильны и

быстродействующие. Единственным решением данных проблем состоит в улучшении старых контрольно-измерительных устройств на основе использования относительно недорогих, но обладающих существенными преимуществами устройств микропроцессорной техники.

1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

1.1 Общие сведения о типах котельных установок

Котельные установки в зависимости от характера тепловых нагрузок различают на такие как:

- котельные, предназначенные для снабжения теплотой технологических потребителей;
- котельные, осуществляющие теплоснабжение технологических потребителей, а также дающие теплоту для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения промышленных сооружений.

В зависимости от характера производства и работы агрегатов, установленных на предприятии, снабжение теплотой для технических нужд требуется периодически на время двух или одной смены.

В котельной установке, установленная теплопроизводительность всех агрегатов должна соответствовать максимальной нагрузке.

В производственных котельных расход пара или горячей воды находится в зависимости от мощности производственных установок и параметров их работы.

Основными характеристиками водогрейных котлов являются: теплопроизводительность, температура воды на входе и выходе из котла, давление воды на выходе и выходе из котла, а также разряжение в топке котла [1].

1.2 Краткое описание котлов КВГМ-100

Пиковый водогрейный котёл КВГМ-100 сделан по П-образной схеме и может быть использован как в основном (70...150 °С), так и пиковом (100...150°С) режимах. Общий вид котла показан на рисунке 1.

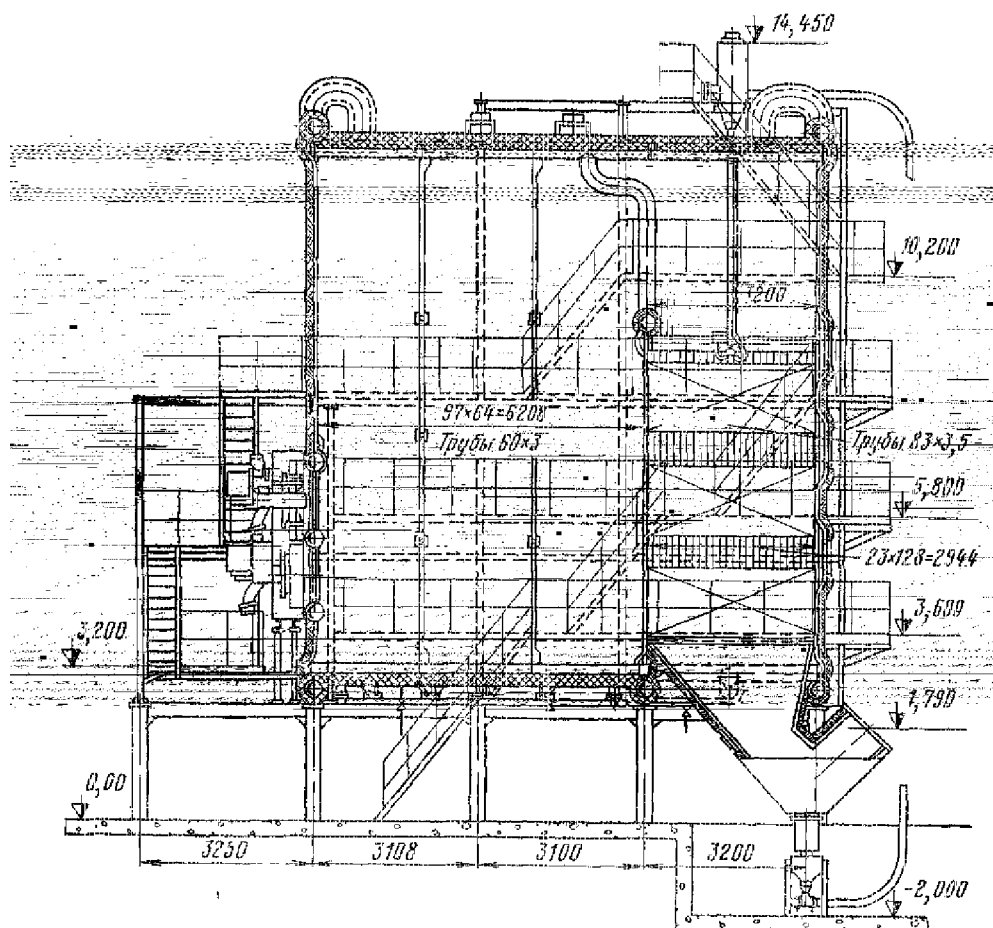


Рисунок 1 - Водогрейный котёл КВГМ-100

Топочная камера котлов объемом 388 м³ предназначена для сжигания высокосернистого мазута. Луче принимающая поверхность экранов 325 м².

Стены топочной камеры и промежуточного экрана экранированы трубами $d = 60 \times 4$ (сталь 20) с шагом 64 мм. Трубы экранов соединены с камерами $d = 273 \times 10$ (сталь 20).

Для создания жесткой и прочной конструкции топочная камера снаружи обвязана горизонтальными поясами жесткости. Трубная часть котла вместе с обмуровкой опирается непосредственно на портал и при нагревании расширяется вверх. Схема движения воды и расположение экранных труб показаны на рисунке 2.

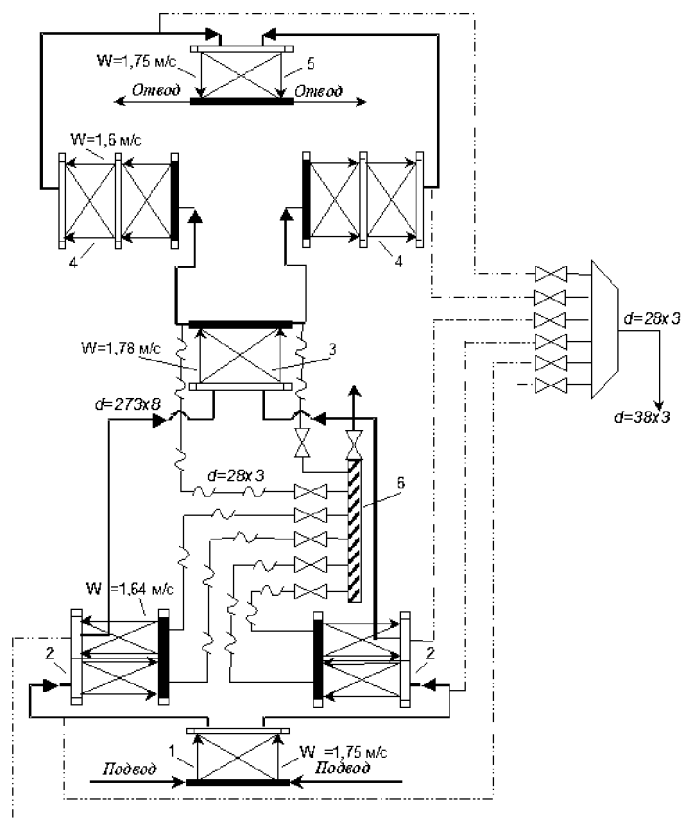


Рисунок 2 - Схема движения воды и расположения экранных труб котла КВГМ-100

1-фронтовой экран; 2-боковые экраны; 3-промежуточный экран; 4-конвективная часть и боковые экраны; 5-задний экран конвективной шахты; 6-коллектор дренажа.

Главными конструктивными отличиями котла, являются установка циклонных предтопок с боковых стенок топки, мощностью 70 МВт каждый.

Интенсивное сгорание топлива обеспечивается благодаря центробежному эффекту: интенсивной закруткой воздуха в объеме циклонной камеры и мелкодисперсным распылом топлива, за счет центробежно-вихревой низконапорной форсунки ДВПИ.

Предтопок изготовлен воздухоохлаждаемым и комбинированным, т.к. 25% воздуха подается через торцовый завихритель, остальной холодный воздух, прежде чем вступить в реакцию горения, охлаждает обмуровку циклона, поступая через сопла с большой скоростью [2]. Общий вид, схема парамузопроводов и схема циркуляции воды см. ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

1.3 Принцип работы горелок котла

Главными компонентами конструкции форсунок котла КВГМ-100 являются ствол и колодки с соединительными деталями. Также составляющей горелок агрегата являются: топливный распределитель, гайка обычная, гайка накидная, паровое сопло. Ствол горелки предназначен для подвода топлива и пара по направлению к головке форсунки. Представляет он собой две концентрические трубы. По внутренней трубе в горелке котла мазут транспортируется через отверстия в кольцевой канал. Далее по тангенциальным каналам завихрителя он попадает в камеру завихрения. Здесь мазут приобретает вращательно-поступательное движение.

На следующем этапе топливо в горелке котла КВГМ-100 вытекает через сопло в виде пленки. После чего пленка разделяется на капли. В сопле котла КВГМ-100 имеется:

- 1) несколько тангенциальных каналов;
- 2) камера завихрения;
- 3) выходное отверстие.

К каналам завихрителя пар подается по наружной трубе. Далее, выходя под давлением закрученным потоком, он участвует в распылении мазута. Распыленное топливо в котле подается к корню факела. Чертеж горелки показан на рисунке 3.

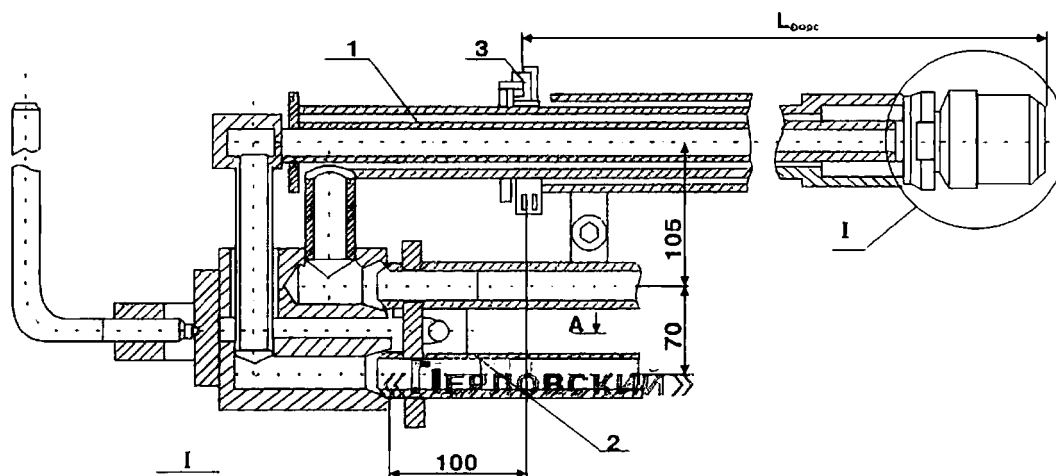


Рисунок 3 – Форсунка котла

1.4 Преимущества мазутных котлов

Котлы, работающие на мазуте довольно практичны, экономичны и удобны в применении, по этой причине они являются хорошим вариантом отопительного оборудования для обустройства отдельной системы отопления не зависящей от магистралей газа и электросетей.

Основными являются следующие преимущества:

- легкость в обслуживании по сравнению с твердотопливными котлами;
- данные котлы имеют достаточно высокий КПД, достигающий 93%;
- при создании автоматизированной системы управления процессом горения котла вмешательство человека сводится к минимуму;
- экономичность жидкотопливных котлов, в особенности на продуктах отходов нефтепереработки, в том числе мазута, по сравнению с твердотопливными и электрическими котлами.

1.5 Водоподготовка в котельной

Для водоснабжения котлов обычно используются пруды, озера и реки, иногда применяются артезианские и грунтовые воды, а так же вода из водопровода. Как правило, в естественных источниках водоснабжения есть механические примеси как минеральные так и органические, из-за чего такая вода нуждается в очистке.

Вода, которая применяется в котлах, имеет разные названия, в зависимости от того на каком она участке цепи находится. Поступающая в котельную от источников водоснабжения вода, имеет название исходной или сырой водой. Питательной называется вода поступающая для питания котлов, состояние которой отвечают заданным нормам. Подпиточной называется вода прошедшая обработку как химическую так и термическую, используемую для подачи в случае восполнения потерь пара или расходов воды в тепловых сетях. Котловой называют воду, циркулирующую непосредственно внутри котла [4].

1.5.1 Влияние качества воды на работу котла

К существенно усложняющим работу котла последствиям, таких как образование накипи и коррозию, приводит наличие примесей в воде.

Наиболее нежелательно появление накипи внутри труб, так как из-за низкой теплопроводности накипи повышается температура труб снаружи, что может привести к разрыву трубы, что является одной из тяжелых аварий.

Так же не маловажную роль играет окисление металла, что в свою очередь приводит к коррозии и впоследствии разрушению металла в трубах [5].

1.6 Краткая характеристика топлива

Мазут, который используется в качестве котельного топлива, является конечным продуктом перегонки нефти.

Данный вид топлива является собой темной жидкостью с преобладающим составом предельных и не предельных углеводородов и малым составом кислот, азота, золы и влаги.

Качественными характеристиками данного вида топлива являются вязкость, температура застывания и вспышки, теплотой сгорания, и содержанием серы.

Вязкость мазута - это время истечения определённого количества мазута по отношению ко времени истечения того же количества воды при одинаковых условиях.

Температура вспышки мазута – температура, при которой пары мазута вспыхивают при поднесении к ним пламени, а сам мазут не воспламеняется.

По содержанию серы топочный мазут делят на несколько групп: малосернистый, сернистый, и высокосернистый [6].

1.6.1 Механизм горения мазута

В топочных горелках топливо подается в пульверизированном состоянии - в виде мелких капель в потоке воздуха. Качество горения горючего зависит от свойств распыления. Такими свойствами являются: средний размер капель, быстроты возгорания, наличие избытка воздуха в

топке. Принцип горения распыленного топлива осуществляется путем умножения очагов самовоспламенения множества капель, при этом процессу горения каждой капли предшествуют стадии нагревания и испарения. В итоге горение каждой отдельной капли, поступившей в топочное устройство, происходит в паровой фазе, которая появляется и увеличивается по мере испарения с поверхности нагретой капли паров горючего. В результате вокруг каждой капли образуется сферическая зона, насыщенная парами горючей жидкости. При наличии окислителя и достижении температуры воспламенения происходит загорание паров жидкости на внешней части сферической поверхности в тонком слое, называемым фронтом горения. Выделяющаяся при этом теплота способствует еще более интенсивному испарению капли. Таким образом, скорость сгорания мазута, определяемая скоростью его испарения с поверхности капли, многократно увеличивается при распылении жидкого топлива на мелкие капли.

Вследствие этого распыление мазута на мелкие частицы является ключевым фактором топливной подготовки. Площадь поверхности испарения благодаря этому возрастает в сотни раз.

Во время распыления капли получают разных размеров, и мелкие капли воспламеняются раньше, помогая испариться и воспламениться более крупным каплям топлива.

Образование сажи и кокса происходит при сжигании тяжелых фракций топлива, их раскаленные части определяют светимость факела

Таким образом, процесс сжигания мазута состоит из следующих последовательных стадий:

- 1)распыление топлива и образование горючей смеси;
- 2)воспламенение и горение горючей смеси.

Наиболее важными являются первые этапы сжигания топлива, от них зависит эффективность сжигания топлива [3].

1.7 Техническое задание на разработку автоматизированной системы

В данной выпускной работе техническое задание составляется по ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы». Настоящий стандарт устанавливает порядок построения и оформления технического задания на разработку автоматизированной системы 7.

Техническое задание содержит следующие разделы:

1. «Общие сведения» – указаны полное наименование системы и её условное обозначение, наименование предприятия разработчика и заказчика

2. «Назначения и цели создания системы» – указываются функциональное и эксплуатационное назначение системы, условное обозначение темы разработки, её видение и понимание.

3. «Характеристики объекта автоматизации» – указаны краткие сведения об объекте автоматизации и условия его эксплуатации.

4. «Требования к системе» – указаны требования к системе в целом, требования к функциям (задачам), требования к видам обеспечения.

5. «Состав и содержание работ по созданию» – указываются перечень стадий и этапов работ по созданию системы, сроки их выполнения, перечень исполнителей работ.

6. «Порядок контроля и приемки системы» – перечислены виды, состав, объём и методы испытания и её составных частей.

7. «Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации» – указаны условия, при которых будут обеспечиваться заданные характеристики.

8. «Требования к документированию» – указаны согласованный разработчиком и Заказчиком системы перечень подлежащих разработке комплексов и видов документов.

9. «Источники разработки – перечислены документы и информационные материалы, на основании которых разрабатывалось ТЗ и которые должны быть использованы при создании системы [7].

Техническое задание на разработку автоматизированной системы см. ПРИЛОЖЕНИЕ А.

2 ВЫБОР И РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

2.1 Структурная схема автоматизации

Упрощенная структурная схема содержит набор функциональных узлов используемых в системах автоматики.

Котел оборудован двумя центробежными дутьевыми вентиляторами одностороннего всасывания ВД-15,5, предназначенных для подачи воздуха под давлением.

Также котел оборудован одним центробежным дымососом с типом вентилятора Н-179. Дымосос предназначен для удаления дымовых газов из топки котла и подачи их в дымовую трубу.

Вода подаётся к котлу из линии теплосети сетевым насосом.

Мазут, проходя отсечной и регулирующей клапан, с помощью которого регулируется давление его подачи, поступает к форсунке [2]. Структурная схема показана на рисунке 4.

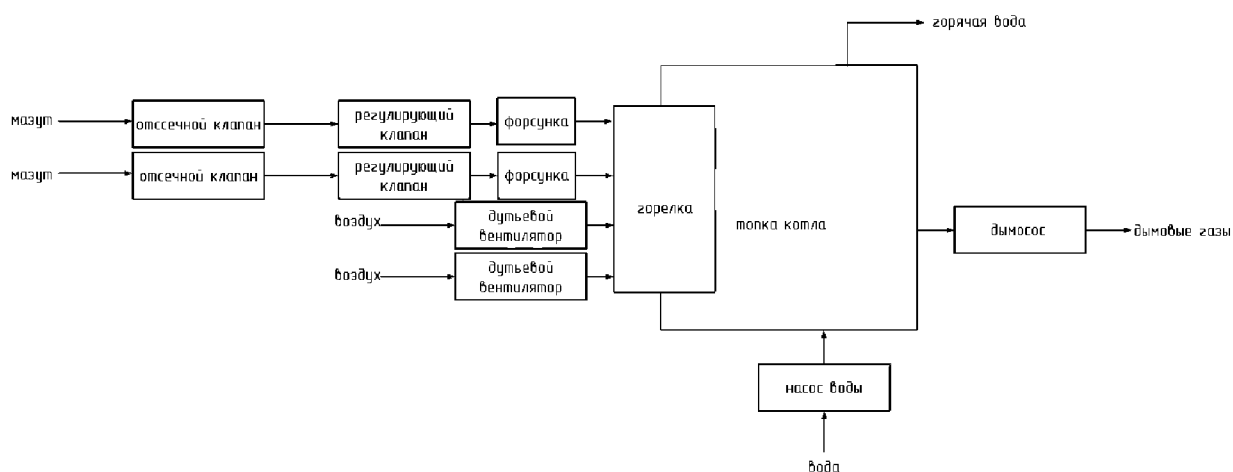


Рисунок 4 – Структурная схема

2.2 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема необходима для создания системы автоматизации, так как исходя из неё будет подобрано необходимое оборудование для контроля, регулирования и отслеживания параметров

системы. На функциональной схеме показаны все приборы автоматики, используемые в работе и места их расположения.

Мазут поступает под давлением, которое регулируется регулирующими клапанами. Отсечные клапаны необходимы для быстрого перекрытия подачи мазута при погасании факела в топке. В данной системе будут измеряться давление и температура мазута, и производиться регулирование клапанами.

Воздух поступает к топке через дутьевые вентиляторы, которые контролируют его давление. Давление воздуха должно быть таким, чтобы одновременно обеспечивать полное сгорание топлива в горелки, в тоже время, не охлаждая топку котла. В связи с чем необходимо знать давление потока воздуха создаваемого вентиляторами.

Для воды необходимо измерять температуру воды за котлом, перед котлом, давление воды до и после котла, и расход воды через котел.

Исходя из этого, нам необходимы измерительные приборы и средства автоматизации, расположение которых указано на функциональной схеме.

Буквенные позиционные обозначения электроаппаратура, изображенной на схеме (ГОСТ 21.404-85 Обозначения условные в графических схемах):

PI – прибор для измерения давления (разряжения) показывающий, установленный по месту;

PT – прибор для измерения давления (разряжения) бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту;

PR – прибор для измерения давления (разрежения) регистрирующий, установленный на щите;

FT – прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту;

H – аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, установленная на щите;

NS – пусковая аппаратура для управления электродвигателем;

TT – прибор для измерения температуры бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту;

TE – чувствительный элемент измерения температур;

TR – Прибор для измерения температуры одноточечный, регистрирующий, установленный на щите;

BS – Прибор для контроля погасания факела в печи бесшкальный, с контактным устройством, установленный на щите;

TI – отображение текущего значения температуры.

Функциональная схема после модернизации см. ПРИЛОЖЕНИЕ В.

2.3 Выбор средств автоматизации

Создание системы будет осуществляться на основе цифровых технологий, для чего необходимо оборудование с поддержкой цифрового интерфейса.

Протокол цифровой сети по которому будет происходить процессы получения информации и управлением оборудованием выберем Modbus. Альтернативой ему служит протокол Profibus, однако основным преимуществом протокола Modbus является отсутствие в необходимости специальных интерфейсных контроллеров в свою очередь Profibus для реализации необходимы заказные микросхемы. Так же Modbus обладает простотой программной реализации. Еще одна причина, по которой был выбран такой протокол это его распространенность в России. Объясняется это, прежде всего, совместимостью с большим количеством оборудования, которое поддерживает протокол Modbus. Кроме того еще имеет высокую достоверность передачи данных, связанную с применением надежного метода контроля ошибок.

По функциональной схеме, представленной, на рисунке сделаем полную электрическую схему. Но для начала рассмотрим схемы подключения и выберем тип используемого оборудования.

2.3.1 ОВЕН ПЛК150

По функциональной схеме автоматизации выявлено, что для реализации системы необходим программируемый логический контроллер, с возможностью расширения портов входа/выхода путём подключения дополнительных модулей ввода/вывода. Для этого подход контроллер SIMATIC S7-1200, однако, они являются довольно дорогими. Альтернативой служит ПЛК 150-220.A.L. фирмы ОВЕН, на нём и остановим выбор, так как он удовлетворяет потребностям для создания системы.

ОВЕН ПЛК 150-220.A.L – моноблочный контроллер с дискретными и аналоговыми входами/выходами на борту для автоматизации малых систем. Внешний вид контроллера показан на рисунке 5. Схема подключения ОВЕН ПЛК150-220 показана на рисунке 6.

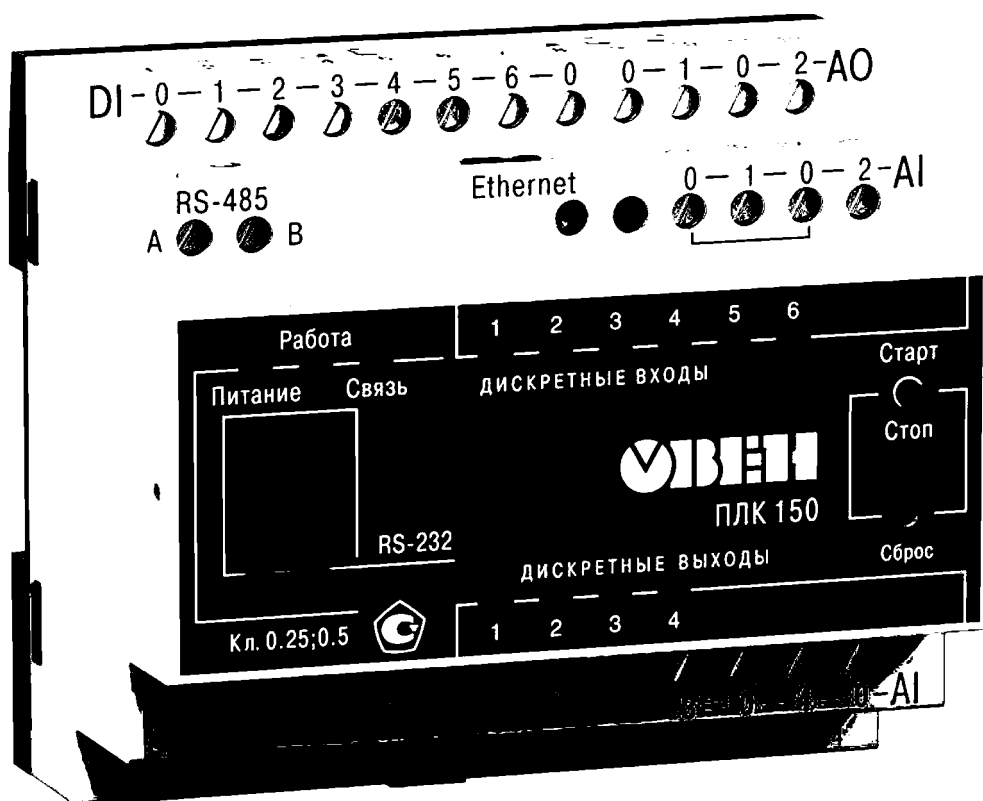


Рисунок 5 – ПЛК ОВЕН 150

Контроллер ОВЕН ПЛК150 выпускается в корпусе, предназначенном для крепления на DIN-рейке 35 мм. Подключение всех внешних связей

осуществляется через разъемные соединения, расположенные по двум боковым и передней (лицевой) сторонам контроллера. Открытие корпуса для подключения внешних связей не требуется.

По обеим боковым сторонам контроллера расположены клеммы для подключения дискретных датчиков и исполнительных механизмов.

Преимущества:

1) Компактный корпус с креплением на DIN-рейку.
2) Дискретные и аналоговые входы/выходы с возможностью расширения их количества путем подключения внешних модулей ввода/вывода по любому из встроенных интерфейсов.

3) Скорость работы дискретных входов – до 10 КГц при использовании подмодулей счетчика.

4) Большое количество интерфейсов на борту: Ethernet, RS-485, RS-232, Debug, RS-2322, USB Device2.

5) Простое и удобное программирование в системе CODESYS V2.3 через порты USB Device2, Ethernet, RS-232 Debug.

6) Контроллер поддерживает работу с нестандартными протоколами по любому из интерфейсов, что позволяет подключать такие устройства как электро-, газо-, водосчетчики, считыватели штрих-кодов и т.п.

7) Встроенный аккумулятор, позволяющий «пережидать» пропадание питания: выполнение программы при пропадании питания и перевод выходных элементов в «безопасное состояние» [8]. Общие сведения ПЛК 150-220.A.L. см. показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Общие сведения ПЛК 150-220.A.L.

1	2
Конструктивное исполнение	Унифицированный корпус для крепления на DIN-рейку (ширина 35 мм), длина 105 мм (6U), шаг клемм 7,5 мм
Степень защиты корпуса	IP20

1	2
Напряжение питания: ПЛК 150-220.A.L.	90... 264 В переменного тока (номинальное напряжение 220 В) частотой 47... 63 Гц
Потребляемая мощность	6 Вт
Индикация передней панели	1 индикатор питания 6 индикаторов состояний дискретных входов 4 индикатора состояний выходов 1 индикатор наличия связи с CoDeSys 1 индикатор программы пользователя
Центральный процессор	32-х разрядный RISC-процессор 200 МГц на базе ядра ARM9
Объем оперативной памяти	8 МВ
Объем энергонезависимой памяти хранения ядра CoDeSys, программ и архивов	4 МВ*
Размер Retain-памяти	4 кВ**
Время выполнения цикла ПЛК	Минимальное 250 мкс (нефиксированное), типовое от 1 мс
Количество дискретных входов (DI)	6
Количество дискретных выходов (DO)	4
Количество аналоговых входов (AO)	4
Количество аналоговых выходов (AI)	2

1	2
Типы поддерживаемых датчиков	Термосопротивления: ТСМ50М, ТСП50П, ТСМ100М, ТСП100П, ТСН100Н, ТСМ500М, ТСП500П, ТСН500Н, ТСП1000П, ТСН1000Н Термопары: ТХК (L), ТЖК (J), ТНН (N), ТХА (K), ТПП (S), ТПП (R), ТПР (B), ТВР (A-1), ТВР (A-2)
Интерфейсы	Ethernet 100 Base-T RS-232 RS-485
Протоколы	ОВЕН ModBus-RTU, ModBus-ASCII DCON ModBus-TCP GateWay (протокол CoDeSys)

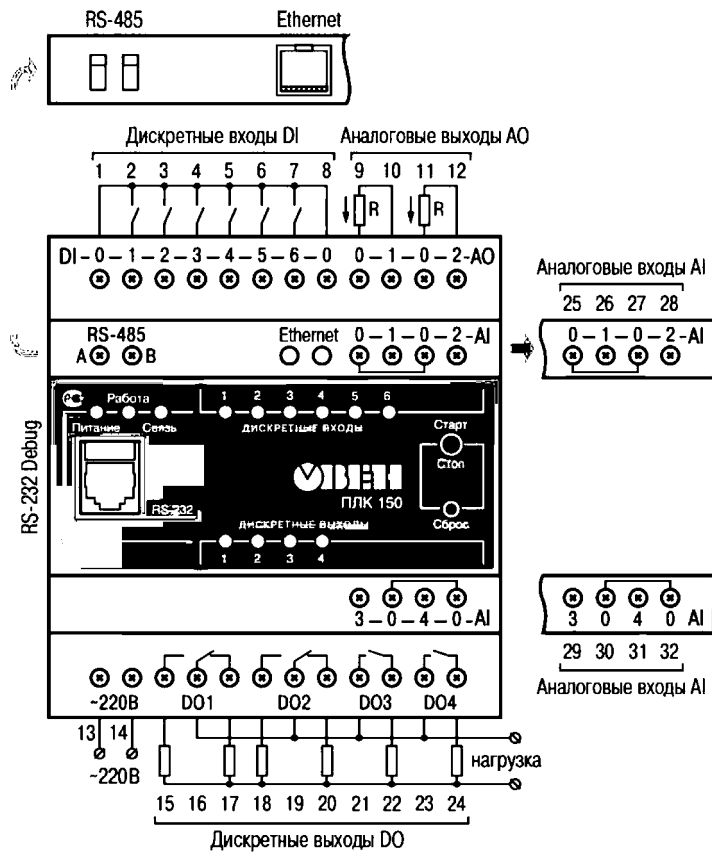


Рисунок 6 – Схема подключения ОВЕН ПЛК150-220

2.3.2 Модули ввода/вывода

Количество портов ввода/выхода ПЛК 150-220.A.L. для полной реализации системы будет не достаточно, поэтому для расширения портов будет использовать дополнительные модули ввода/вывода.

Модуль ввода аналоговый MB110-224.8A используется для измерения аналоговых сигналов, преобразования измеренных параметров в значение физической величины и последующей передачи этого значения по сети RS-485. Внешний вид модуля аналогового ввода показан на рисунке 7. Назначение контактов клеммной колодки прибора показано на рисунке 8.

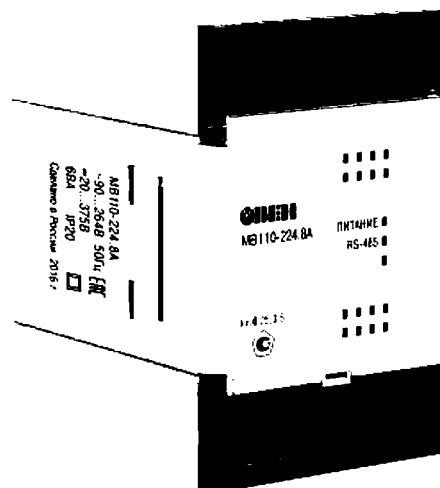


Рисунок 7-Модуль аналогового ввода

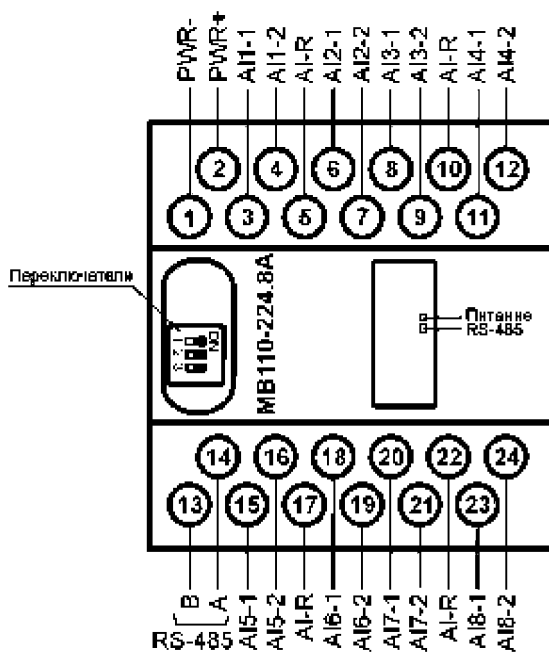


Рисунок 8 - Назначение контактов клеммной колодки прибора

Модуль дискретный ввода MB110-24/220.32ДН. Модули предназначены для сбора данных со встроенных дискретных входов и передачи их в сеть RS-485. Имеет 32 дискретных входа. Внешний вид модуля дискретного ввода показан на рисунке 9. Назначение контактов клеммной колодки прибора показано на рисунке 10.

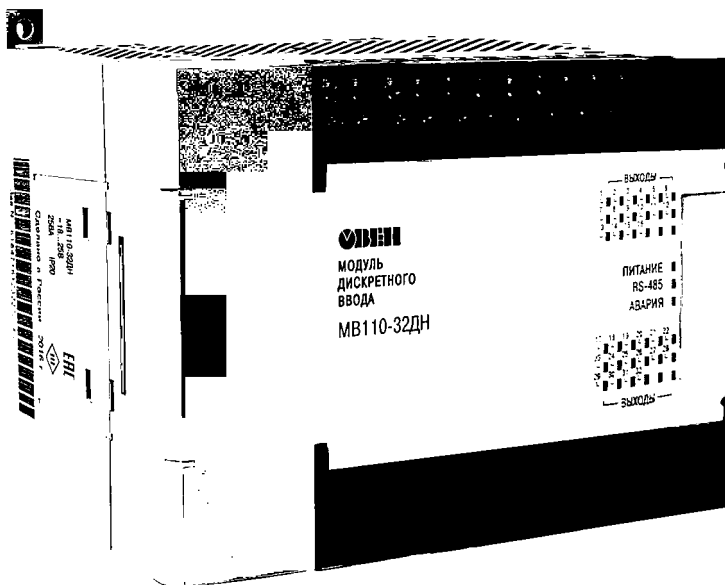


Рисунок 9 - Модуль дискретного ввода

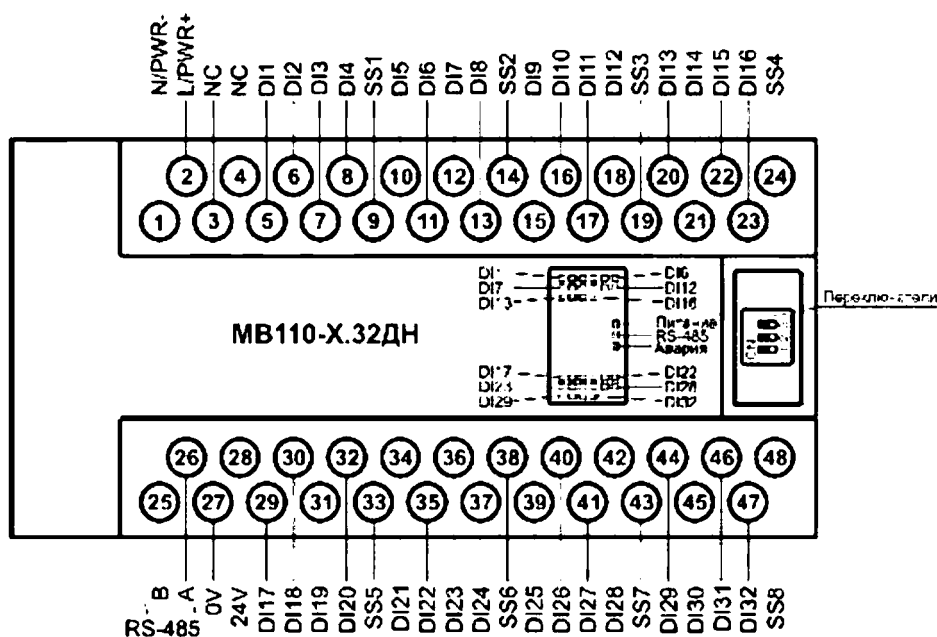


Рисунок 10 - Назначение контактов клеммной колодки прибора

Модуль дискретного вывода МУ110-Х.32Р. Модули предназначены для управления по сигналам из сети RS-485 встроенными дискретными выходными элементами, используемыми для подключения исполнительных механизмов с дискретным управлением. Имеет 32 дискретных выхода. Внешний вид модуля дискретного выхода показан на рисунке 11. Назначение контактов клеммной колодки прибора показано на рисунке 12.

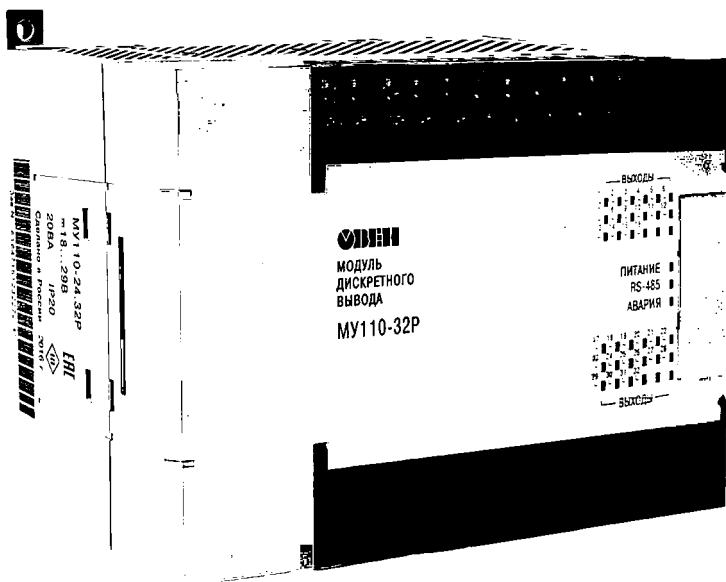


Рисунок 11 - Модуль дискретного выхода

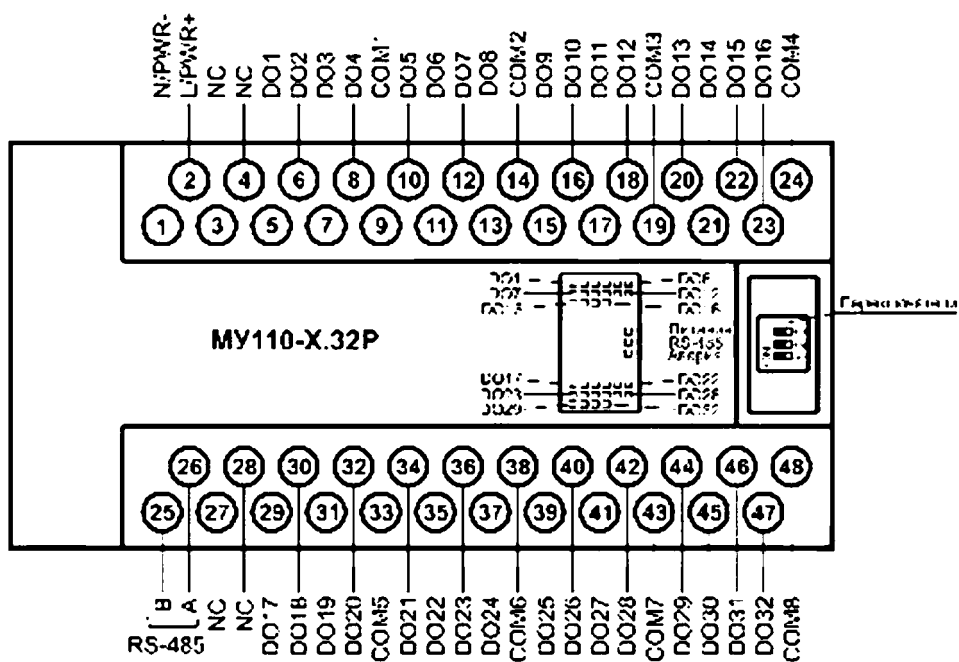


Рисунок 12 - Назначение контактов клеммной колодки прибора

2.4 Выбор средств измерения технологических параметров

2.4.1 Датчик давления ОВЕН ПД100И

Для измерения подачи давления мазута, воздуха и воды необходимы измеряющие приборы.

Для измерения давления воздуха может подходить датчик фирмы ОВЕН ПД100, и ПД100И. Датчик ПД100И отличается более высокой точностью измерений, его и будем использовать в нашей системе.

В качестве приборов измеряющих давление были выбраны датчики ОВЕН ПД100-ДИ представляющие собой преобразователи давления с измерительной мембраной из нержавеющей стали AISI 316L, сенсором на основе технологии КНК и кабельным вводом стандарта EN175301-803 (DIN43650 A).

Датчики давления ОВЕН ПД100И представляют собой преобразователи давления с открытым измерительным кремниевым кристаллом сенсора.

Преобразователи данной модели предназначены для создания систем автоматического регулирования и управления в котельной автоматике, системах вентиляции, на тепловых пунктах и т.п. Внешний вид датчика показан на рисунке 13.

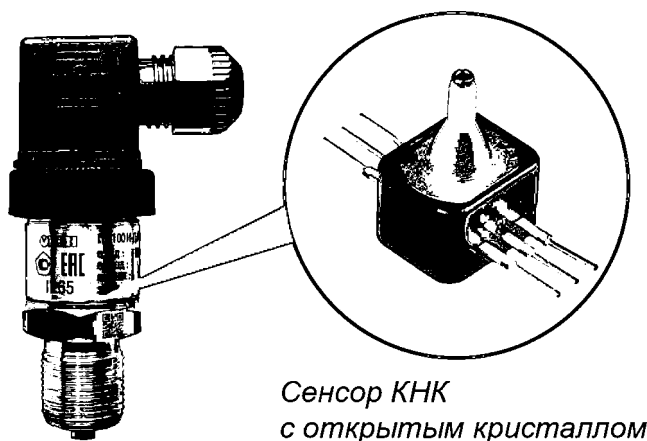


Рисунок 13 – Датчик давления ОВЕН ПД100И

Основные характеристики промышленного преобразователя давления ПД100И:

- измерение избыточного/вакуумметрического/избыточно-вакуумметрического давления неагрессивных газов (воздух, природный газ, печной газ);

- преобразование давления в унифицированный сигнал постоянного тока 4...20 мА;
- верхний предел измеряемого давления (ВПИ) – от 1,0 кПа до 100,0 кПа.
- перегрузочная способность – не менее 400% ВПИ;
- основная приведенная погрешность – 1,0 , 0,5 , 0,25 % ВПИ;
- степень защиты корпуса и электроразъема преобразователя – IP65;
- помехоустойчивость удовлетворяют требованиям к оборудованию класса А по ГОСТ Р 51522.

2.4.2 Датчик давления АТМ.1ST/Ех

Так как температура воды на выходе из котла доходит до 150 градусов, а температура мазута на входе в котел равна 130 градусам, для измерения давления подачи воды и мазута необходимы датчики, работающие с температурой среды до 150 градусов.

Для этого подходят датчики АТМ.ЕСО/Ех или АТМ.1ST/Ех. Датчики АТМ.1ST обладают большей точностью и диапазоном давления. В итоге в системе будем использоваться датчики АТМ.1ST/Ех. Внешний вид датчика показан на рисунке 14.

Преимущества датчиков АТМ.1ST/Ех:

- высокая точность - 0,05%;
- титановое исполнение (опция);
- доступен любой диапазон измерения между 0 ... 50 мбар и 0 ... 1000 бар;
- точность в статическом режиме 0.05 % от величины полного диапазона;
- гистерезис и повторяемость более 0.01 %;
- пьезорезистивная технология подходит для измерения статического и динамического давления;
- модульный дизайн - это дополнительное преимущество для пользователя, так как прибор возможно настроить для работы в различных сферах применения;

- доступны диапазоны для изменения барометрического и избыточного давления.

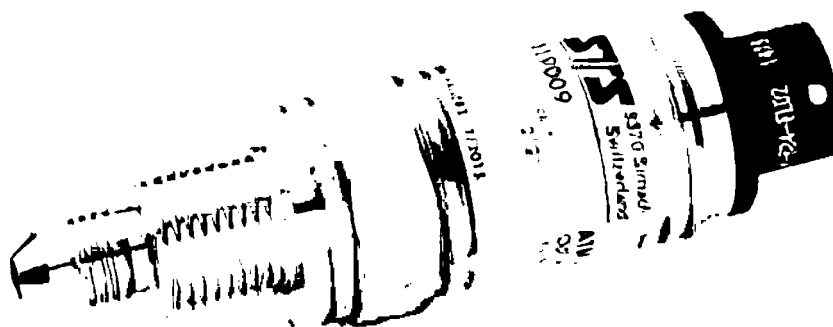


Рисунок 14 – Датчик давления АТМ.1ST/Ех

2.4.3 Термопара ДТПКхх5Е

Для измерения параметров температуры воды и мазута отличной подойдут термопары ДТПКхх5Е.

Термопары с выходным сигналом 4...20 мА ДТПКхх5Е, ДТПНхх5Е имеют вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» и предназначены для установки и работы во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок согласно главе 7.3 ПУЭ и другим нормативным документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.

Область применения датчиков – системы контроля, автоматического регулирования и учета в различных отраслях промышленности. Внешний вид датчика показан на рисунке 15. Способы монтажа датчика на объект показан на рисунке 16.

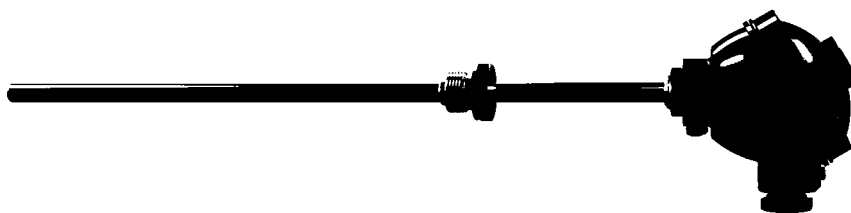


Рисунок 15 – Термопара ДТПКхх5Е

Особенности термопар с токовым выходом 4...20 мА во взрывозащищенном исполнении ЕХІА:

- тип выхода: аналоговый, многопредельный;
- диапазон измеряемых температур: $-40...+1250$ °С;
- НСХ: К (ХА), N (НН), J (ЖК);
- выходной сигнал: 4...20 мА, HART;
- класс точности: 1,0 %;
- межповерочный интервал — 2 года.

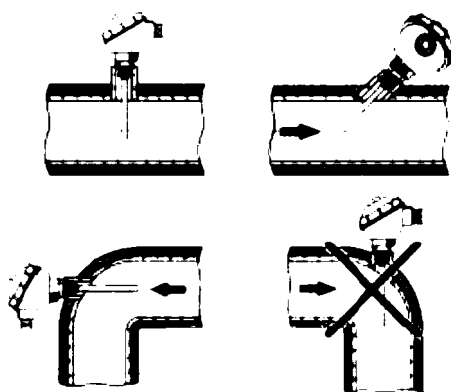


Рисунок 16 - Монтаж датчика на объект

2.4.4 Блок питания ОВЕН БП15Б-Д2-24

Для всей выбранной аппаратуры выше питание необходимо. Из выше описанных требований к питанию оборудования необходимо питание в 24В, поэтому выберем одноканальный блок питания БП15Б-Д2-24. Данный блок питания предназначен для преобразования сетевого напряжения 220В в стабилизированное напряжение 24В. Внешний блока питания показан на рисунке 17.



Рисунок 17 – Внешний вид ОВЕН БП15

Блоки питания БП15 являются импульсными по принципу действия и выполнены по схеме однотактного обратного преобразователя напряжения, имеют фильтр радиопомех на входе, гальваническую развязку между входом и выходом. Выходное напряжение стабилизируется с помощью отрицательной обратной связи.

Технические характеристики ОВЕН БП15:

- Рабочая температура- 20°C ~ +50°C
- Мощность, Вт15 Вт
- Выходное напряжение (U вых.), В24 В

Основные функции БП15:

- Преобразование переменного (постоянного) напряжения в постоянное стабилизированное в двух или четырех независимых каналах
- Ограничение пускового тока
- Защита от перенапряжения и импульсных помех на входе
- Защита от перегрузки, короткого замыкания и перегрева
- Регулировка выходного напряжения с помощью внутреннего подстроечного резистора в диапазоне $\pm 8\%$ от номинального выходного напряжения с сохранением мощности
- Индикация о наличии напряжения на выходе каждого канала

2.5 Выбор устройств управления и индикации

Для изменения режимов управления необходимо выбрать трехпозиционный переключатель для позиций: ручное управление,

выключено, автоматическое управление. В качестве переключателя был выбран NP2-BJ53. Внешний вид переключателя показан на рисунке 18.



Рисунок 18 – Переключатель NP2-BJ53

Для управления системой в ручном режиме были выбраны кнопки МТВ2-BAZ112, предназначенные для управления электромагнитными контакторами, пускателями, реле и другими вторичными цепями. Кнопки выполнены в высоком пыле- и влагозащищенном исполнении, а также имеют высокую степень ударопрочности. Внешний вид кнопок показан на рисунке 19.

Преимущества:

- 1) высокая ударопрочность IK07;
- 2) степень защиты IP65;
- 3) возможность расширения контактной группы;
- 4) высокий коммутационный ресурс.

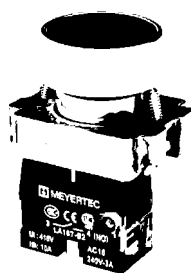


Рисунок 19 – Кнопка МТВ2-BAZ112

Для индикации работы аппаратов управления были выбраны лампы МТ22-А13 и МТ22-А14. Сигнальные LED-лампы МТ22-А13 и МТ22-А14 применяются в пультах управления и шкафах автоматики для сигнализации

режимов работы оборудования и состояния технологических процессов.
Внешний вид ламп показан на рисунке 20.

Преимущества:

- 1) степень защиты IP65;
- 2) установочный диаметр 22 мм;
- 3) высокая яркость свечения;
- 4) срок службы 30 000 часов;
- 5) широкий выбор модификаций по напряжению питания 24В-380В.



Рисунок 20 – Лампа МТ22-А

Для отображения измеряемых величин был выбран светодиодный Modbus-индикатор ОВЕН СМИ-2

Основной функционал:

- 1) вывод целочисленных значений (int, WORD), значений с плавающей точкой (float, REAL), строк текста (string);
- 2) наличие интерфейса RS-485 (поддержка протоколов ОВЕН и Modbus RTU/ASCII);
- 3) встроенная логика определения аварийных значений отображаемого параметра;
- 4) поддержка широковещательной команды для дублирования показаний на большое количество индикаторов. Внешний вид индикатора показан на рисунке 21.

Исполнение:

- Четырёхразрядный семисегментный буквенно-цифровой индикатор.
- Компактный корпус 48×26 мм для крепления в шкаф или пульт диспетчерского управления.

- Простой монтаж (в стандартное для светосигнальной арматуры отверстие диаметром 22,5 мм).
- Расширенный диапазон температур: -40...+70 С.
- Степень защиты – IP65.
- Расширенный диапазон питания: 10,5...30 В постоянного тока.
- Гальваническая развязка.



Рисунок 21 - Индикатор ОВЕН СМИ-2

3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПИКОВОГО ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА КВГМ-100

3.1 Разработка принципиальной электрической схемы управления процессом горения в котле

В данном пункте необходимо получить общую схему устройства с точки зрения наличия основных компонентов и их взаимосвязи.

Для дополнительного питания 24В используется блок питания ОВЕН БП15. Схема подключения блока питания показана на рисунке 22.

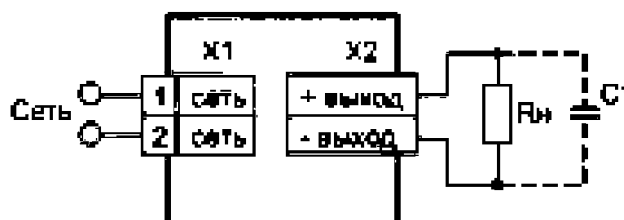


Рисунок 22 – Схема подключения БП15

В данной системе используется 3 датчика ПД100И для измерения давления воздуха, и разряжения в топке котла, а также 4 датчика АТМ.ЕСО/Ех. Датчики подключаются к устройству аналогового ввода с дополнительным питанием 24В от блока питания. Схема подключения датчика показана на рисунке 23.

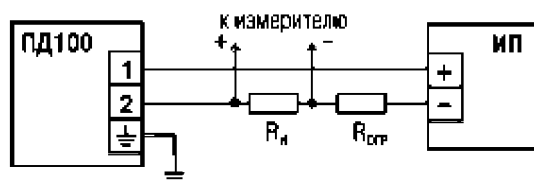


Рисунок 23 – Схема подключения датчиков давления

Для ручного управления необходимо множество кнопок МТВ2-BAZ112. Схема подключения кнопок показана на рисунке 24.

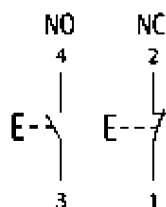


Рисунок 24 – Схема подключения МТВ2-BAZ112

В качестве индикации используются LED лампы серии МТ-А. Они показывают о включении приборов, а так же сигнализируют об аварийных ситуациях и в качестве технологической сигнализации. Схема подключения ламп показана на рисунке 25.

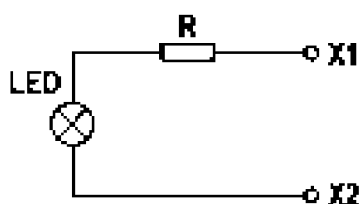


Рисунок 25 – Схема подключения МТ22-А

Для отображения технологических параметров используются индикаторы ОВЕН СМИ-2. Они подключаются к источнику питания 24В и соединяются по интерфейсу RS-485 с ПЛК. Схема подключения индикатора показана на рисунке 26.

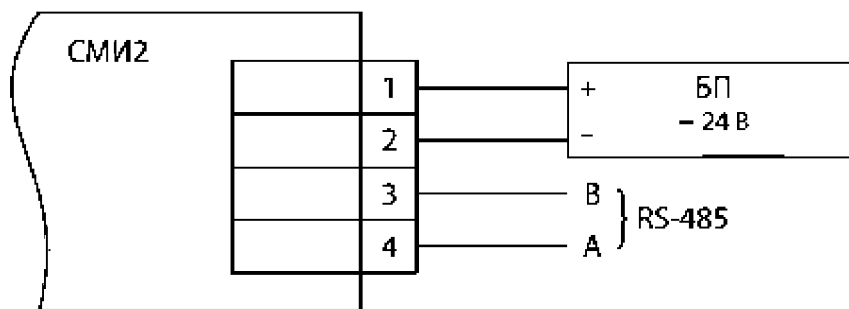


Рисунок 26 - Схема подключения ОВЕН СМИ-2

Для измерения температур используется 4 датчика температуры: для мазута, поступающей в котел воды, горячей воды. Датчики подключаются к устройству аналогового ввода. Схема подключения датчика показана на рисунке 27.

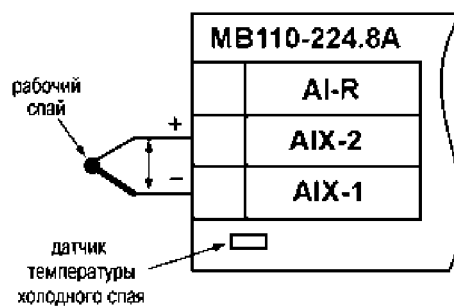


Рисунок 27 – Схема подключения термопары ДТПКхх5Е

Дополнительные модули аналогово/дискретного входа/выхода, подключаются по интерфейсу RS-485 к ПЛК.

Полная электрическая схема см. ПРИЛОЖЕНИЕ Г.

4 ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Для создания программного обеспечения в проекте применяются следующие программные комплексы: CoDeSys (OPCserver), Agava(SCADA) и Matlab (Simulink).

4.1 Создание SCADA-системы в AgavaSCADA

AgavaSCADA – это современный кроссплатформенный комплекс для построения систем диспетчеризации. Одинаково надежно работает на персональных компьютерах с операционной средой WINDOWS и LINUX, а также на панелях оператора (ПО) и программируемых логических контроллерах (ПЛК). Экран визуализации в AgavaSCADA показан на рисунке 28.

Разработанная SCADA система, позволяет наблюдать за отображаемыми параметрами системы такие как:

- 1) Температуру, давление и расход входящей и нагретой воды;
- 2) Температуру и давление мазута;
- 3) Давление воздуха;
- 4) Разряжение в топке котла.

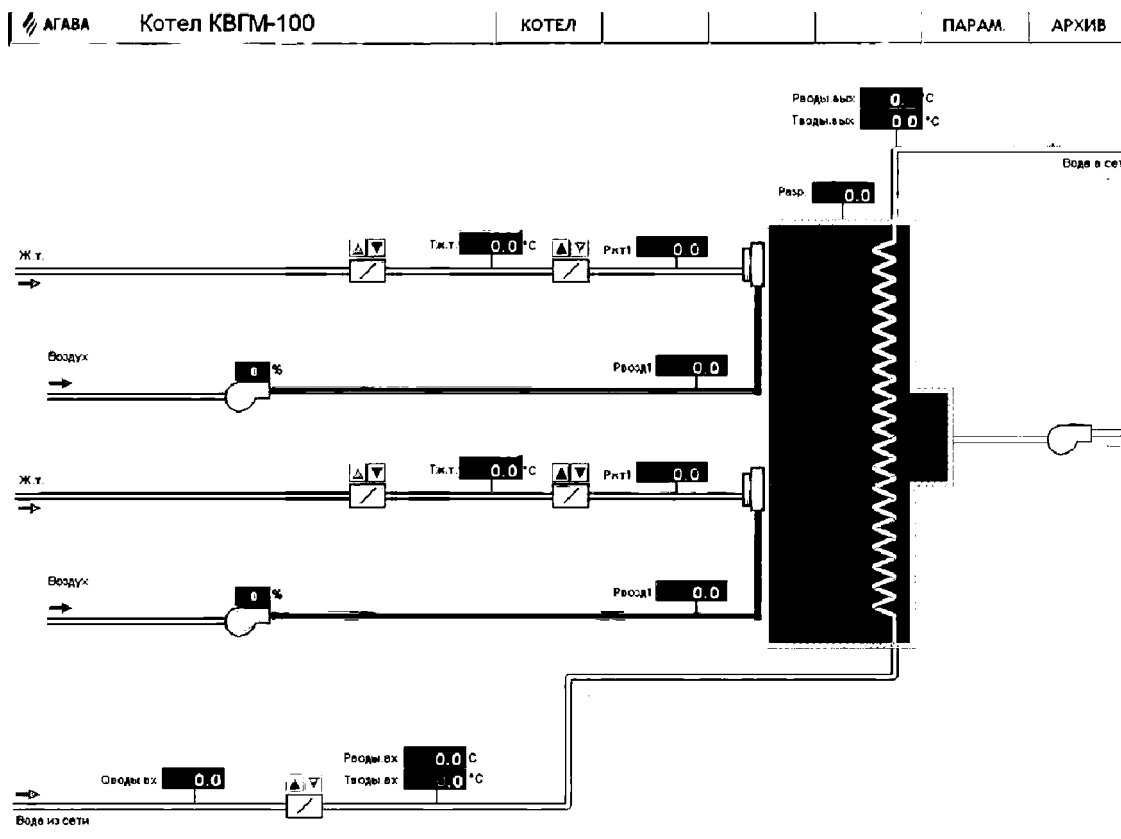


Рисунок 28-Экран визуализации

4.2 Создание Simulink-модели в Matlab

Simulink – среда динамического междисциплинарного моделирования сложных технических систем и основной инструмент для модельно-ориентированного проектирования. Его основным интерфейсом является графический инструмент для построения диаграмм и настраиваемый набор библиотек блоков. Он предлагает тесную интеграцию с остальной средой MATLAB и может либо использовать MATLAB, либо создавать сценарии из него. Simulink широко используется в автоматическом управлении и цифровой обработке сигналов для многодоменного моделирования и проектирования на основе моделей.

Модель имитации системы необходима для тестирования системы, просмотра отклика системы на аварии, создания управляющей программы путём последующего подключения к программе в CODESYS.

OPC Toolbox позволяет MATLAB и Simulink реагировать на события OPC сервера:

- выключение;
- ошибка;
- изменение параметров.

Задача модели состоит в выдаче сигналов таких как: давление подачи топлива, воздуха и воды, положение отсечного клапана, и температуру выходящей из котла воды. Также о состоянии работы вентилятора форсунки и горении факела.

Входами модели являются:

- команды пуска, остановки и аварии подачи мазута;
- команды пуска, остановки и аварии вентилятора воздуха;
- команды пуска, остановки и аварии подачи воды;
- команды открытия и закрытия отсечного клапана;
- команды включения и выключения дымососа;
- команды включения и выключения вентилятора форсунки;
- команды розжига и тушения факела;

Все команды формируются виртуальным контроллером и передаются в модель через блок OPC Read. Блок OPC Write записывает данные в один или несколько элементов OPC-сервера. Операция записи и чтения происходит синхронно или асинхронно. Каждый элемент входного вектора записывается в соответствующий элемент из списка Item ID, определенного для блока OPCWrite [9]. Общий вид модели показан на рисунке 29.

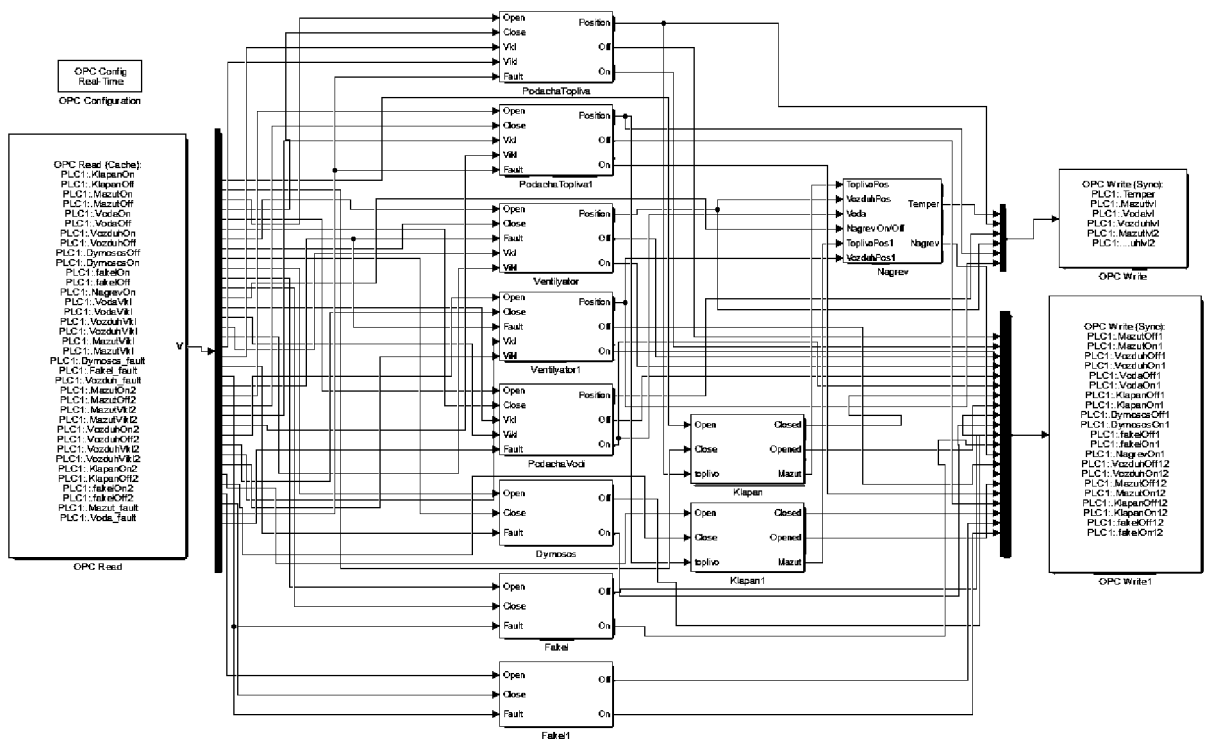


Рисунок 29 - SIMULINK -модель имитации работы котла

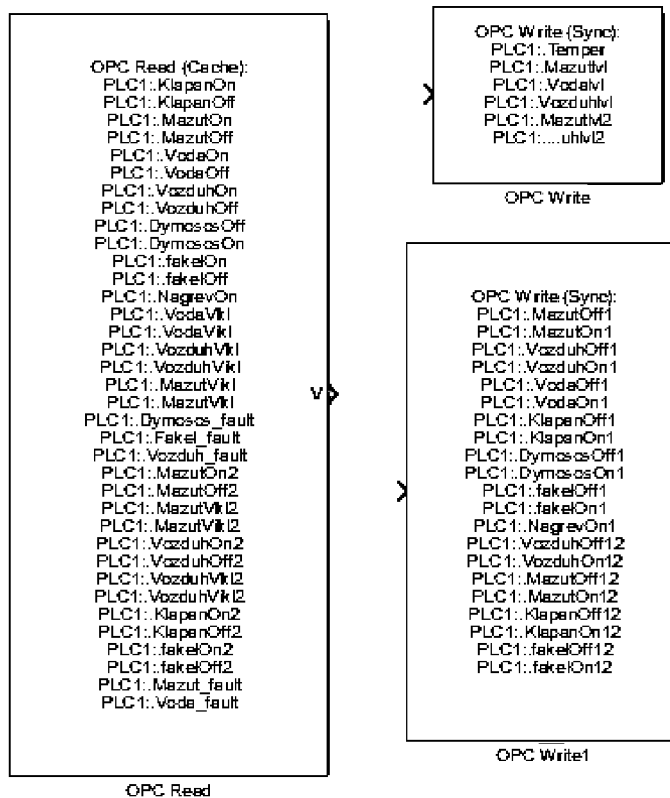


Рисунок 30 –Блоки OPCRead, OPCWrite, OPCWrite1

Подсистемы «PodachaTopliva» (рисунок 31), «PodachaTopliva1», «Ventilyator» «Ventilyator1», «PodachaVodi», аналогичны по своему строению

так как представляют собой модели электродвигателей и представляют собой модель насоса, клапанов управляемых электродвигателем и вентиляторов. Модели подсистем построены на интеграторах, на выходе которых показано, отключено или включено устройство и на сколько процентов от 0-100%.

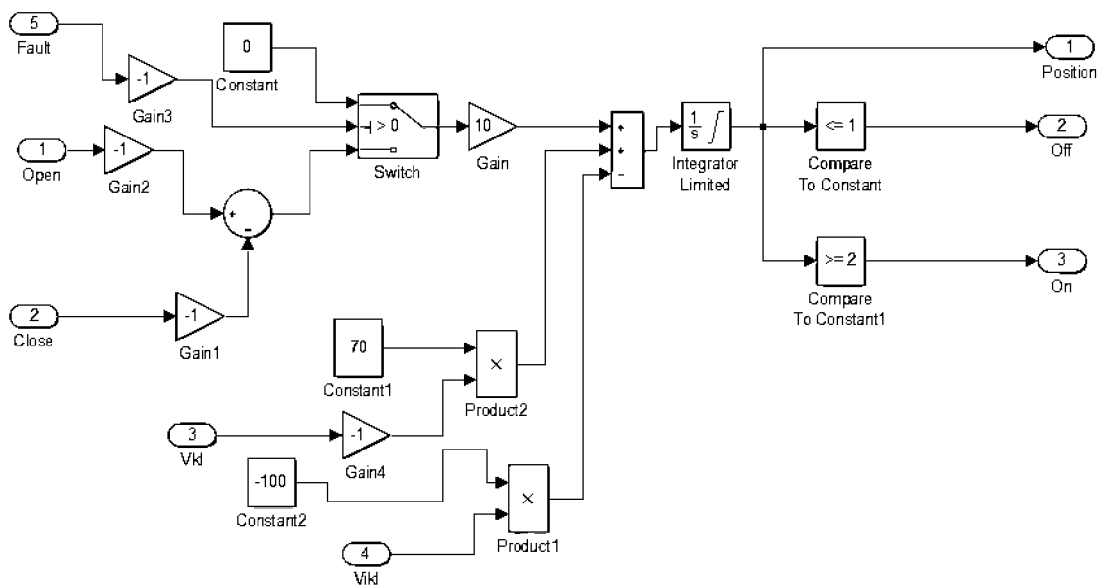


Рисунок 31 – Подсистема «PodachaTopлива»

При передаче сигнала с контроллера на вход модели подаётся значение -1, поэтому необходимо умножить значение на -1 для получения положительного числа. При аварии подаётся сигнал на вход Fault, из-за чего ключ переключается, останавливая воздействие с других входов.

Подсистемы «Dumosos», «Fakell», «Fakel» (рисунок 32) так же схожи по строению. На выходе моделей формируется сигнал о включении или выключении устройства.

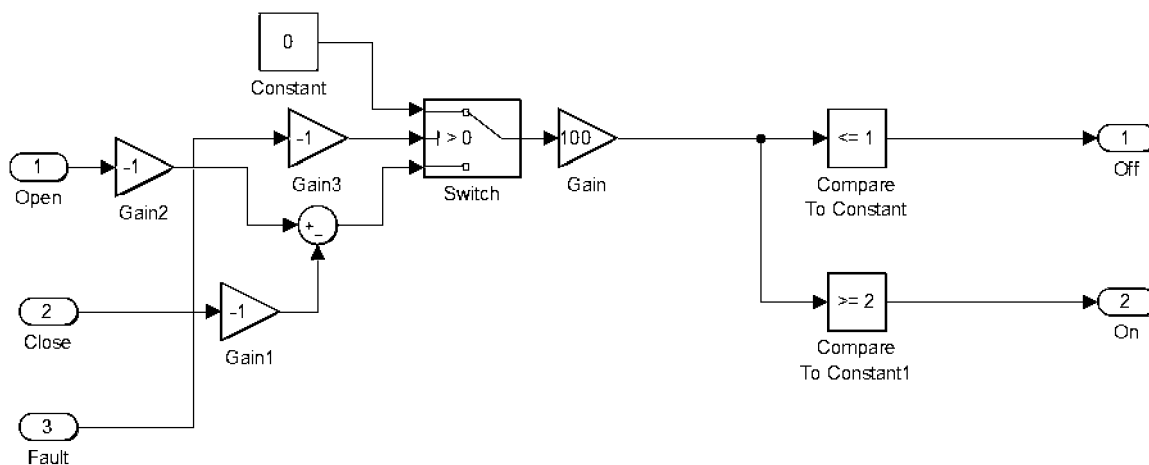


Рисунок 32 – Подсистема «Fakel»

Подсистемы «Klapan» (рисунок 33), «Klapan1», по строению схожи с подсистемами рассмотренными выше, отличаясь тем что на вход Toplivo приходит значение с подсистемы «PodachaTopliva».

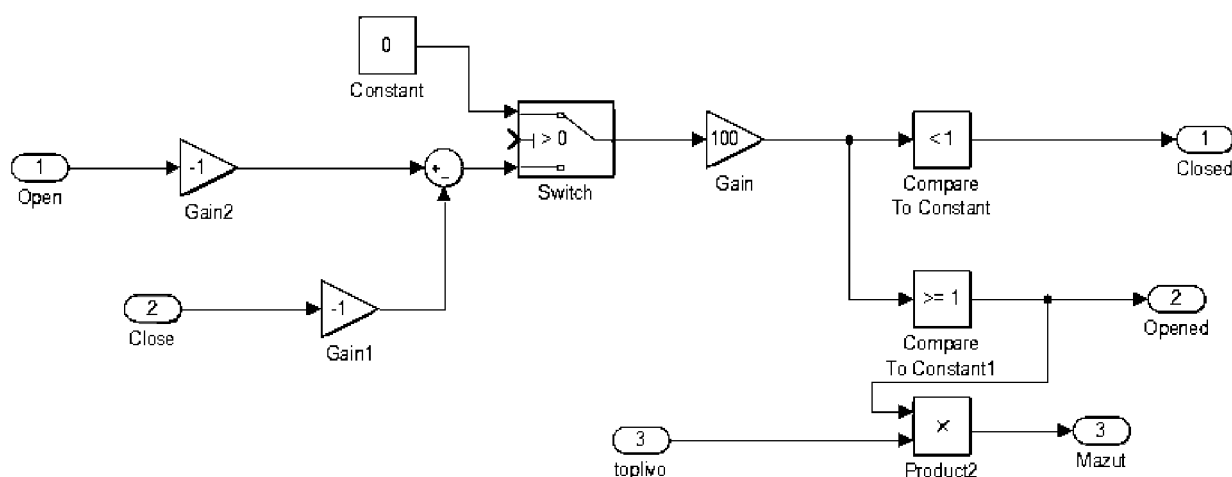


Рисунок 33 – Подсистема «Klapan»

Модель и подсистемы в SIMULINK см. ПРИЛОЖЕНИЕ Д.

4.3 Создание программы управления в CoDeSys

CODESYS (Controller Development System) — инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации.

Программный комплекс CODESYS предназначен для программирования логических контроллеров разных марок. Комплекс позволяет создавать или редактировать программный код, создавать окна визуализации проекта, а также проверять его на возможные ошибки при

помощи встроенных в среду разработки отладчиков. CODESYS поддерживает все распространенные языки программирования МЭК [10].

Данной программа позволит наблюдать за реакцией системы на аварии, так же моделирование позволит разработать программу для управления котлом.

Программа для виртуального контроллера написана на языке ST. Она показывает принцип работы котла, и реакцию системы в аварийных ситуациях. Программа включает в себя несколько подпрограмм.

- главную программу PLC_PRG, выполняющую формирование основных переменных и вызов подпрограмм;
- подпрограмму auto, предназначенной для управления системы в автоматическом режиме и управление системой в случае аварии одного или нескольких исполнительных механизмов;
- окно pult, предназначенную для визуализации пульта управления;
- окно viz, для визуализации технологического процесса нагрева воды.

Подпрограмма auto занимается обработкой автоматического режима, обработки и индикации аварийных ситуаций. В данной системе может выйти из строя: дымосос, вентилятор форсунки, вентилятор воздуха в горелку, отсечной клапан, затухнуть факел, подача воды и мазута.

Алгоритм пуска котла в автоматическом режиме заключается в том, что сначала запускается дымосос и дутьевые вентиляторы для продува камеры горелки. Переменная DymososOn принимает значение TRUE, подавая сигнал на модель symulink. При включении дымососа, с модели symulink приходит сигнал что дымосос включен, чему свидетельствует значение TRUE в переменной DymososOn1. Код программы показан на рисунке.34

```

7:
DymososOn:=TRUE;
IF DymososOn1=TRUE THEN
    state:=8;
ELSE
    state:=7;
END_IF

```

Рисунок 34 - Фрагмент подпрограммы auto (Фрагмент 1)

Для включения дутьевых вентиляторов переменные VozduhOn и VozduhOn2 принимают значения TRUE. После того как давление подачи воздуха доходит до определенного момента, прекращается увеличение скорости вращения вентиляторов (VozduhOn и VozduhOn2 принимают значение FALSE). Код программы показан на рисунке 35.

```

8:
VozduhOn:=TRUE;
VozduhOn2:=TRUE;
IF VozduhLvl>25 AND VozduhLvl2>25 THEN
VozduhOn:=FALSE;
VozduhOn2:=FALSE;
    state:=9;
ELSE
    state:=8;
END_IF

```

Рисунок 35 - Фрагмент подпрограммы auto (Фрагмент 2)

После успешного запуска дымососа и вентиляторов воздуха включается подача воды (переменная VodaOn принимает значение TRUE) до определенного давления, после чего увеличение давления подачи прекращается (переменная VodaOn принимает значение FALSE). Код программы показан на рисунке 36.

```

9:
VodaOn:=TRUE;
IF VodaLvl>40 THEN
VodaOn:=FALSE;
    state:=10;
ELSE
    state:=9;

```

Рисунок 36 - Окно подпрограммы auto (Фрагмент 3)

Далее осуществляется розжиг циклонов. Сначала зажигается факел (FakelOn принимает значение TRUE), после этого. Включается подача мазута (MazutOn принимает значение TRUE). Когда давление мазута

достигает определенного уровня, открывается отсечной клапан. Код программы показан на рисунке 37.

```
10:
Fake1On:=TRUE;
IF Fake1On1=TRUE THEN
    state:=11;
ELSE
    state:=10;
END_IF

11:
MazutOn:=TRUE;
IF Mazut1l>70 THEN
MazutOn:=FALSE;
state:=12;
ELSE
state:=11;
END_IF

12:
KlapanOn:=TRUE;
IF KlapanOn1=TRUE THEN
    Start_auto:=FALSE;
    state:=0;
ELSE
    state:=12;
END_IF
```

Рисунок 37 - Окно подпрограммы auto (Фрагмент 4)

После розжига первого циклона по аналогичному алгоритму производится розжиг второго циклона. Код программы показан на рисунке 38.

```
13:
FakeIOn2:=TRUE;
IF FakeIOn12=TRUE THEN
    state:=14;
ELSE
    state:=13;
END_IF

14:
MazutOn2:=TRUE;
IF MazutM>70 THEN
MazutOn2:=FALSE;
state:=15;
ELSE
state:=14;
END_IF

15:
KlapanOn2:=TRUE;
IF KlapanOn12=TRUE THEN
    Start_auto:=FALSE;
    state:=0;
ELSE
state:=15;
END_IF
```

Рисунок 38 - Окно подпрограммы auto (Фрагмент 4)

Останов котла в автоматическом режиме производится по обратному алгоритму. Код программы показан на рисунке 39.

```

16:
KlapanOn:=FALSE;
KlapanOn2:=FALSE;
IF KlapanOff1=TRUE OR KlapanOff12=TRUE THEN
    state:=17;
ELSE
    state:=16;
END_IF
17:
FakeOn:=FALSE;
FakeOn2:=FALSE;
IF FakeOff1=TRUE AND FakeOff12=TRUE THEN
    state:=18;
ELSE
    state:=17;
END_IF
18:
MazutOff:=TRUE;
MazutOff2:=TRUE;
IF MazutOff1=TRUE AND MazutOff12=TRUE THEN
    MazutOff:=FALSE;
    MazutOff2:=FALSE;
    state:=19;
ELSE
    state:=18;
END_IF
19:
VodaOff:=TRUE;
IF VodaOff1=TRUE THEN
    VodaOff:=FALSE;
    state:=20;
ELSE
    state:=19;
END_IF
20:
VozduhOff:=TRUE;
VozduhOff2:=TRUE;
IF VozduhOff1=TRUE AND VozduhOff12=TRUE THEN
    VozduhOff:=FALSE;
    VozduhOff2:=FALSE;
    state:=18;
ELSE
    state:=17;
END_IF
21:
DymososOn:=FALSE;
IF DymososOff1=TRUE THEN
    stop_auto:=FALSE;
    state:=0;
ELSE
    state:=21;
END_IF

```

Рисунок 39 - Окно подпрограммы auto, останов котла

Останов котла происходит так же в аварийных ситуациях, таких как:

1) Низкий уровень расхода воды;

- 2) Низкое давление мазута;
- 3) Погасание факела;
- 4) Остановка дымососа;
- 5) Остановка вентилятора воздуха;
- 6) Остановка вентилятора форсунки;

При выполнении условия аварии, включается программа останова котла. Код программы показан на рисунке .

```
(*погасание факела*)
IF NagrevOn=TRUE AND FakeI_fault=TRUE THEN
Fault:=TRUE;
state:=16;
END_IF
(*ошибка дымососа*)
IF NagrevOn=TRUE AND Dymosos_fault=TRUE THEN
Fault:=TRUE;
state:=16;
END_IF
(*ошибка подачи воздуха*)
IF NagrevOn=TRUE AND Vozduh_fault=TRUE THEN
Fault:=TRUE;
state:=16;
END_IF
(*высокая температура воды*)
IF NagrevOn=TRUE AND Temper>150 THEN
Fault:=TRUE;
Temper_fault:=TRUE;
state:=16;
END_IF
(*низкое давление мазута*)
IF NagrevOn=TRUE AND MazutLvl<10 THEN
Fault:=TRUE;
Mazut_fault:=TRUE;
state:=16;
END_IF
(*низкое давление воды*)
IF NagrevOn=TRUE AND VodaLvl<20 THEN
Fault:=TRUE;
Voda_fault:=TRUE;
state:=16;
END_IF
```

Рисунок 40 - Окно подпрограммы auto, аварийные ситуации

Листинг программы в CODESYS см. ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

4.4 Демонстрация работы системы

При останове котла индикация на пульте управления показывает о выключенном состоянии агрегатов котла. Так же об этом свидетельствует подсвечивание агрегатов красным цветом на окне визуализации.

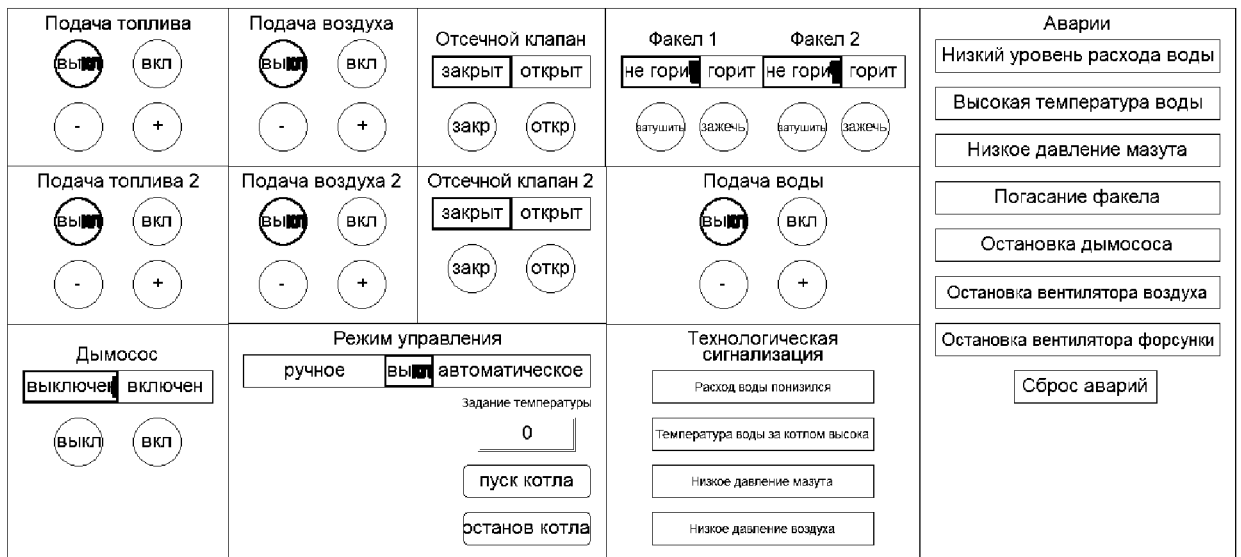


Рисунок 41 - Окно pult при останове котле

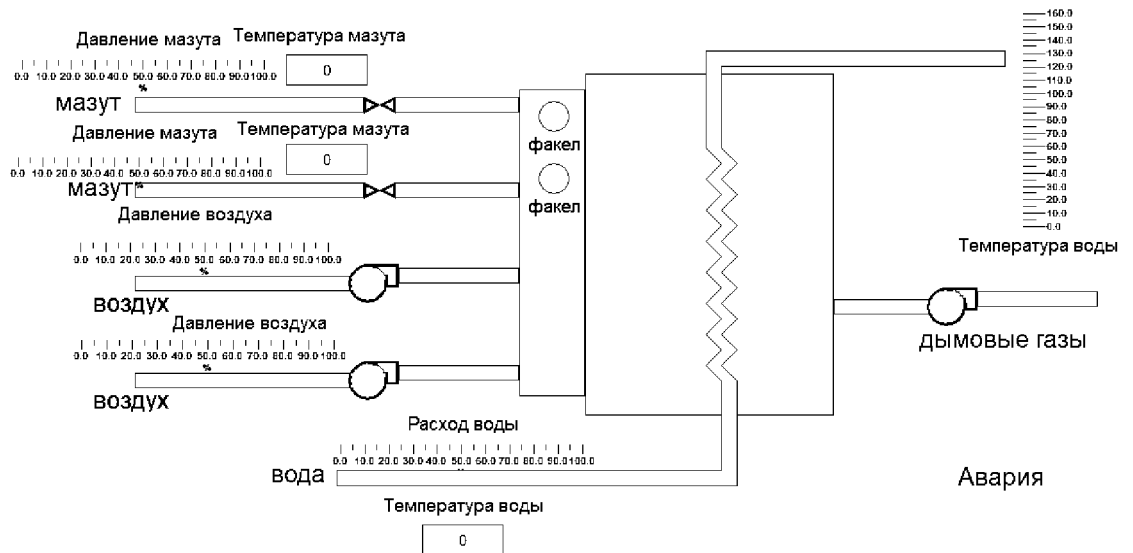


Рисунок 42 - Окно viz при останове котле

Переведем систему в автоматическое управление, введём задание температуры и нажмем пуск котла, дождемся пока котел войдет в рабочий режим.

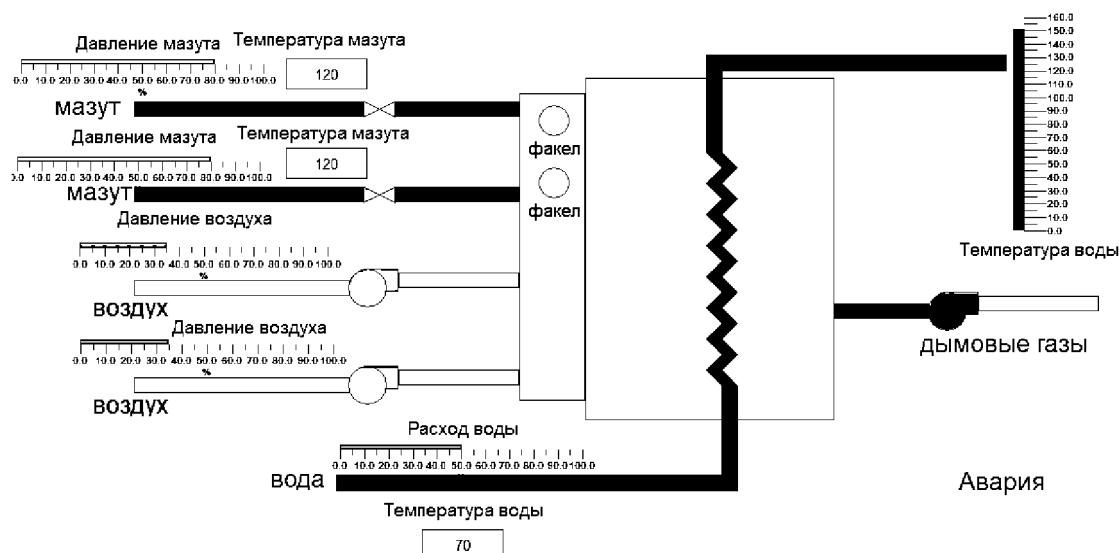


Рисунок 43 - Окно viz при работе котла

На пульте управления имеется технологическая сигнализация, которая оповещает оператора об изменении параметров, к примеру, при температуре воды выше 145 градусов, на пульте управления загорается индикация о том, что температура воды за котлом высока.

В инструкции по эксплуатации котла КВГМ-100 указан следующий перечень технологических сигнализаций:

- температура воды за котлом высока;
- давление мазута низко;
- расход воды через котел понизился;
- падение давление воздуха к ДВ;
- отключение дымососа;
- отключение дутьевых вентиляторов.

Об отключении дымососа, и дутьевых вентиляторов сигнализирует подсветка ламп «ВЫКЛ», находящиеся на пульте управления, остальные сигнализации вынесены на отдельный блок с названием «технологическая сигнализация».

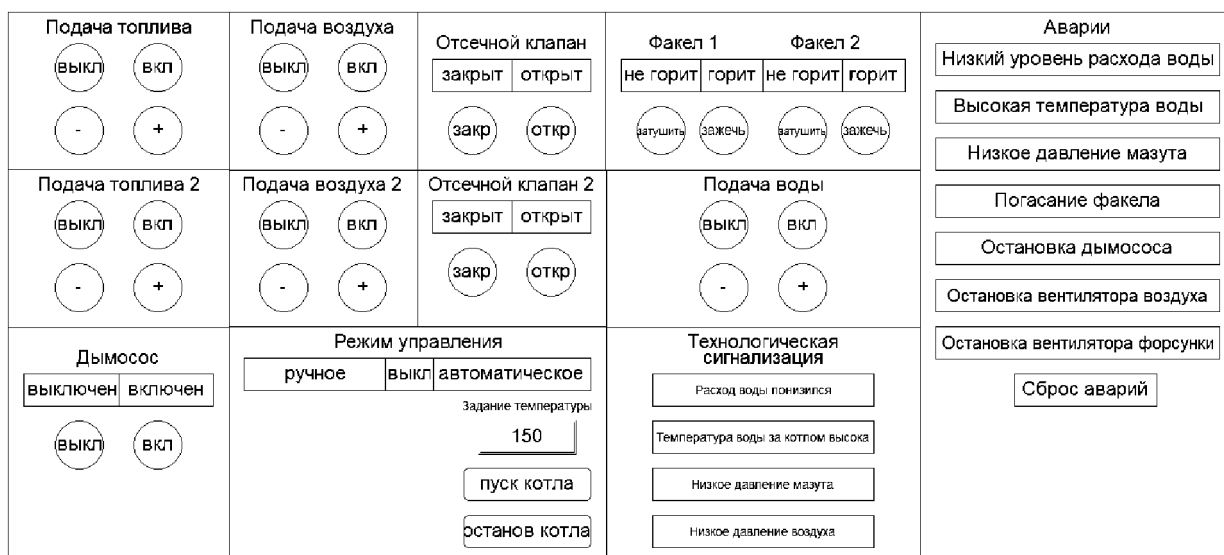


Рисунок 44 – Работа технологической сигнализации

В инструкции по эксплуатации котла КВГМ-100 так же перечислены аварийные режимы.

Для обеспечения надежной и безопасной работы, котел оборудован защитными устройствами, производящими автоматический останов котла в следующих случаях:

- критическое снижение расхода сетевой воды через котел
- падение давления мазута перед котлом
- погасание факела
- повышение температуры сетевой воды за котлом выше 150°C;
- при останове обоих вентиляторов вторичного воздуха или одного из них, если второй не работал;
- при останове дымососа.

Создадим аварийную ситуацию например путём отключения дымососа, об это нам будет свидетельствовать табло «отключение дымососа» на пульте управления, и произойдет останов котла

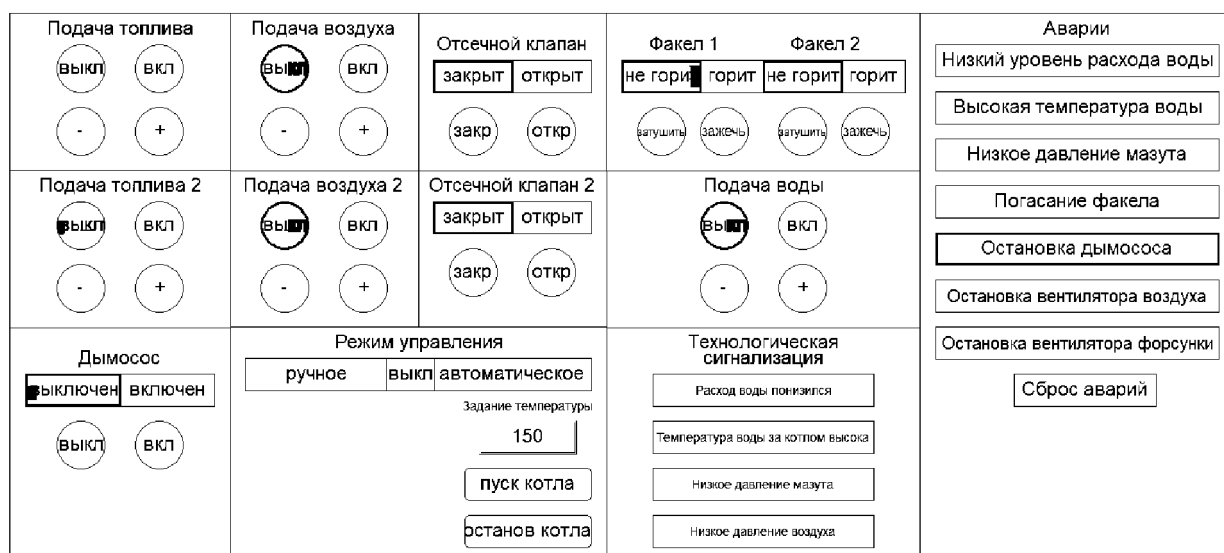


Рисунок 45 – Авария

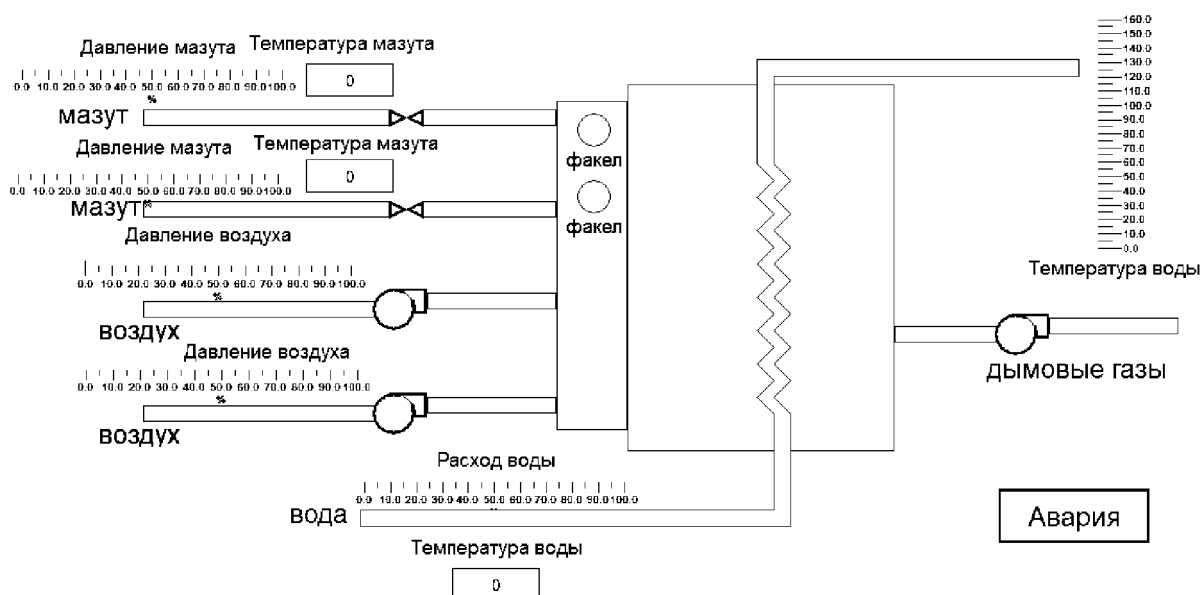


Рисунок 46 – Авария

Отключение аварийного режима происходит путём нажатия кнопки «сброс аварий» на пульте управления.

В ручном режиме можно производить пуск/останов котла и управлять параметрами давления мазута, давление воздуха, расход воды в ручную, тем самым регулирую температуру воды на выходе вручную.

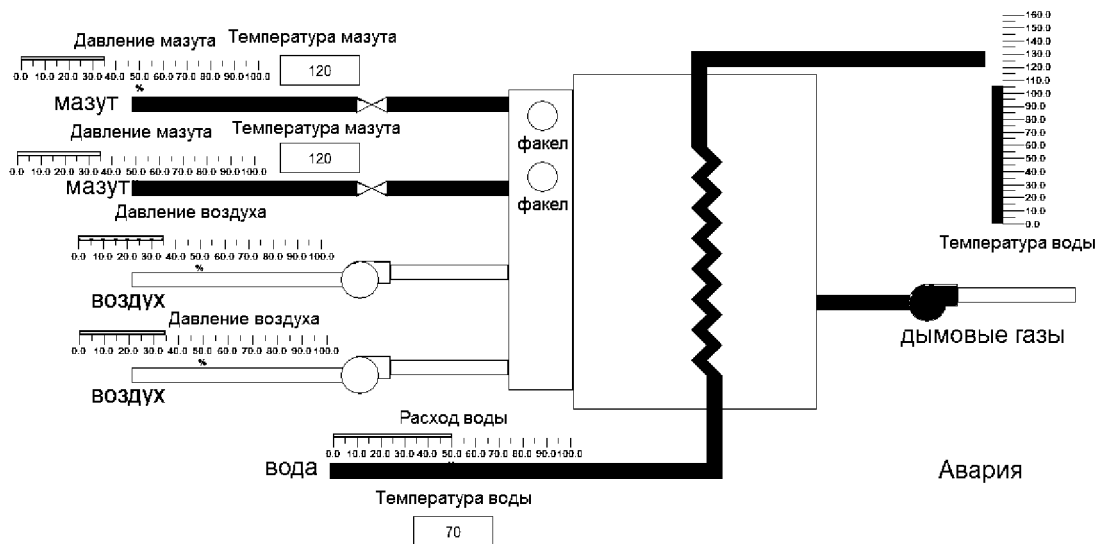


Рисунок 47 –Работа котла в режиме ручного управления
 Визуализация в CODESYS см ПРИЛОЖЕНИЕ Е.

5 КОМПАНОВКА ЩИТА УПРАВЛЕНИЯ

5.1 Эскиз щита управления

Выбор положения кнопок и индикаторов на щите управления зависит от количества встраиваемых в него аппаратов управления, их типов и параметров, компоновки и удобства эксплуатации на конкретном объекте.

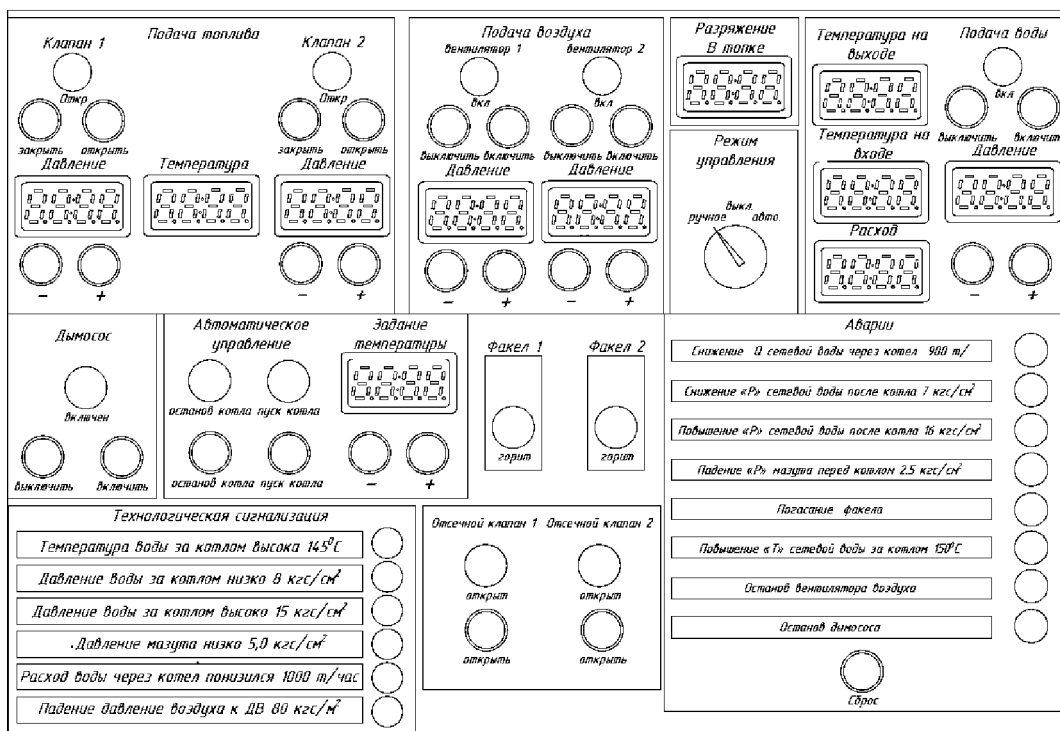


Рисунок 48-Эскиз щита управления

Эскиз щита управления см. ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.

6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

6.1 Требования безопасности при эксплуатации системы

Руководство организации, использующей представляющий опасность промышленный объект, в структуру которого входят водогрейные котлы, обязано:

- обеспечивать выполнение условий Федерального закона о промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 № 116-ФЗ, и иных федеральных законов Российской федерации, а также нормативных документов в области промышленной безопасности;
- обеспечивать оснащенность штата сотрудников, сопряженных с эксплуатацией котлов, в соответствии с установленными условиями;
- привлекать к работе на водогрейных котлах лиц, имеющие подходящие квалификационные условия и не имеющих медицинских противопоказаний к указанной деятельности;
- назначить отвечающего сотрудника за безаварийное состояние и безопасным использованием котлов из числа специализированных сотрудников, успешно прошедших контроль знаний в определенном порядке;
- разработать и принять руководство отвечающего сотрудника за безаварийное состояние и не опасное использование котлов;
- разработать и утвердить производственную инструкцию для персонала, обслуживающего котлы, на основании документов организаций-изготовителей по монтажу и эксплуатации котлов с учетом состава и локальных обстоятельств эксплуатации, определенного оборудования. Инструкция обязана располагаться на рабочих местах и выдаваться под расписку обслуживающих производственный объект сотрудникам;

- иметь в наличии нормативные правовые акты, а также нормативные технические документы, устанавливающие принципы ведения работ на водогрейных котлах;
- организовывать также осуществлять производственный надзор за соблюдением условий промышленной безопасности при эксплуатации водогрейных котлов в соответствии с инструкциями организации и реализации требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте.
- обеспечивать наличие и функционирование необходимых приборов и систем контроля за эксплуатацией котлов;
- проводить освидетельствование и диагностику котлов в опрошенные сроки и по предписанию Госгортехнадзора России и его территориальных органов;
- предотвращать проникновение посторонних лиц в помещения, где размещены котлы;
- заключать договоры страхования риска ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта, на котором используются котлы;
- выполнять распоряжения и предписания Госгортехнадзора России и его территориальных органов и должностных лиц, отдаваемые ими в соответствии с их полномочиями;
- осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на котлах, оказывать содействие государственным органам в расследовании причин аварий;
- анализировать причины возникновения аварий и инцидентов при эксплуатации котлов, принимать меры по их устранению. Вести учет аварий и инцидентов на котлах;
- своевременно информировать в установленном порядке Госгортехнадзор России, его территориальные органы, а также иные

органы государственной власти, органы местного самоуправления и население об аварии при эксплуатации котлов;

- представлять в Госгортехнадзор России или в его территориальный орган информацию об авариях и инцидентах, причинах их возникновения и принятых мерах.

В котельной должны присутствовать часы и мобильный телефон для связи с местами потребления пара, а также с техническими службами и владельцем.

При эксплуатации котлов-утилизаторов, кроме того, должна быть установлена телефонная связь между пультами котлов-утилизаторов и источников тепла.

В котельную не должны допускаться лица, не имеющие отношения к эксплуатации котлов и оборудования котельной. В необходимых случаях посторонние лица могут допускаться в котельную только с разрешения владельца и в сопровождении его представителя.

Ответственный за исправное состояние и безопасную эксплуатацию котлов обязан:

- а) регулярно осматривать котлы в рабочем состоянии;
- б) ежедневно в рабочие дни проверять записи в сменном журнале с росписью в нем;
- в) проводить работу с персоналом по повышению его квалификации;
- г) проводить техническое освидетельствование котлов;
- д) хранить паспорта котлов и инструкции организаций-изготовителей по их монтажу и эксплуатации;
- е) проводить противоаварийные тренировки с персоналом котельной;
- ж) участвовать в обследованиях и технических освидетельствованиях;
- з) проверять правильность ведения технической документации при эксплуатации и ремонте котлов;
- и) участвовать в комиссии по аттестации и периодической проверке знаний у ИТР и обслуживающего персонала;

к) своевременно выполнять предписания, выданные органами Госгортехнадзора России.

Ответственный за исправное состояние и безопасную эксплуатацию котлов имеет право:

а) отстранять от обслуживания котлов персонал, допускающий нарушения инструкций или показавший неудовлетворительные знания;

б) представлять руководству предприятия предложения по привлечению к ответственности инженерно-технических работников и лиц из числа обслуживающего персонала, нарушающих правила и инструкции;

в) представлять руководству предприятия предложения по устранению причин, порождающих нарушения требований правил и инструкций.

При эксплуатации электроустановок следует уделять защите людей от действия электрического тока и статического электричества. Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- основная изоляция токоведущих частей;
- ограждения и оболочки;
- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения.

Для дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ, при наличии требований ПУЭ, следует применять устройства защитного отключения (УЗО) с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности и в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- защитное заземление;

- автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов;
- выравнивание потенциалов;
- двойная или усиленная изоляция;
- сверхнизкое (малое) напряжение;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

6.2 ЧС, связанные с отказом системы

Основные причины аварий при эксплуатации паровых котлов: упуск воды, превышение давления, нарушение водного режима, дефекты изготовления и ремонта.

Анализ причин этих аварий показывает, что они являются следствием неудовлетворительного надзора за эксплуатацией паровых котлов со стороны администрации предприятий, недостаточной квалификации рабочих, обслуживающих паровые котлы, и низкой трудовой дисциплины в котельных.

Большинство аварий, вызванных упуском воды, происходит из-за того, что машинисты оставляют работающие котлы без надзора (отлучки из котельной, сон во время дежурства) или в результате неправильных действий кочегаров при обслуживании котлов. Аварии из-за упуска воды чаще происходят в вечерние и ночные часы дежурства, а также в выходные и праздничные дни, когда контроль администрации за работой кочегаров ослаблен или совершенно отсутствует. Ряд аварий произошел на предприятиях, где начальниками котельных назначали малоквалифицированных практиков, знания которых не были проверены экзаменационными комиссиями в соответствии с «Типовым положением о проверке знаний руководящих и инженерно-технических работников правил, норм и инструкций по технике безопасности».

В отдельных случаях последствия аварий усугублялись неправильными действиями машинистов, производивших питание котла водой после обнаружения упуска воды, в нарушение требований. Инструкции для персонала котельных, утвержденной Госгортехнадзором категорически запрещающей при упуске воды производить, подпитку котла.

Чтобы повысить требования к качеству обучения и аттестации машинистов котлов и водосмотров правила котлонадзора по паровым котлам предусматривают аттестацию персонала только постоянно действующими квалификационными комиссиями, организуемыми при профессионально-технических училищах, институтах технического обучения, а также на крупных предприятиях, располагающих соответствующими условиями и специалистами с обязательным участием в комиссии инспектора котлонадзора.

Действенным средством борьбы с упуском воды явилось оснащение паровых котлов надежно действующими сигнализаторами предельных положений уровня воды и автоматическими регуляторами питания котла.

При осуществлении мер, направленных на обеспечение безопасных условий эксплуатации паровых котлов, особое внимание уделялось условиям работы вертикальных цилиндрических котлов, эксплуатация которых связана с повышенной опасностью. Практика работы подобных котлов показала, что относительно небольшие деформации жаровой трубы (внутренней цилиндрической обечайки), возникающие вследствие перегрева металла при снижении уровня воды ниже допустимого или из-за отложений накипи, могут привести к взрыву котла.

Наиболее уязвимым местом вертикальных цилиндрических котлов является плоское упорное кольцо, присоединяемое к корпусу и жаровой трубе котла угловыми швами, проверка качества которых связана с большими трудностями.

В жестком сварном соединении наружной и внутренней обечеек с плоским уторным кольцом при форсировках режима и резких колебаниях нагрузки возникают повышенные термические напряжения.

При переводе вертикальных цилиндрических котлов на газообразное или жидкое топливо увеличивается опасность их эксплуатации. При работе на твердом топливе тепловые напряжения топочной камеры сравнительно невелики. Упорное кольцо, расположенное выше колосниковой решетки, находится в зоне низких температур. При работе на газообразном и жидком топливе сжигание происходит во внешних топках, сооружаемых под котлом. Условия работы существенно меняются. Температура в топке и тепловые нагрузки металла повышаются. Упорное кольцо оказывается в зоне с высокой температурой, что при обычной загрязненности шламом внутренней стороны нижней части котла и неудовлетворительной защите футеровкой со стороны топки создает угрозу перегрева стенки котла и аварии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной работы были закреплены и углублены знания, полученные в течение обучения.

При выполнении выпускной работы было сформулировано техническое задание, разработана структурная схема автоматической системы, были найдены решения, как по аппаратной, так и программной части. Произведен обоснованный выбор элементов системы, построена функциональная, а так же принципиальная электрическая схема устройства. Так же был скомпонован щит управления.

Разработанное программное обеспечение позволит персоналу наблюдать за изменениями показателей водогрейного котла на экранах своих операторских станций, что позволит избегать аварийных ситуаций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Б.Ю. Соколов. Устройство и эксплуатация оборудования газомазутных котельных – Москва: Издательский центра «Академия», 2007. - 305 с .
2. Инструкция по эксплуатации котлов водогрейных КВГМ-100: ФАО «Амурская генерация», 2008 – 20с .
3. В. И. Янкаелевич, Наладка газомазутных промышленных котельных – Москва: Энергоатомиздат, 1988 - 215 с.
4. А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков. Водоподготовка в энергетике. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2006. – 309 с.
5. Правила техники безопасности при эксплуатации теплотребляющих установок и тепловых сетей потребителей /Минтопэнерго России. Госэнергонадзор. – М.: Энергоатомиздат, 1992г.
6. Богословский В.Н., Сканави А.Н. Отопление. Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1991-735с.
7. ГОСТ 34.602-89 Техническое задание на создание автоматизированной системы.
8. Сайт ОВЕН [Электронный ресурс] режим доступа URL:<http://www.owen.ru/> (дата обращения 3.06.2020).
9. Сайт Matlab.Exponenta [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://matlab.exponenta.ru/simulink/>(дата обращения - 7.06.2020).
10. Руководство пользователя. Использование OPC-сервера 3S-Software для подключения контроллеров системы CoDeSys к компьютеру.-5 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Техническое задание на разработку

Составлено в соответствии с ГОСТ 19.201-78 «Техническое задание. Требование к содержанию и оформлению».

1. Введение

1.1 Наименование системы

Полное наименование: Система автоматического управления пиковым водогрейным котлом на БТЭЦ.

1.2 Наименование организаций – Заказчика и Разработчика

Заказчик: СП «Благовещенская ТЭЦ».

Адрес фактический: г. Благовещенск, Загородная 177

Телефон: +7(4162)39-87-59

Разработчик: ФГБОУ ВО «АмГУ»

Адрес фактический: г. Благовещенск, Игнатъевское шоссе 21

Телефон: +7(4162)234-500

2 Основание для разработки

Система разрабатывается в рамках дипломного проектирования на основании документов:

- ФГОС направления подготовки бакалавров 15.03.04 АТПиП
- Учебный план направления подготовки бакалавров 15.03.04 Автоматизации технологических процессов и производств

2.1 Разработчик

Колесников Владислав Максимович, студент 4 курса энергетического факультета, кафедры Автоматизации производственных процессов и электротехники, АмГУ

2.2 Плановые сроки начала и окончания работы

Начало работы – 13 января 2020.

Завершить проект необходимо до 10.07.2020 г.

2.3 Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ

Работы по созданию системы автоматического управления сдаются разработчиком поэтапно в соответствии с календарным планом проекта. По окончании каждого из этапов работ Разработчик сдает Заказчику соответствующие отчетные документы этапа.

3. Назначение и цели создания системы

3.1 Назначение системы

Система предназначена для автоматизации процессов управления пикового водогрейного котла КВГМ-100 на Благовещенской ТЭЦ

3.2 Система автоматизации водогрейного котла, создается с целью:

- повышения качества;
- практически точного наблюдения за технологическим процессом;
- увеличение надежности системы;
- разработка программного обеспечения.

4. Требования к системе

4.1 Требования к системе в целом

4.1.1 Требования к структуре и функционированию системы

Определяются требования к режимам функционирования системы.

Система должна поддерживать следующие режимы функционирования:

- основной режим, в котором подсистемы выполняют все свои основные функции.
- профилактический режим, в котором одна или все подсистемы не выполняют своих функций.
- в основном режиме функционирования система должна обеспечивать:
- работу в режиме –24 часов в день, 7 дней в неделю (24x7);
- выполнение своих функций – дозирование, измерения, сравнения.

В профилактическом режиме система должна обеспечивать возможность проведения следующих работ:

- техническое обслуживание;
- модернизацию аппаратно-программного комплекса;
- устранение аварийных ситуаций.

Общее время проведения профилактических работ не должно превышать 10% от общего времени работы системы в основном режиме.

Для обеспечения высокой надежности функционирования Системы как системы в целом, так и её отдельных компонентов должно обеспечиваться выполнение требований по диагностированию ее состояния.

Для всех технических компонентов необходимо обеспечить регулярный и постоянный контроль состояния и техническое обслуживание.

4.1.3 Требования к персоналу

К работе на водогрейных котлах должны привлекаться лица, имеющие подходящие квалификационные условия и не имеющих медицинских противопоказаний к указанной деятельности;

4.1.3 Требование к безопасности

Разрабатываемая система должна отвечать всем требованиям, предъявляемым инструкциями по технике безопасности на предприятии.

При эксплуатации электроустановок следует уделять защите людей от действия электрического тока и статического электричества. Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании меры защиты от прямого прикосновения.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности и в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов;

- выравнивание потенциалов;
 - двойная или усиленная изоляция;
 - сверхнизкое (малое) напряжение;
 - защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки

4.1.5 Требования к эргономике и технической эстетике

Система визуализации должна обеспечивать удобный для конечного пользователя интерфейс, отвечающий следующим требованиям.

В части внешнего оформления интерфейсы подсистем должен быть типизированы.

4.1.6 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы

Условия эксплуатации, а также виды и периодичность обслуживания технических средств Системы должны соответствовать требованиям по эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению, изложенным в документации завода-изготовителя (производителя) на них.

Технические средства Системы и персонал должны размещаться в существующих помещениях ТЭЦ, которые по климатическим условиям должны соответствовать ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. Размещение технических средств и организация автоматизированных рабочих мест должны быть выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 21958-76 «Система "Человек-машина". Зал и кабины операторов. Взаимное расположение рабочих мест. Общие эргономические требования».

Для электропитания технических средств должна быть предусмотрена трехфазная четырехпроводная сеть с глухо заземленной нейтралью 380/220 В (+10-15)% частотой 50 Гц (+1-1) Гц. Для обеспечения выполнения требований по надежности должен быть создан комплект запасных изделий и приборов (ЗИП).

Состав, место и условия хранения ЗИП определяются на этапе технического проектирования.

5. Состав и содержание работ по созданию системы

- исследование предметной области, анализ процессов деятельности предприятия, выделение объекта автоматизации;
- разработка и утверждение технического задания;
- проектирование функциональной и электрической схемы;
- подбор необходимого оборудования;
- разработка управляющей программы;
- разработка щита управления;
- согласование результатов работ (доработка системы, при необходимости).

6. Порядок контроля и приемки системы

Процесс приемки и контроля должен сопровождаться проведением различного рода тестов на производительность и работоспособность системы. Также должен быть проведен анализ выполненной работы, ряд испытаний с целью определения ее работоспособности и тестирования правильности ее работы.

7. Источники разработки

Настоящее Техническое Задание разработано на основе следующих документов и информационных материалов:

- ГОСТ 34.602-89 Техническое задание на создание автоматизированной системы.

- ГОСТ 24.601-86 единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы. Стадии создания.
- ГОСТ 24.701-86 «Надежность автоматизированных систем управления».

КЛ 70 00 01 900 91 00 01

Общий вид котла
КВГМ-100

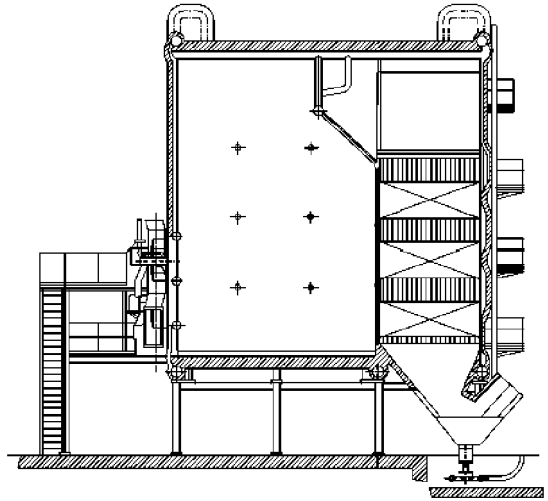
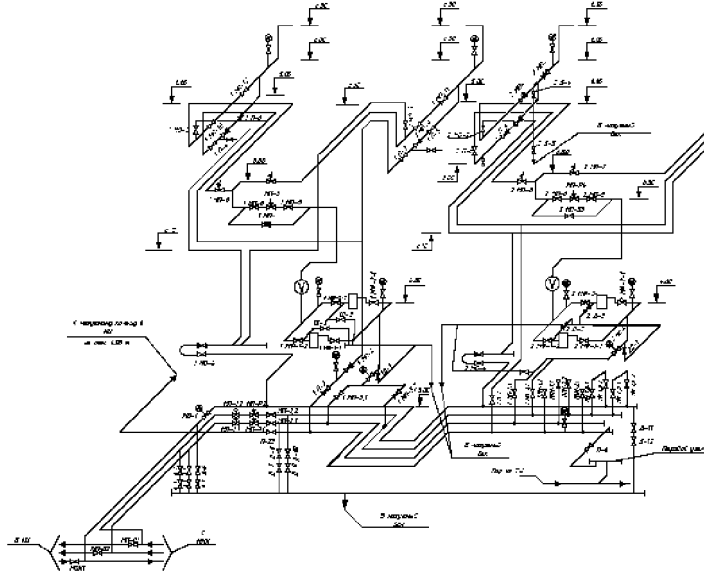
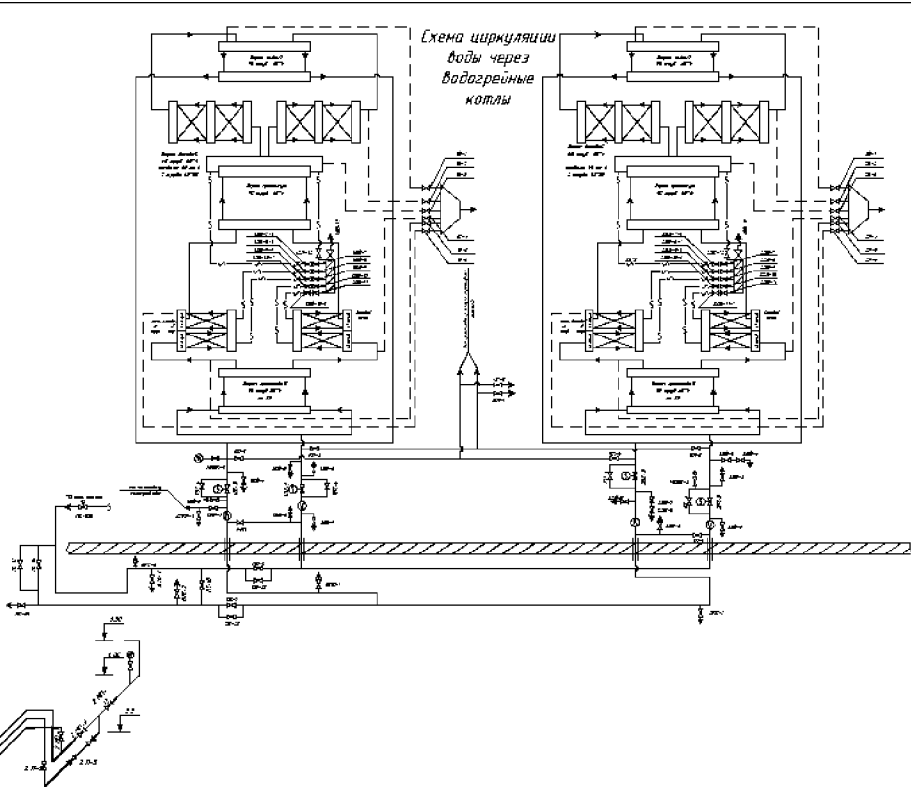


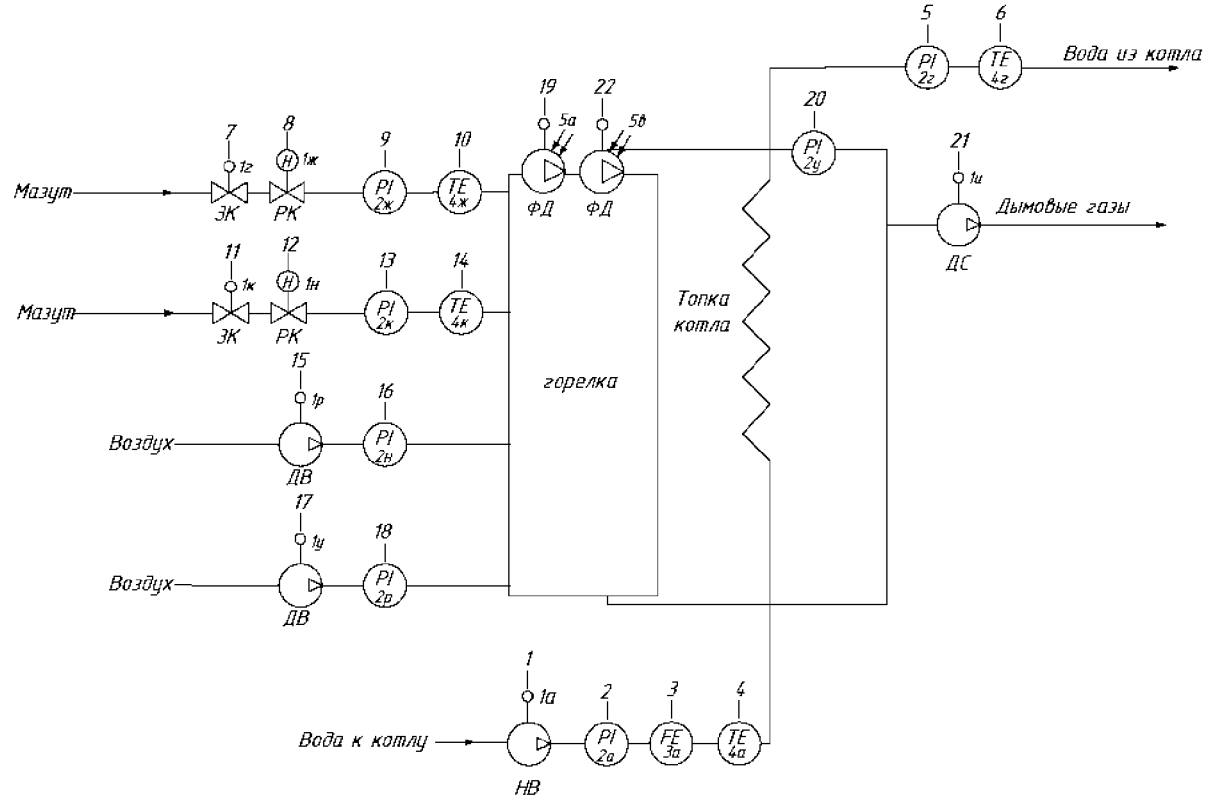
Схема пароназупроводов водогрейных котлов



ПРИЛОЖЕНИЕ Б



				<i>ВКР 164005 15.03.04.СХ</i>			
Изм.	№	Дата	Сдел.	<i>Схема вод. схема подогревательной и систем отопления воды через котлы АВР-03</i>	Апроб.	Дата	Исполн.
1					2		Смирнов
Состав:				<i>Исполнитель: главный инженер, инженер АВР-03</i>	Контр.	Дата	Исполн.
1					1		Смирнов
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							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
59							
60							
61							
62							
63							
64							
65							
66							
67							
68							
69							
70							
71							
72							
73							
74							
75							
76							
77							
78							
79							
80							
81							
82							
83							
84							
85							
86							
87							
88							
89							
90							
91							
92							
93							
94							
95							
96							
97							
98							
99							
100							



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
По месту	NS 1б	PI 2б	FT 3б	TT 4б	PI 2в	TT 4в	NS 1а	NS 1в	PI 2г	TT 4г	NS 1а	NS 1б	PI 2а	TT 4а	NS 1с	PI 2а	NS 1ф	PI 2с		PI 2г	NS 1у	
На шите	H 1б	PR 2б	FFR 3б	TR 4б	PR 2в	TR 4в	H 1е	H 1у	PR 2у	TR 4у	H 1а	H 1б	PR 2а	TR 4а	H 1с	PR 2а	H 1к	PR 2м	BS 5б	PR 2х	H 1и	BS 5з

№ обознач	Наименование	Кол.	Примечание
1	2б	2	Электрический выключатель
2	2л	2	Тепловой клапан
3	ПК	2	Расширительный клапан
4	ДВ	1	Нагнетатель
5	ФД	2	Флоу-метры
6	ДС	1	Дымосос

БКР №4006.15.03.04.СХ

№	Элемент	№	Элемент	№	Элемент
1	Элемент	2	Элемент	3	Элемент

Функциональная схема автоматизации

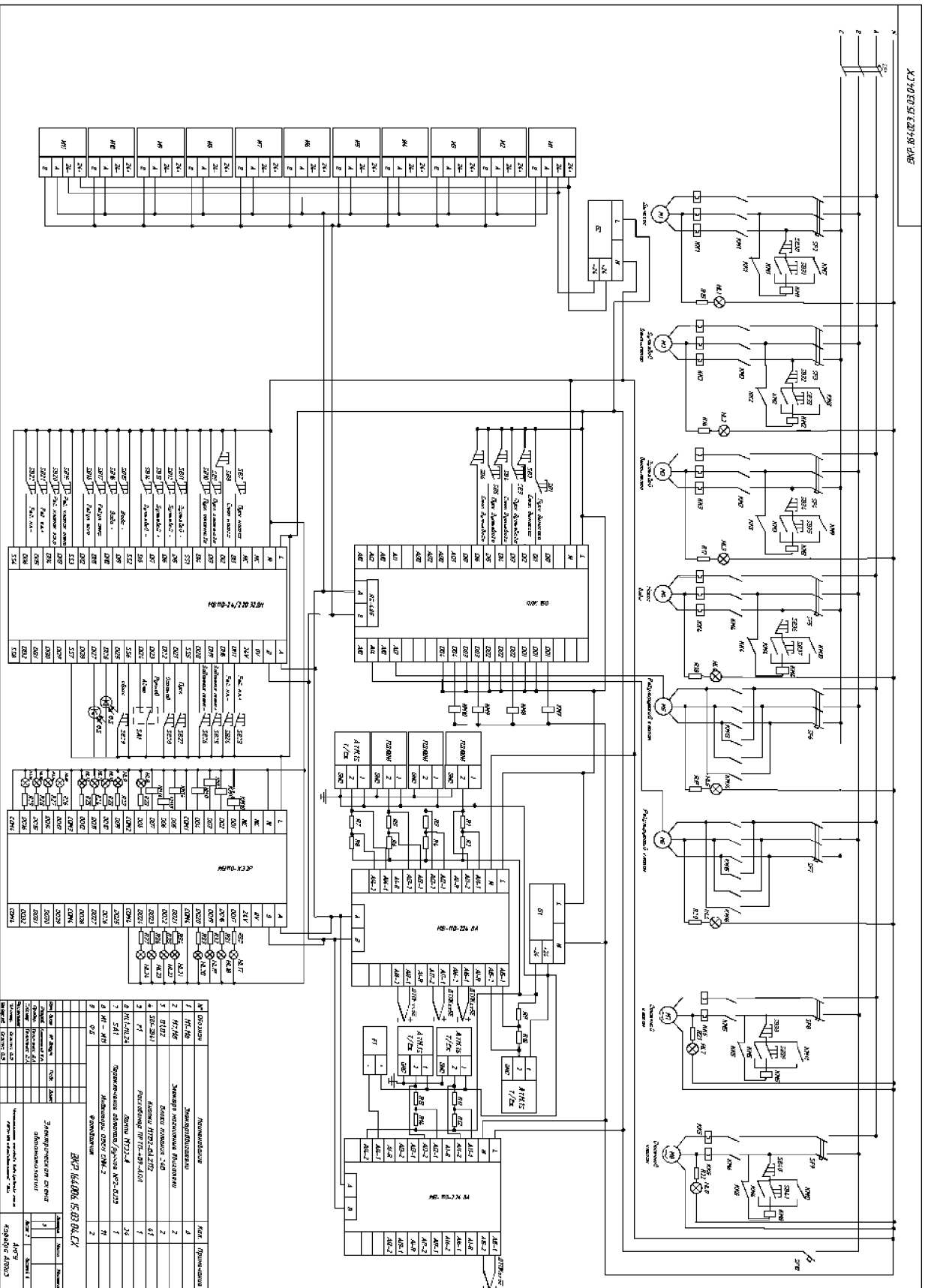
Лист 7 из 7

Автоматизация системы водоснабжения котельной

Лист 7 из 7

Код проекта: АИ003

ПРИЛОЖЕНИЕ I



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Листинг программы в CODESYS

```
CASE state OF
0:
IF SA_Auto AND start_auto=TRUE AND Fault=FALSE THEN
state:=1;
END_IF
IF SA_Auto AND stop_auto=TRUE THEN
state:=16;
END_IF
(*погасание факела*)
IF NagrevOn=TRUE AND Fakel_fault=TRUE THEN
Fault:=TRUE;
state:=16;
END_IF
(*ошибка дымососа*)
IF NagrevOn=TRUE AND Dymosos_fault=TRUE THEN
Fault:=TRUE;
state:=16;
END_IF
(*ошибка подачи воздуха*)
IF NagrevOn=TRUE AND Vozduh_fault=TRUE THEN
Fault:=TRUE;
state:=16;
END_IF
(*высокая температура воды*)
IF NagrevOn=TRUE AND Temper>150 THEN
Fault:=TRUE;
Temper_fault:=TRUE;
state:=16;
END_IF
```

(*низкое давление мазута*)

IF NagrevOn=TRUE AND MazutLvl<10 THEN

Fault:=TRUE;

Mazut_fault:=TRUE;

state:=16;

END_IF

(*низкое давление воды*)

IF NagrevOn=TRUE AND VodaLvl<20 THEN

Fault:=TRUE;

Voda_fault:=TRUE;

state:=16;

END_IF

1:

IF DymososOn1=TRUE THEN

state:=2;

ELSE

state:=7;

END_IF

2:

IF VozduhOn1=TRUE AND VozduhOn2=TRUE THEN

state:=3;

ELSE

state:=8;

END_IF

3:

IF VodaOn1=TRUE THEN

state:=4;

ELSE

state:=9;

END_IF

4:

```
IF Fake1On1=TRUE AND Fake1On12=TRUE THEN
    state:=5;
ELSE
state:=10;
END_IF
5:
IF MazutOn1=TRUE AND MazutOn12=TRUE THEN
    state:=6;
ELSE
state:=11;
END_IF
6:
IF KlapanOn1=TRUE AND KlapanOn12=TRUE THEN
    state:=0;
ELSE
state:=12;
END_IF
7:
DymososOn:=TRUE;
IF DymososOn1=TRUE THEN
    state:=8;
ELSE
    state:=7;
END_IF
8:
VozduhOn:=TRUE;
VozduhOn2:=TRUE;
IF VozduhLv1>25 AND VozduhLv12>25 THEN
VozduhOn:=FALSE;
VozduhOn2:=FALSE;
    state:=9;
```

```
ELSE
    state:=8;
END_IF
9:
VodaOn:=TRUE;
IF VodaIvl>40 THEN
VodaOn:=FALSE;
state:=10;
ELSE
state:=9;
END_IF
10:
FakelOn:=TRUE;
IF FakelOn1=TRUE THEN
    state:=11;
ELSE
    state:=10;
END_IF
11:
MazutOn:=TRUE;
IF MazutIvl>70 THEN
MazutOn:=FALSE;
state:=12;
ELSE
state:=11;
END_IF
12:
KlapanOn:=TRUE;
IF KlapanOn1=TRUE THEN
    state:=13;
ELSE
```

```
state:=12;
END_IF
13:
FakelOn2:=TRUE;
IF FakelOn12=TRUE THEN
    state:=14;
ELSE
    state:=13;
END_IF
14:
MazutOn2:=TRUE;
IF Mazutlv1>70 THEN
MazutOn2:=FALSE;
state:=15;
ELSE
state:=14;
END_IF
15:
KlapanOn2:=TRUE;
IF KlapanOn12=TRUE THEN
    Start_auto:=FALSE;
state:=0;
ELSE
    state:=15;
END_IF
16:
KlapanOn:=FALSE;
KlapanOn2:=FALSE;
IF KlapanOff1=TRUE OR KlapanOff12=TRUE THEN
    state:=17;
ELSE
```

```
state:=16;
END_IF
17:
FakelOn:=FALSE;
FakelOn2:=FALSE;
IF FakelOff1=TRUE AND FakelOff12=TRUE THEN
state:=18;
ELSE
state:=17;
END_IF
18:
MazutOff:=TRUE;
MazutOff2:=TRUE;
IF MazutOff1=TRUE AND MazutOff12=TRUE THEN
MazutOff:=FALSE;
MazutOff2:=FALSE;
state:=19;
ELSE
state:=18;
END_IF
19:
VodaOff:=TRUE;
IF VodaOff1=TRUE THEN
VodaOff:=FALSE;
state:=20;
ELSE
state:=19;
END_IF
20:
VozduhOff:=TRUE;
VozduhOff2:=TRUE;
```


IF VozduhOff1=TRUE AND VozduhOff12=TRUE THEN

VozduhOff:=FALSE;

VozduhOff2:=FALSE;

state:=18;

ELSE

state:=17;

END_IF

21:

DymososOn:=FALSE;

IF DymososOff1=TRUE THEN

stop_auto:=FALSE;

state:=0;

ELSE

state:=21;

END_IF

END_CASE

Общий вид котла
КВГМ-100

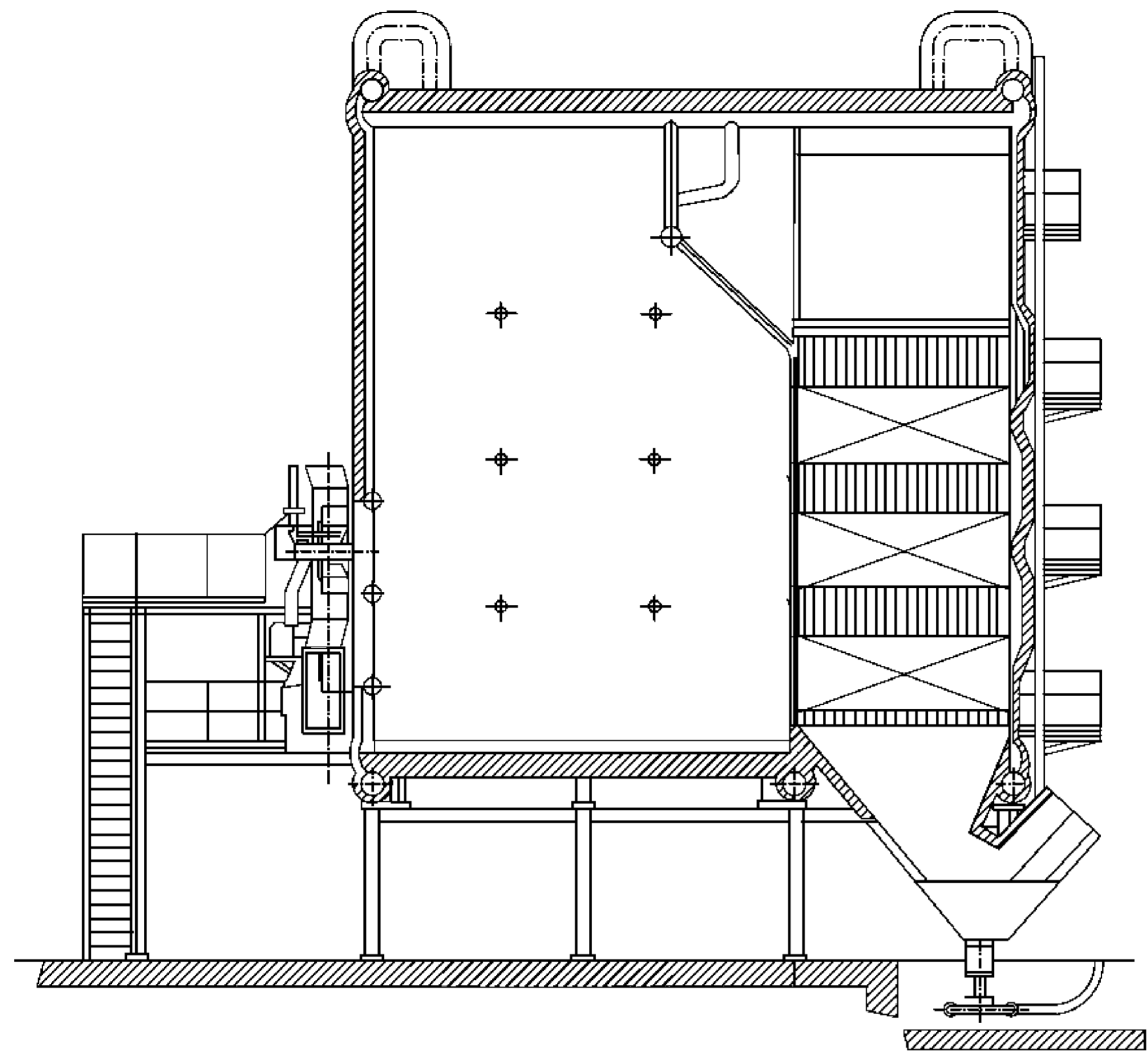


Схема циркуляции
воды через
водогрейные
котлы

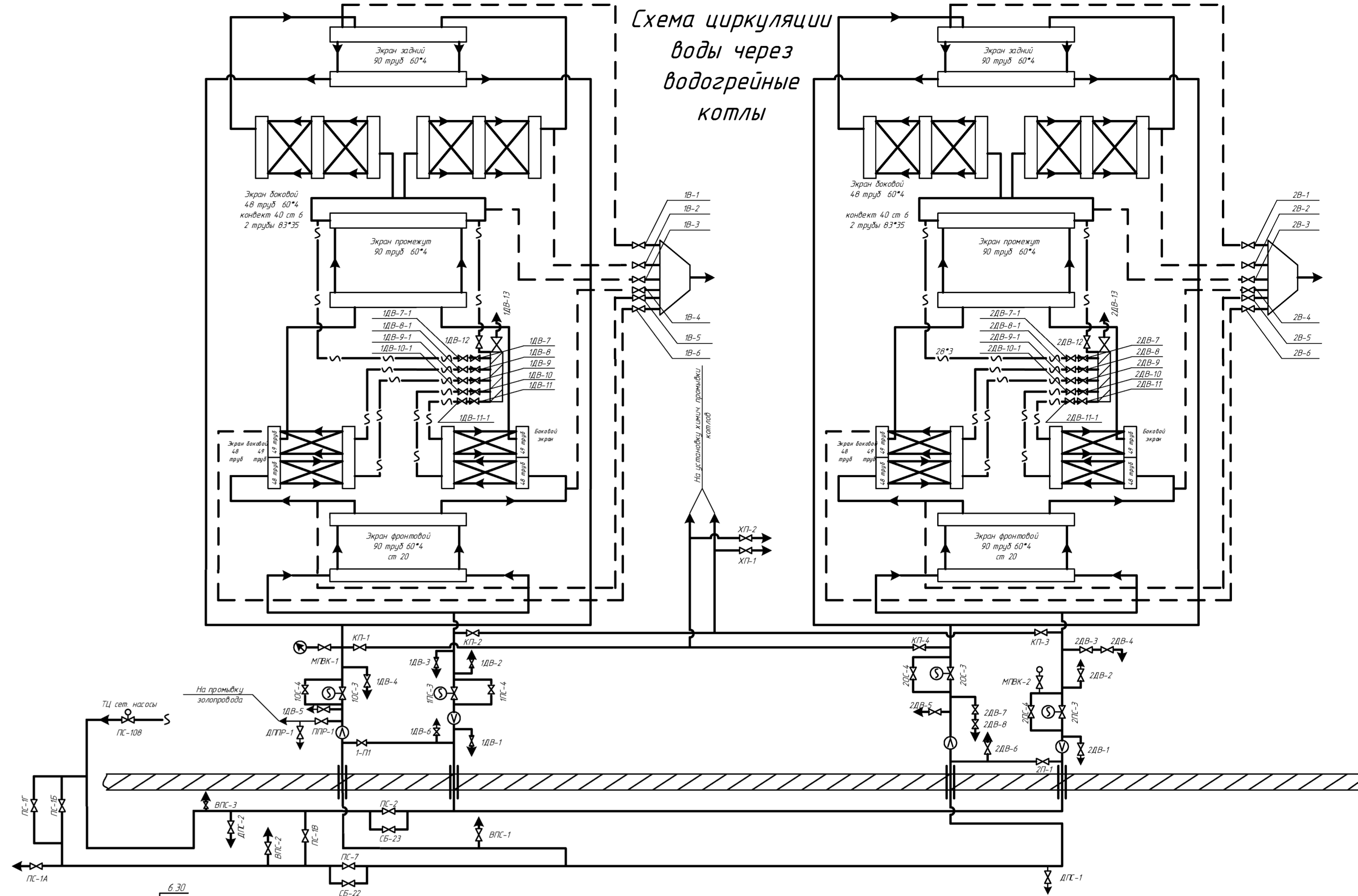
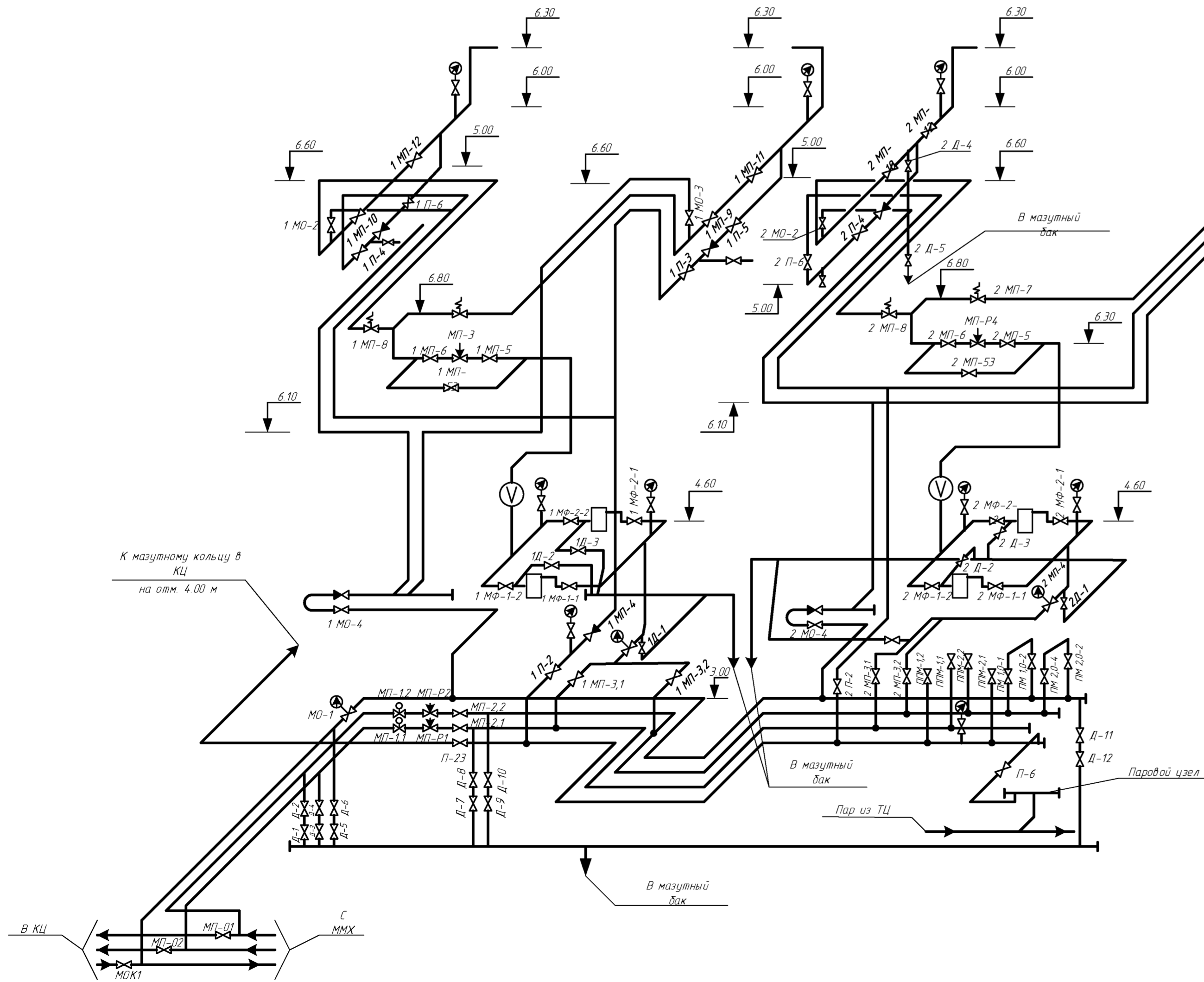
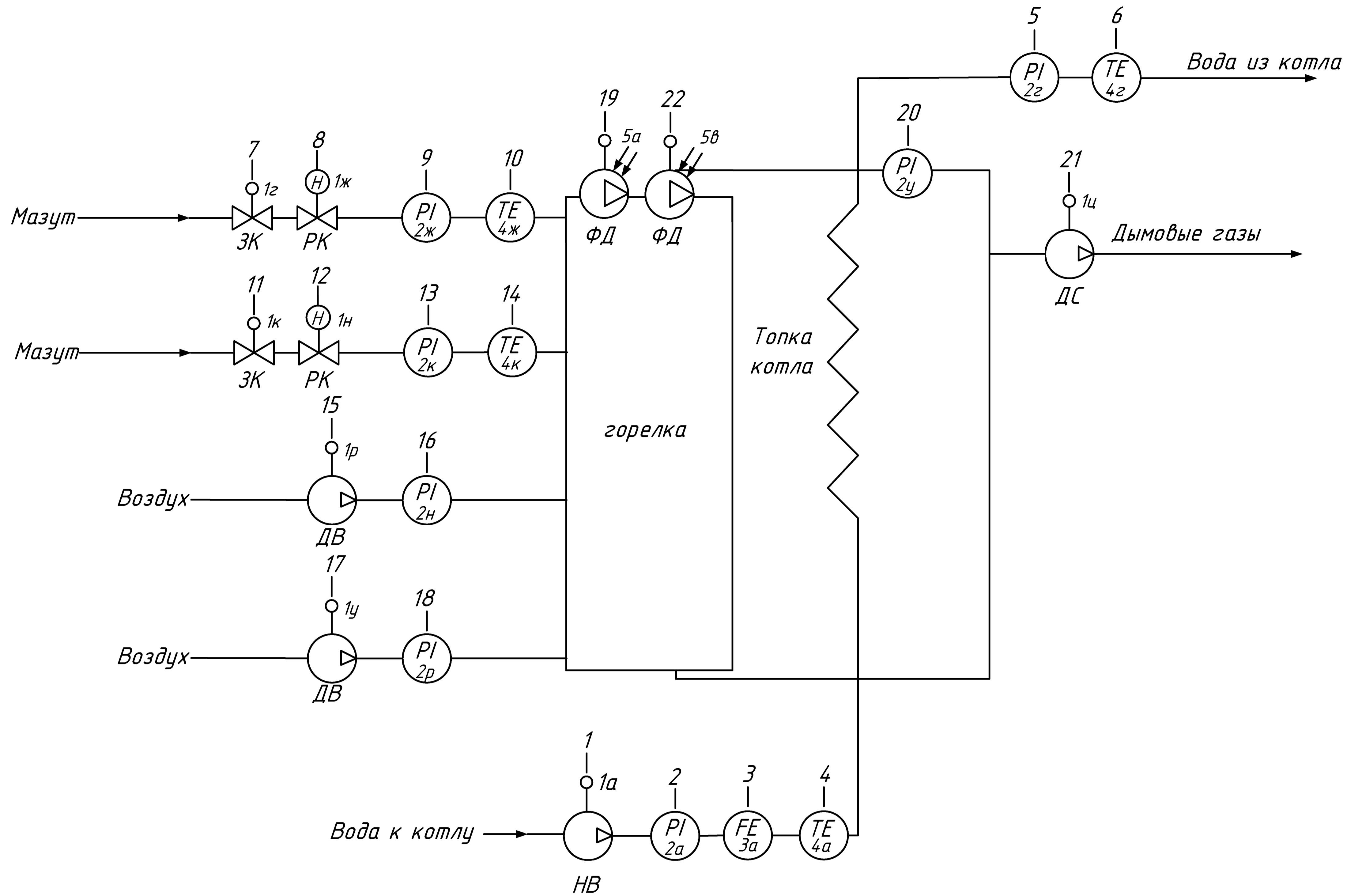


Схема паромазупроводов водогрейных котлов



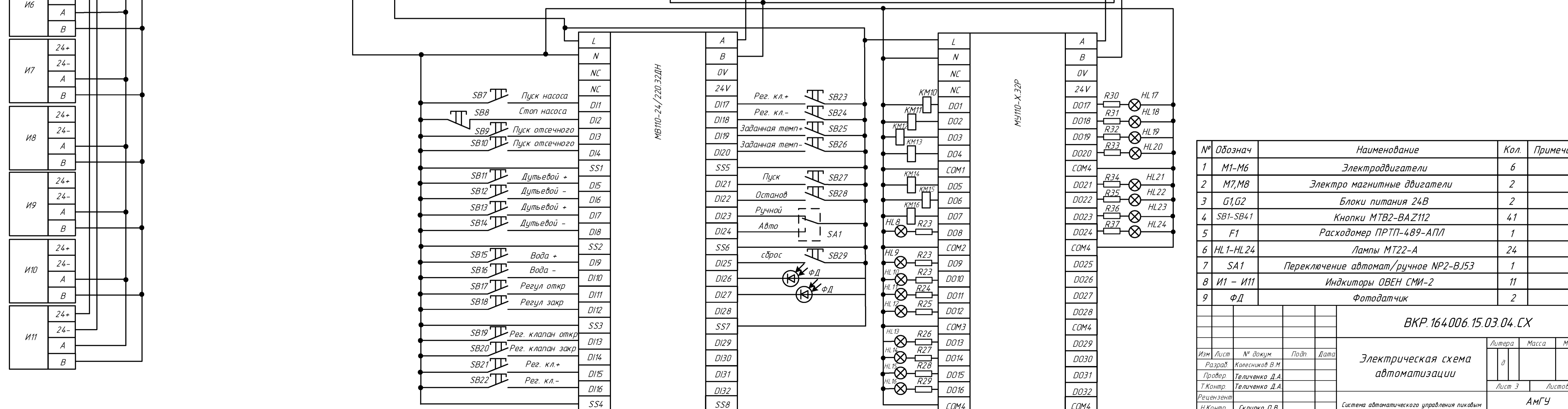
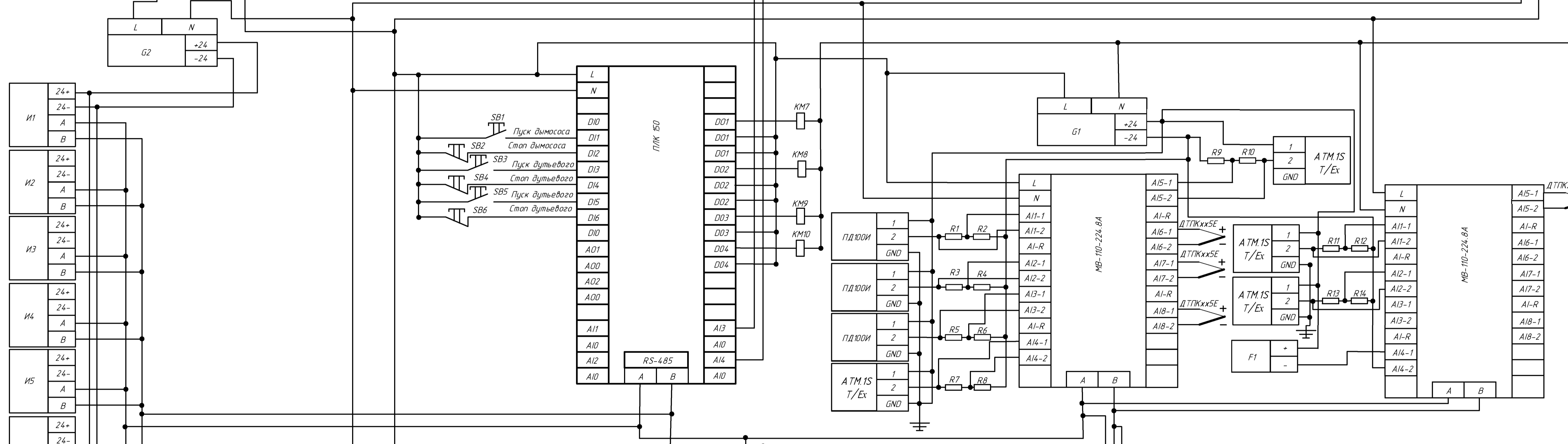
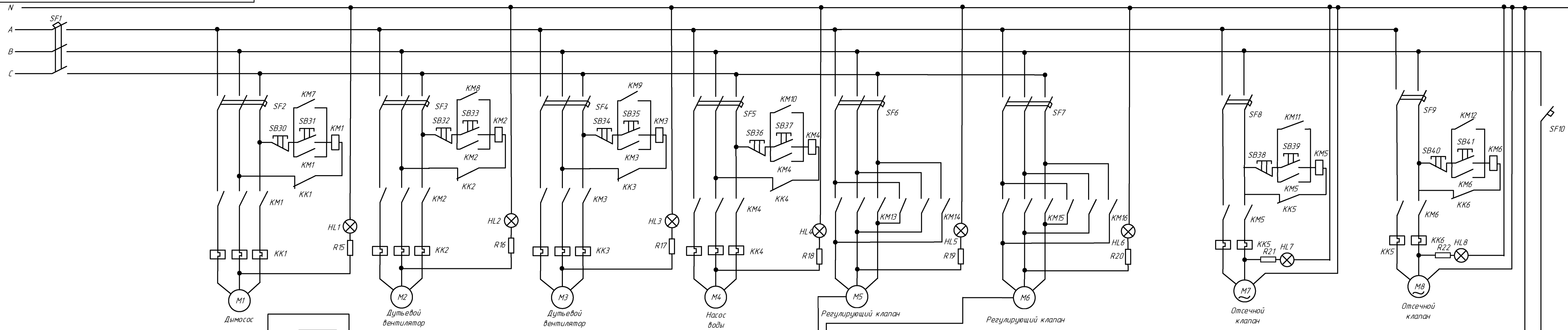
				ВКР.164006.15.03.04.СХ			
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Литера	Масса	Масштаб
Разработ	Колесников В.М.				а		
Провер	Теличенко Д.А.						
Т.Контр.	Теличенко Д.А.						
Рецензент							
Н.Контр.	Скрипка О.В.						
Утвержд	Скрипка О.В.						
Общий вид, схема паромазупроводов и схема циркуляции воды через котел КВГМ-100					Лист 1	Листов 6	
					Схема автоматического управления пикабын водогрейным котлом на БТЗЦ		



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
По месту	NS 1δ	PT 2δ	FT 3δ	TT 4δ	PT 2θ	TT 4θ	NS 1θ	NS 1з	PT 2з	TT 4з	NS 1л	NS 1о	PT 2л	TT 4л	NS 1с	PT 2о	NS 1ф	PT 2с		PT 2ф	NS 1ч	
На щите	H 1θ	PR 2θ	FFR 3θ	TR 4θ	PR 2e	TR 4e	H 1e	H 1у	PR 2у	TR 4у	H 1м	H 1п	PR 2м	TR 4м	H 1т	PR 2п	H 1х	PR 2т	BS 5δ	PR 2х	H 1ш	BS 5з

№	Обознач	Наименование	Кол.	Примечание
1	ДВ	Дутьевой вентилятор	2	
2	ЗК	Запорный клапан	2	
3	РК	Регулирующий клапан	2	
4	НВ	Насос воды	1	
5	ФД	Фотодатчик	2	
6	ДС	Дымосос	1	

ВКР.164006.15.03.04.СХ								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Функциональная схема автоматизации	Литера	Масса	Масштаб
Разраб.	Колесников В.М.					д		
Провер.	Теличенко Д.А.					Лист 2 / Листов 6		
Т.Контр.	Теличенко Д.А.							
Рецензент								
И.Контр.	Скрипко О.В.					АМГУ Кафедра АППиЭ		
Ит.Верж	Скрипко О.В.							



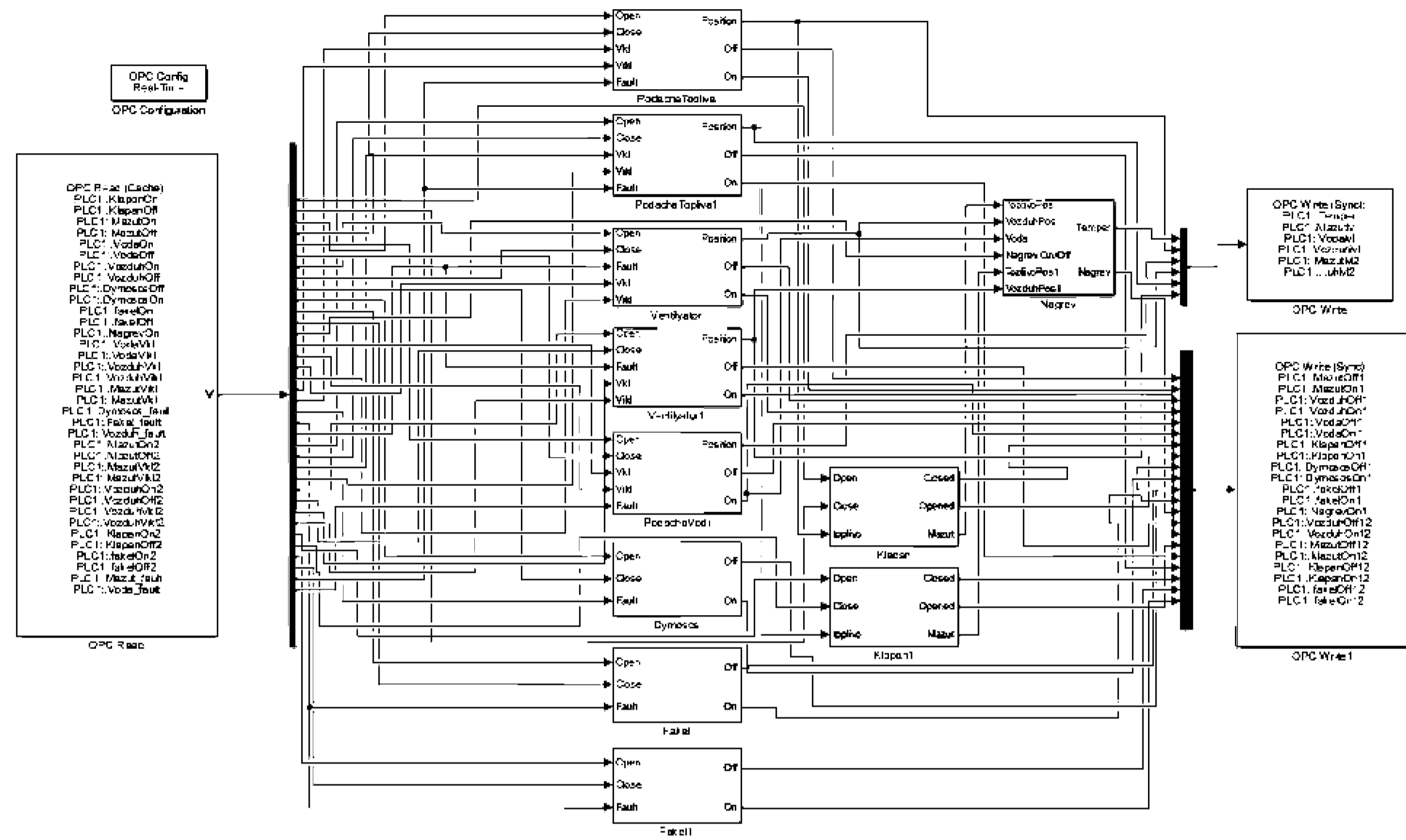
№	Обознач	Наименование	Кол.	Примечание
1	M1-M6	Электродвигатели	6	
2	M7, M8	Электро магнитные двигатели	2	
3	G1, G2	Блоки питания 24В	2	
4	SB1-SB41	Кнопки МТВ2-ВАЗ112	41	
5	F1	Расходомер ПРТП-489-АПЛ	1	
6	HL1-HL24	Лампы МТ22-А	24	
7	SA1	Переключение автомат/ручное NP2-BJ53	1	
8	И1 - И11	Индикаторы ОВЕН СМИ-2	11	
9	ФД	Фотодатчик	2	

ВКР.164.006.15.03.04.СХ

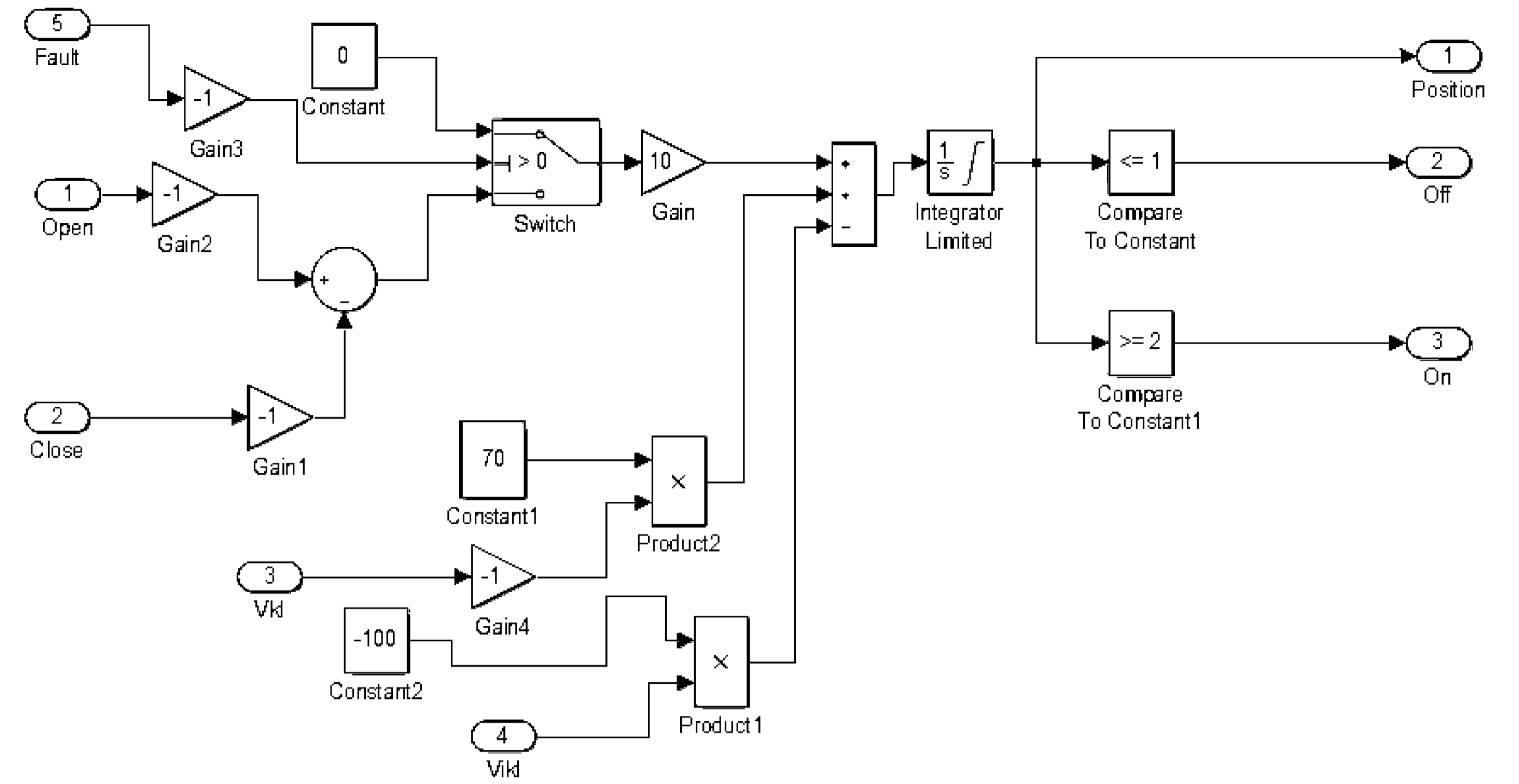
Электрическая схема автоматизации				Лист 3	Листов 6
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Колесников В.М.			
Провер.		Теличенко Д.А.			
Т.Контр.		Теличенко Д.А.			
Рецензент					
Н.Контр.		Скрипко О.В.			
Ит.верж		Скрипко О.В.			

Система автоматического управления плавным догревом котла на БТЗЦ
АМГУ
Кафедра АППиЭ

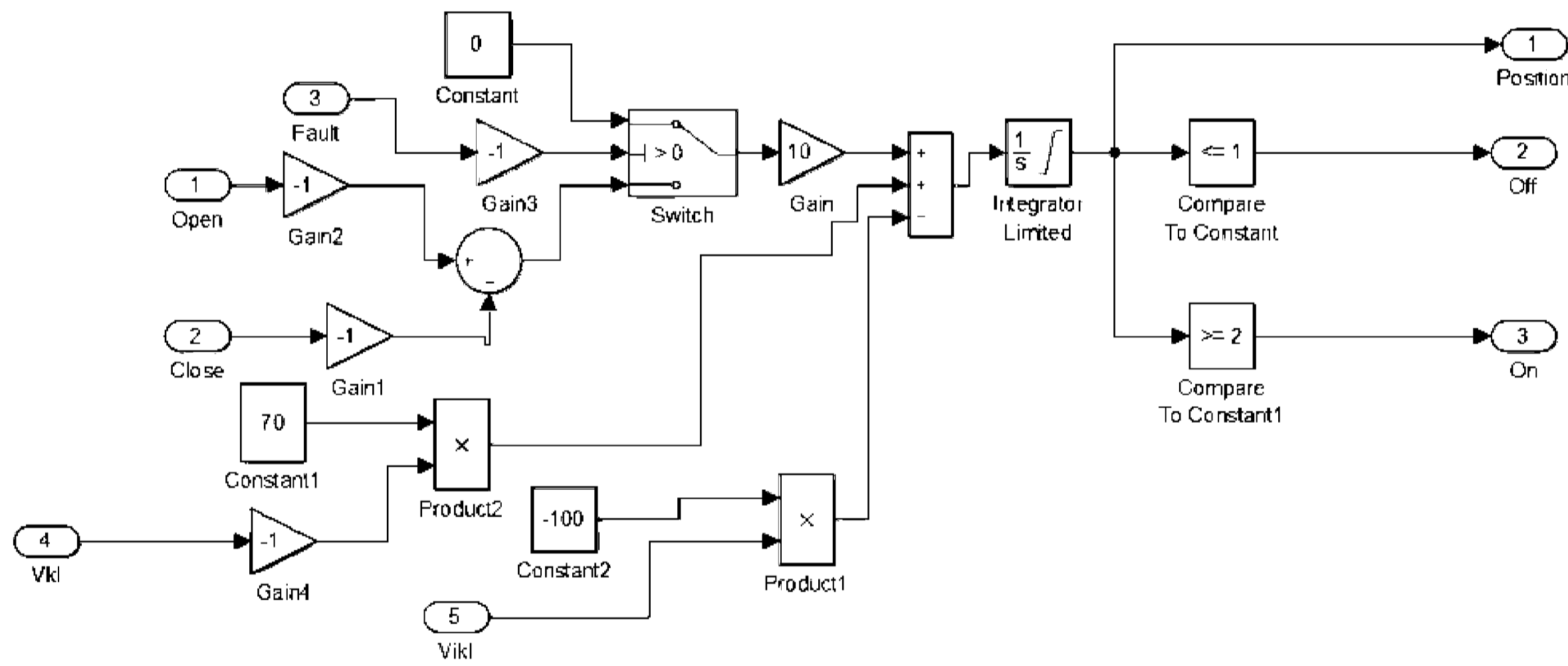
Simulink модель



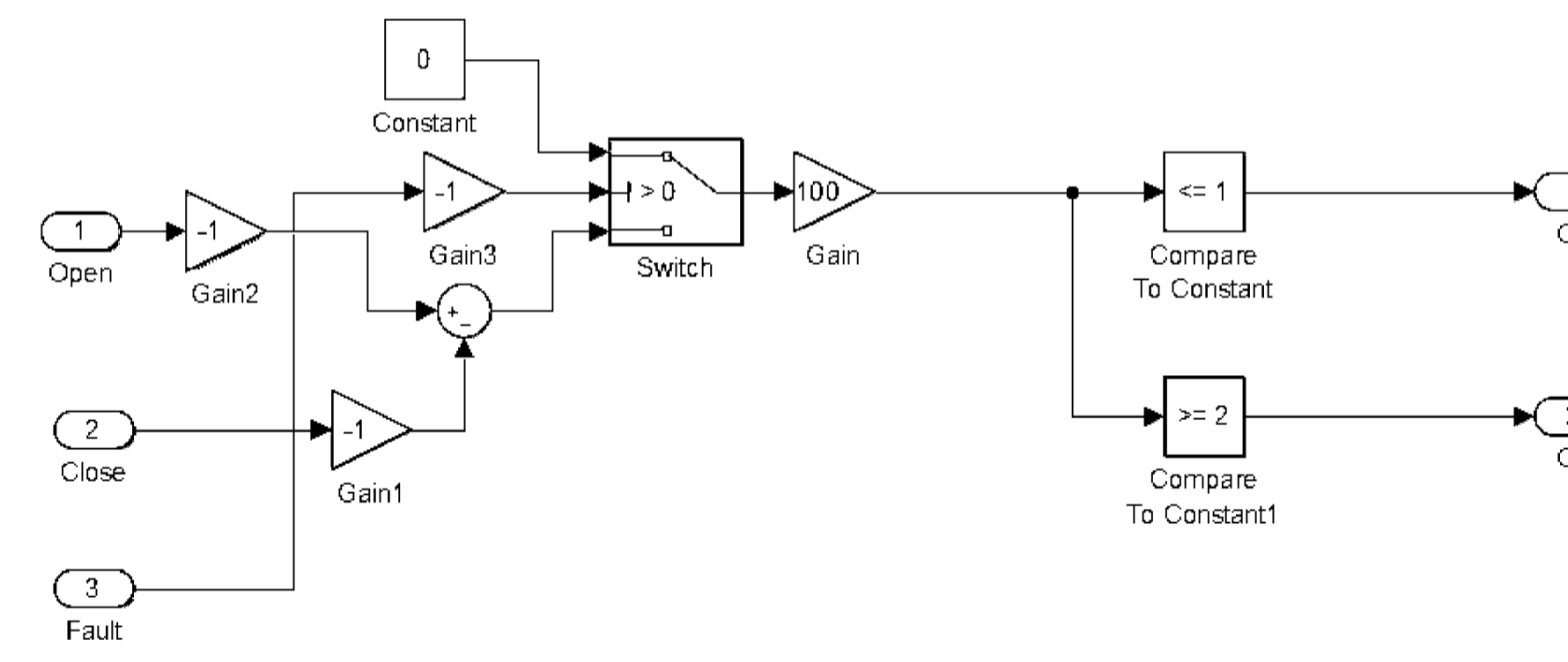
Подсистема «Podacha Topлива»



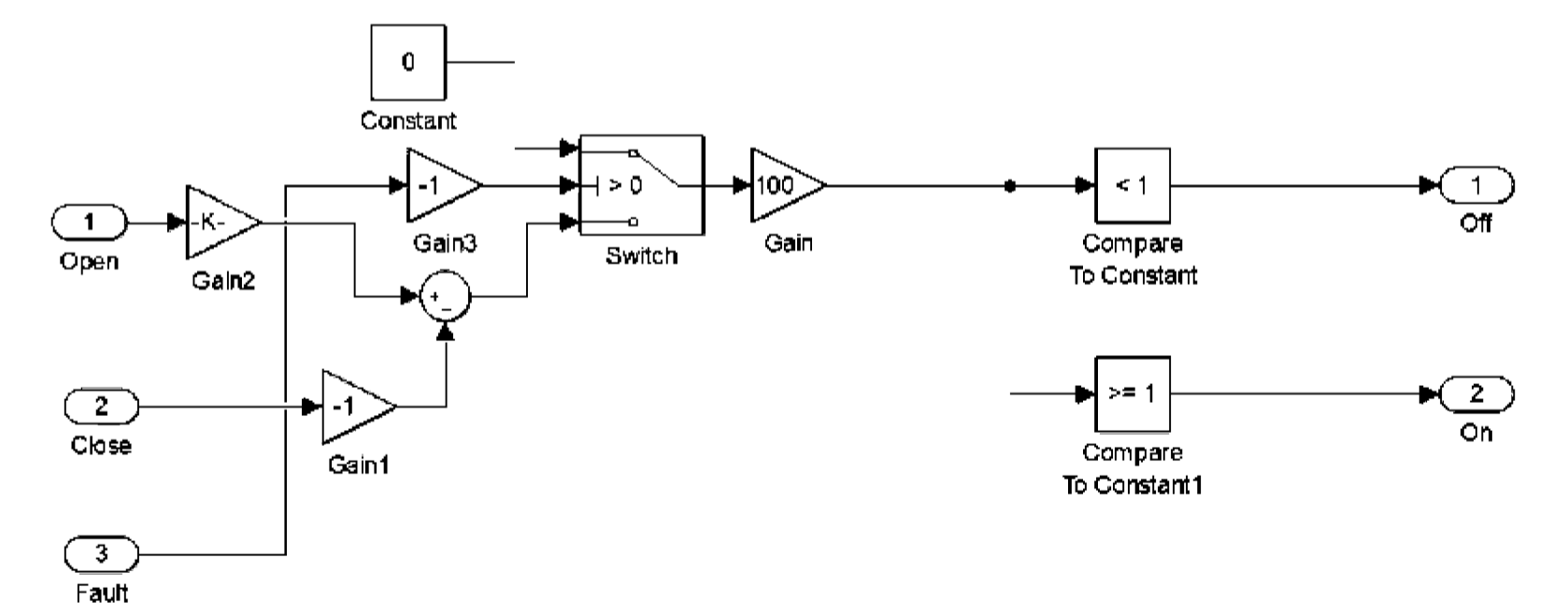
Подсистема «Ventilyator»



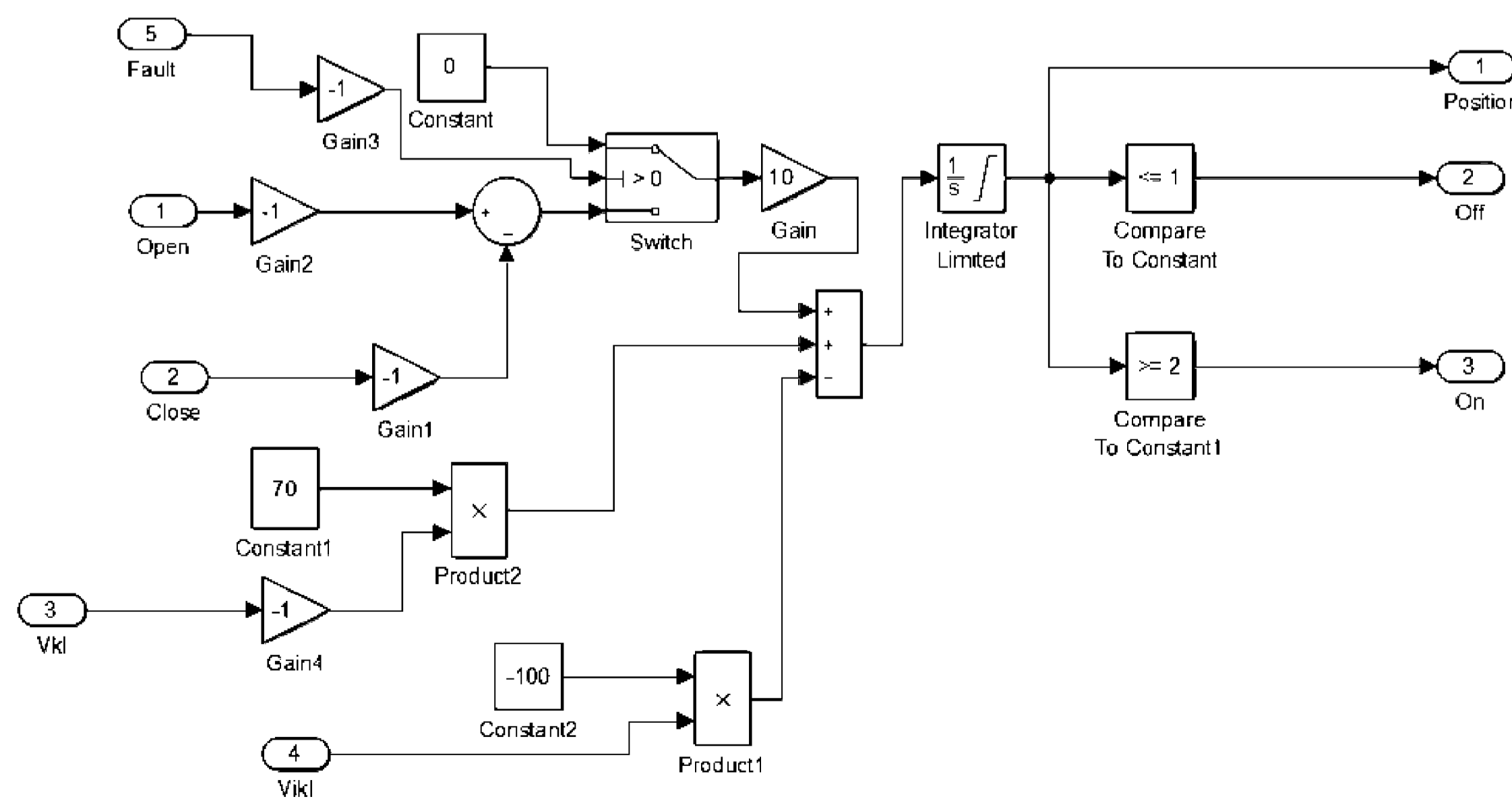
Подсистема «VentilyatorForsunki»



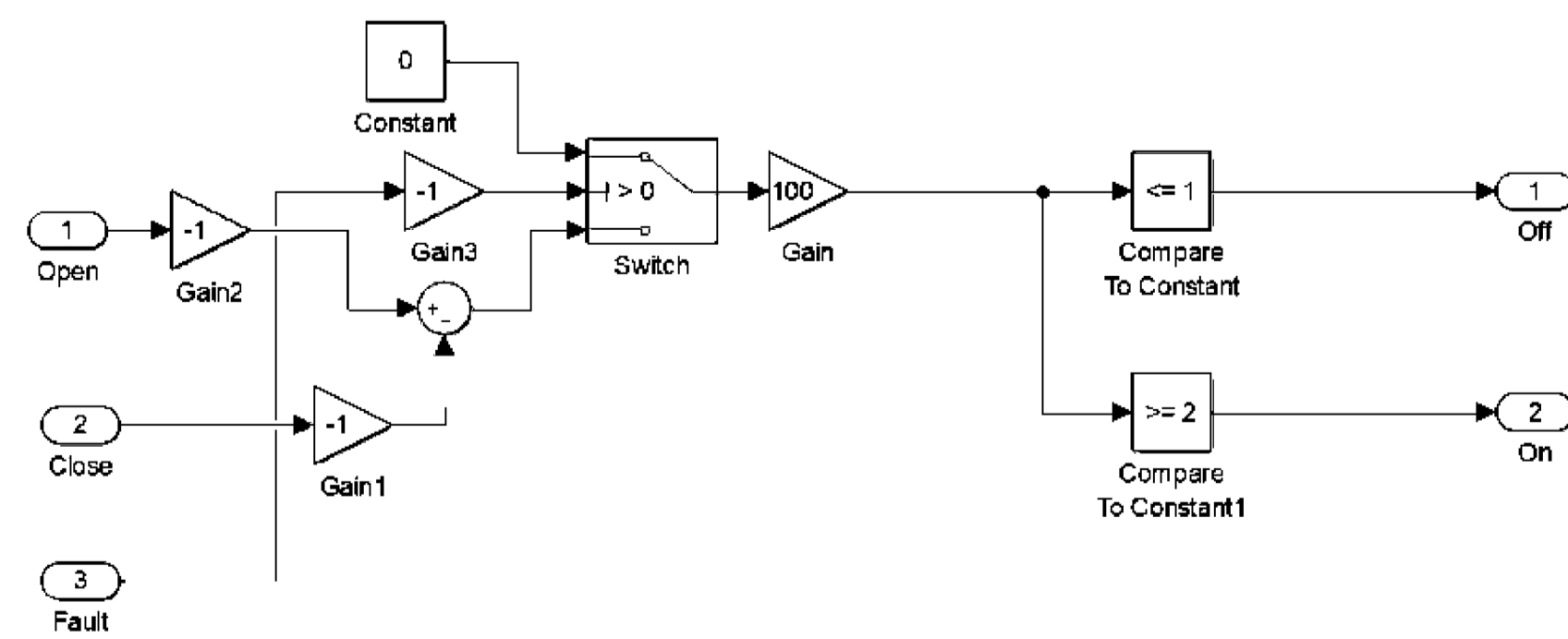
Подсистема «Dymosos»



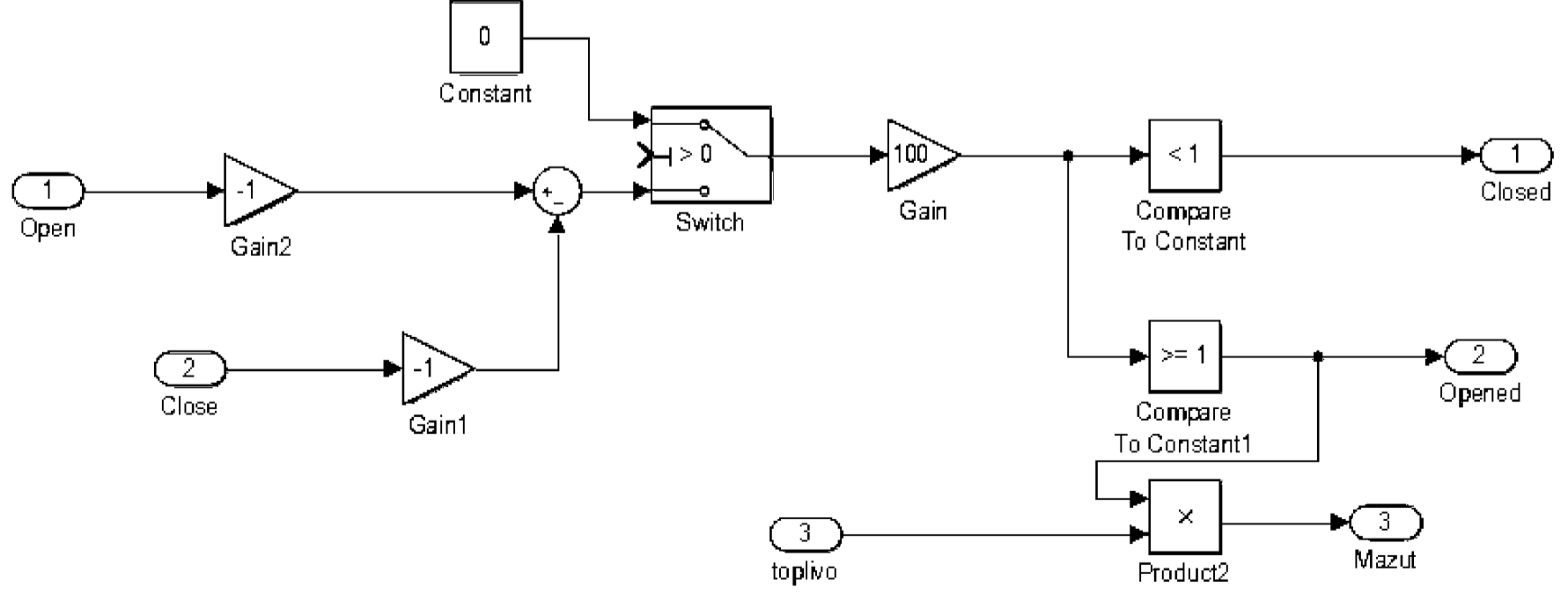
Подсистема «Podacha Vodi»



Подсистема «Fakel»

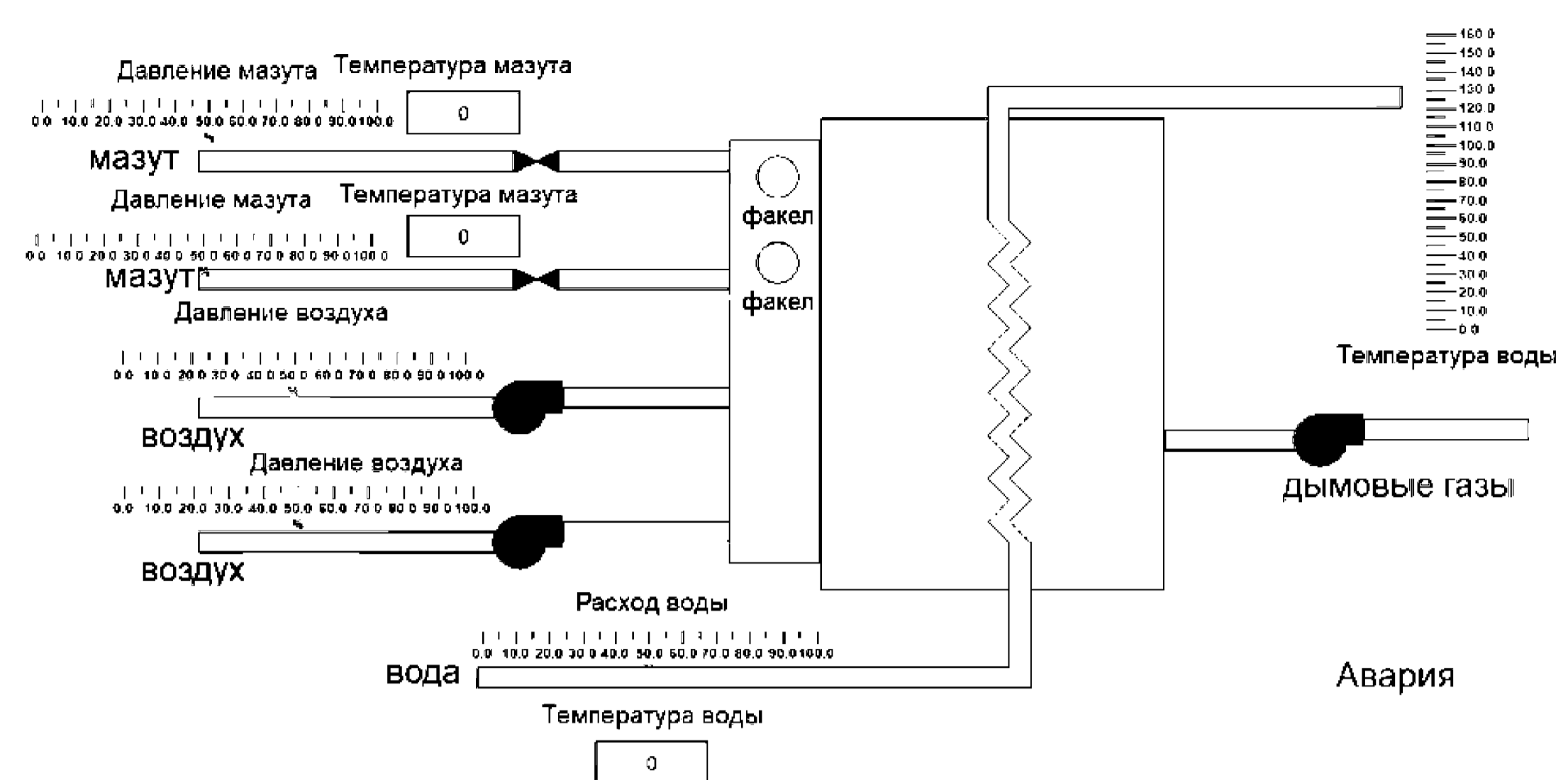


Подсистема «Klapani»

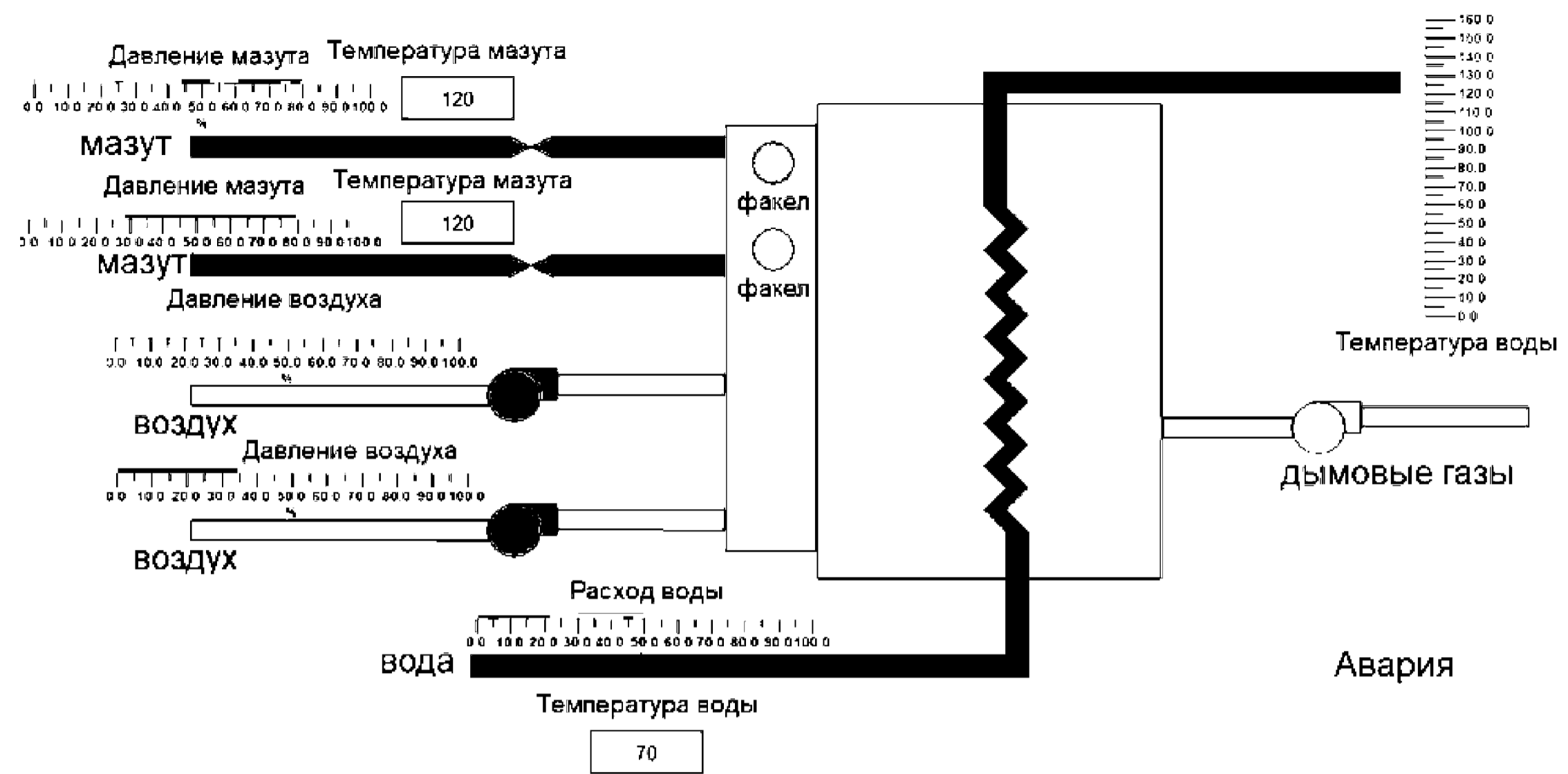


BKP.164006.15.03.04.CX				Литера	Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		
Разраб	Колесникова В.М.					
Провер	Теличенко Д.А.					
Т.Контр	Теличенко Д.А.					
Рецензент						
И.Контр	Скрипко О.В.					
Ит.введ	Скрипко О.В.					
Simulink модель системы				Лист 4	Листов 6	
				Система автоматического управления плавильным водогрейным котлом на БТЗС		

Остановка котла



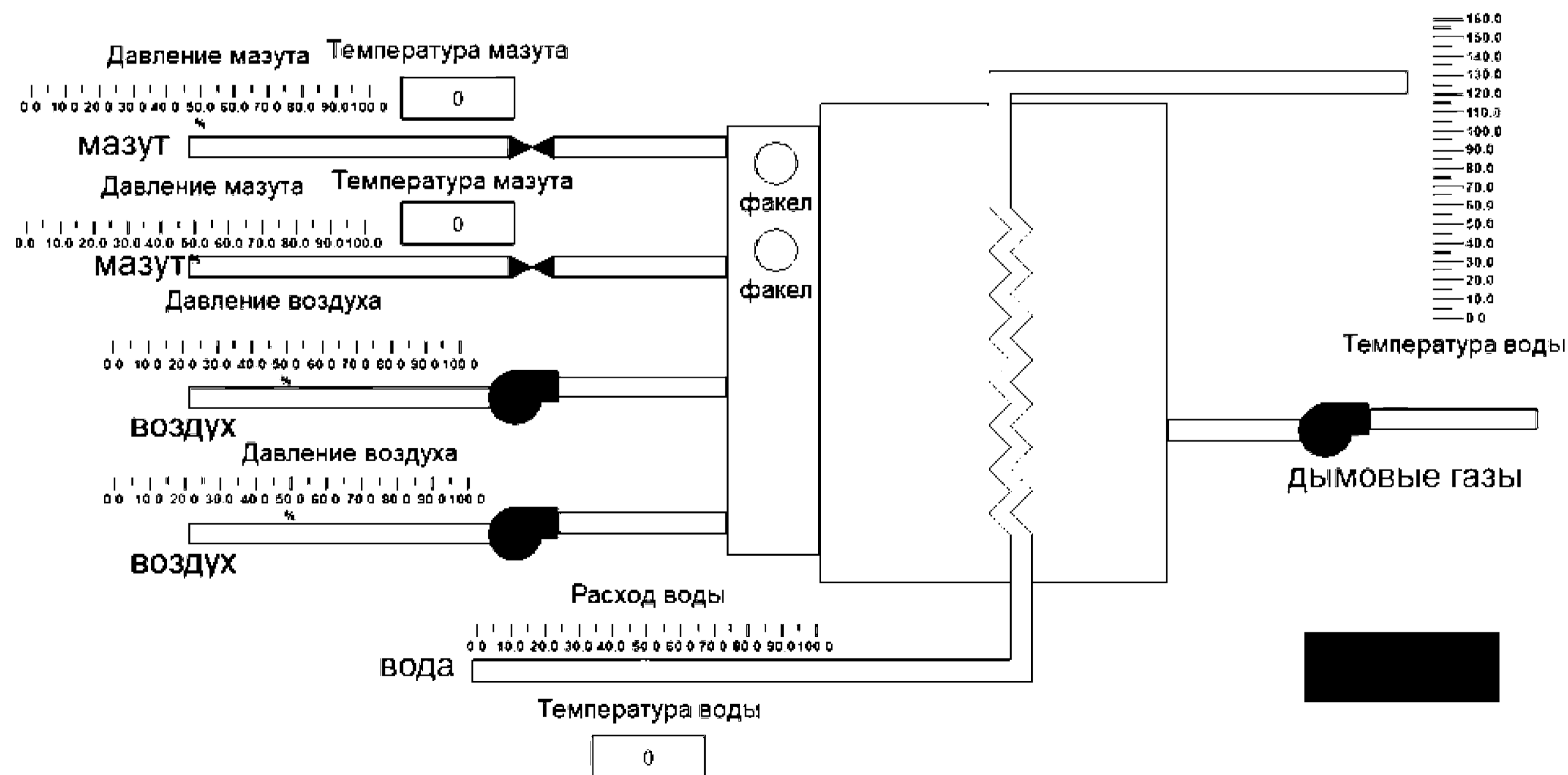
Оповещение сигнализации о высокой температуре воды



Подача топлива <input checked="" type="radio"/> вкл <input type="radio"/> - <input type="radio"/> +	Подача воздуха <input checked="" type="radio"/> вкл <input type="radio"/> - <input type="radio"/> +	Отсечной клапан <input checked="" type="checkbox"/> открыт <input type="checkbox"/> закр <input type="checkbox"/> откр	Факел 1 Факел 2 <input checked="" type="checkbox"/> горит <input checked="" type="checkbox"/> горит <input type="checkbox"/> потушить <input type="checkbox"/> зажечь <input type="checkbox"/> потушить <input type="checkbox"/> зажечь	Аварии Низкий уровень расхода воды Высокая температура воды Низкое давление мазута Погасание факела Остановка дымососа Остановка вентилятора воздуха Остановка вентилятора форсунки Сброс аварий
Подача топлива 2 <input checked="" type="radio"/> вкл <input type="radio"/> - <input type="radio"/> +	Подача воздуха 2 <input checked="" type="radio"/> вкл <input type="radio"/> - <input type="radio"/> +	Отсечной клапан 2 <input checked="" type="checkbox"/> открыт <input type="checkbox"/> закр <input type="checkbox"/> откр	Подача воды <input checked="" type="radio"/> вкл <input type="radio"/> - <input type="radio"/> +	
Дымосос <input checked="" type="checkbox"/> выключен <input type="checkbox"/> вкл	Режим управления <input checked="" type="checkbox"/> ручное <input type="checkbox"/> автоматическое Задание температуры: 0 пуск котла останов котла	Технологическая сигнализация Расход воды понизился Температура воды за котлом высока низкое давление мазута низкое давление воздуха		

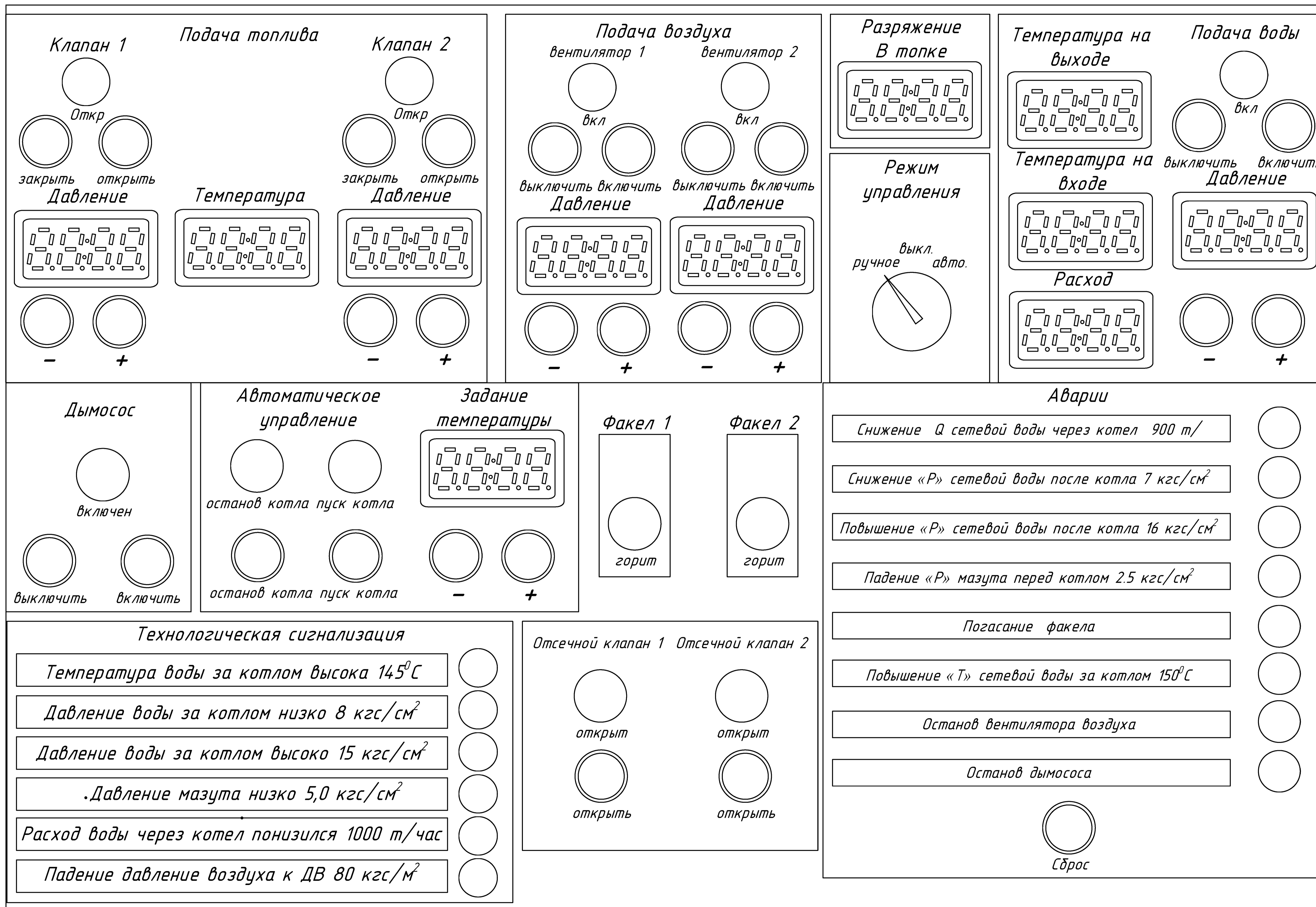
Подача топлива <input type="radio"/> (выкл) <input checked="" type="radio"/> (вкл) <input type="radio"/> - <input type="radio"/> +	Подача воздуха <input type="radio"/> (выкл) <input checked="" type="radio"/> (вкл) <input type="radio"/> - <input type="radio"/> +	Отсечной клапан <input type="checkbox"/> закрыт <input checked="" type="checkbox"/> открыт <input type="checkbox"/> (закр) <input type="checkbox"/> (откр)	Факел 1 Факел 2 <input type="checkbox"/> не горит <input checked="" type="checkbox"/> горит <input type="checkbox"/> не горит <input checked="" type="checkbox"/> горит <input type="checkbox"/> потушить <input type="checkbox"/> зажечь <input type="checkbox"/> потушить <input type="checkbox"/> зажечь	Аварии Низкий уровень расхода воды Высокая температура воды Низкое давление мазута Погасание факела Остановка дымососа Остановка вентилятора воздуха Остановка вентилятора форсунки Сброс аварий
Подача топлива 2 <input type="radio"/> (выкл) <input checked="" type="radio"/> (вкл) <input type="radio"/> - <input type="radio"/> +	Подача воздуха 2 <input type="radio"/> (выкл) <input checked="" type="radio"/> (вкл) <input type="radio"/> - <input type="radio"/> +	Отсечной клапан 2 <input type="checkbox"/> закрыт <input checked="" type="checkbox"/> открыт <input type="checkbox"/> (закр) <input type="checkbox"/> (откр)	Подача воды <input type="radio"/> (выкл) <input checked="" type="radio"/> (вкл) <input type="radio"/> - <input type="radio"/> +	
Дымосос <input type="checkbox"/> выключен <input checked="" type="checkbox"/> включен <input type="radio"/> (выкл) <input type="radio"/> (вкл)	Режим управления <input type="checkbox"/> ручное <input checked="" type="checkbox"/> выкл <input type="checkbox"/> автоматическое Задание температуры: 150 пуск котла останов котла	Технологическая сигнализация Расход воды понизился Температура воды за котлом высока низкое давление мазута низкое давление воздуха		

Авария «остановка дымососа»



Авария «остановка дымососа»

Подача топлива <input checked="" type="radio"/> вкл <input type="radio"/> - <input type="radio"/> +	Подача воздуха <input checked="" type="radio"/> вкл <input type="radio"/> - <input type="radio"/> +	Отсечной клапан <input checked="" type="checkbox"/> открыт <input type="checkbox"/> закр <input type="checkbox"/> откр	Факел 1 Факел 2 <input checked="" type="checkbox"/> горит <input checked="" type="checkbox"/> горит <input type="checkbox"/> потушить <input type="checkbox"/> зажечь <input type="checkbox"/> потушить <input type="checkbox"/> зажечь	Аварии Низкий уровень расхода воды Высокая температура воды Низкое давление мазута Погасание факела <input checked="" type="checkbox"/> Остановка вентилятора воздуха <input checked="" type="checkbox"/> Остановка вентилятора форсунки Сброс аварий
Подача топлива 2 <input checked="" type="radio"/> вкл <input type="radio"/> - <input type="radio"/> +	Подача воздуха 2 <input checked="" type="radio"/> вкл <input type="radio"/> - <input type="radio"/> +	Отсечной клапан 2 <input checked="" type="checkbox"/> открыт <input type="checkbox"/> закр <input type="checkbox"/> откр	Подача воды <input checked="" type="radio"/> вкл <input type="radio"/> - <input type="radio"/> +	
Дымосос <input checked="" type="checkbox"/> включен <input type="checkbox"/> выключен <input type="radio"/> (выкл) <input type="radio"/> (вкл)	Режим управления <input type="checkbox"/> ручное <input checked="" type="checkbox"/> выкл <input type="checkbox"/> автоматическое Задание температуры: 150 пуск котла останов котла	Технологическая сигнализация Расход воды понизился температура воды за котлом высока низкое давление мазута низкое давление воздуха		



				ВКР.164006.15.03.04.СХ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Литера	Масса	Масштаб
Разраб		Колесников В.М.			д		
Провер		Теличенко Д.А.					
Т.Контр		Теличенко Д.А.			Лист 6	Листов 6	
Рецензент					АМГУ		
Н.Контр		Скрипко О.В.			Кафедра АППиЭ		
Ит.верж		Скрипко О.В.			Система автоматического управления печью и водогрейным котлом на БТЭС		