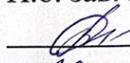


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический
Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники
Направление подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических
процессов и производств
Направленность (профиль) образовательной программы Автоматизация
технологических процессов и производств в энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
И.о. зав. кафедрой
 О.В. Скрипко
« 26 » июня 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Система общекотельной автоматики блочно-модульной водогрейной
котельной

Исполнитель
студент группы 941 об

 26.06.2023
(подпись, дата)

А.А. Сборнов

Руководитель
доцент, канд. техн. наук

 26.06.2023
(подпись, дата)

А.Н. Рыбалев

Консультант по безопасности
и экологичности
доцент, канд. техн. наук

 26.06.2023
(подпись, дата)

А.Б. Булгаков

Нормоконтроль
профессор, д-р техн. наук

 26.06.2023
(подпись, дата)

О.В. Скрипко

Благовещенск 2023

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

Факультет энергетический
Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. зав. кафедрой

О.В. Скрипко

« 26 » 06 2023 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Сборнова Артёма Андреевича

1. Тема выпускной квалификационной работы:

Система объектной автоматизации блочно-модульной
водогрейной котельной

(утверждено приказом от 20.04.2023 № 951-Уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта) 26.06.2023

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: Научные и учебная литература,
статьи и публикации, техническая документация 059.00.12 - АК
Автоматизация

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

1) Описание объекта автоматизации; 2) Обзор технических средств автоматизации; 3) Раз-
работка принципиальной схемы; 4) Программная реализация системы.

5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.): Лист 1: Общие сведения;
Лист 2: Функциональная схема; Лист 3: Описание технических средств; Лист 4: Описание тех-
нических средств; Лист 5: Принципиальная схема; Лист 6: Человеко-машинный интерфейс.

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов) Безопасность и экологичность - Буллаков А.Б., доцент, канд.
техн. наук

7. Дата выдачи задания 10.04.2023

Руководитель выпускной квалификационной работы: Рыбанов Андрей Николаевич,
(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Доцент кафедры АПТиЭ, канд. техн. наук.

Задание принял к исполнению (дата): 10.04.2023

АА
(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 69 страниц, 30 рисунков, 1 таблицу, 1 приложение, 32 источника.

БЛОЧНО-МОДУЛЬНАЯ ВОДОГРЕЙНАЯ КОТЕЛЬНАЯ, АСУ ТП,
УПРАВЛЕНИЕ, ИЗМЕРЕНИЕ, КОНТРОЛЛЕР, АВТОМАТИЗАЦИЯ,
ДИСКРЕТНОЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ, ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА,
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Целью выпускной работы является исследование и создание модели управления системы общекотельной автоматики блочно-модульной водогрейной котельной, изучение основного и измерительного оборудования, разработка дискретных подключений, составление модели управления, написание программного кода и визуализация процесса автоматизации в виде «главного экрана управления».

В выпускной квалификационной работе исследован объект автоматизации, изучен технологический процесс.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1 Сведения об объекте автоматизации	10
1.1 Принцип работы объекта автоматизации	10
1.2 Техническое задание на разработку	11
2 Автоматизированная система управления котельной	13
2.1 Состав АСУ ТП котельной	13
2.2 Задачи АСУ ТП котельной	14
3 Обзор оборудования	16
3.1 Обзор основного оборудования	16
3.2 Обзор измерительных преобразователей и датчиков	27
4 Принципиальная схема	34
4.1 Описание принципиальной электрической схемы	36
4.2 Дискретное подключение	37
5 Программная реализация	44
5.1 Среда разработки	44
5.2 Человеко-машинный интерфейс	45
5.3 Работа программы	47
6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ	51
6.1 Безопасность	52
6.2 Экологичность	57
6.3 Чрезвычайные ситуации	59
Заключение	64
Библиографический список	65
Приложение А	69

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

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

ГОСТ Р 7.0.5-2008 СИБИД. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.

ГОСТ Р 21.1101-2009 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации.

ГОСТ 27.104-85. Автоматизированные системы управления. Общие требования.

ГОСТ 7.1127-93 ЕСТД. Общие правила выполнения текстовых технологических документов.

ГОСТ 7.1128-93 ЕСТД. Общие правила выполнения графических технологических документов.

ГОСТ 7.1201-85 ЕСТД. Система обозначения технологической документации.

ГОСТ 19.101-77 Единая система программной документации. Виды программ и программных документов.

ГОСТ 2.053-2006 Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения.

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

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

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

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

ГОСТ 2.301-68 Единая система конструкторской документации. Форматы

ГОСТ 2.302-68 Единая система конструкторской документации.
Масштабы.

ГОСТ 2.303-68 Единая система конструкторской документации. Линии.

ГОСТ 2.305-2008 Единая система конструкторской документации.
Изображения - виды, разрезы, сечения.

ГОСТ 2.501-88 Единая система конструкторской документации. Правила
учета и хранения.

ГОСТ 2.502-68 Единая система конструкторской документации. Правила
дублирования.

ГОСТ 2.503-90 Единая система конструкторской документации. Правила
внесения изменений.

ГОСТ 2.601-2006 Единая система конструкторской документации.
Эксплуатационные документы.

ГОСТ 2.602-95 Единая система конструкторской документации.
Ремонтные документы.

ГОСТ 2.701-2008 Единая система конструкторской документации. Схемы.
Виды и типы. Общие требования к выполнению.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

ГВС – горячее водоснабжение;

НПС – нефтеперекачивающая станция;

КБМ – котельная блочно-модульная;

АС – автоматическая система;

АСУТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

СА – система автоматизации;

ПО – программное обеспечение;

БМК – блочно-модульная котельная;

CoDeSys – Controllers Development System;

ST – Structured Text;

LD – Ladder Diagram;

FBD – Function Block Diagram;

ПТБ – правила техники безопасности;

НПБ – нормы пожарной безопасности;

АДС – аварийно-диспетчерская служба.

ВВЕДЕНИЕ

В наше время, обеспечение комфортных условий проживания населения в России, являющейся одной из самых северных стран на планете, считается приоритетной задачей. Для обеспечения отопления жилых зданий и производственных сооружений, строительство блочно-модульных котельных установок является неотъемлемой частью процесса. Современные технологии позволяют создавать автономные блочно-модульные водогрейные котельные, которые не требуют постоянного присутствия обслуживающего персонала [1].

Одной из важных задач в проектировании таких котельных является разработка системы общекотельной автоматики. Эта система предоставляет гибкое управление работой котельной без необходимости вмешательства человека. Она осуществляет автоматический контроль и регулирование работы оборудования и технических устройств [2].

Преимущества использования общекотельной автоматики в блочно-модульных водогрейных котельных очевидны. Она позволяет снизить нагрузку на персонал, поскольку основная функция человека сводится к эксплуатации оборудования, а не постоянному присутствию и контролю. Таким образом, автоматизация процессов управления и регулирования позволяет повысить эффективность работы котельной, снизить затраты на обслуживание и обеспечить надежное и стабильное отопление зданий [2].

В результате создания системы общекотельной автоматики блочно-модульной водогрейной котельной, достигается повышение уровня комфорта для проживающих людей, улучшается энергоэффективность и снижаются затраты на обслуживание. Это делает такие котельные уникальными и востребованными в условиях сурового климата России.

Автоматизация – это комплекс мероприятий, направленных на применение технических средств и специализированных систем управления, с целью снижения или полного исключения человеческого участия в процессе производства, передачи, преобразования энергии, материалов и информации [1].

Автоматизация в широком смысле представляет собой процесс интеграции технических средств, экономико-математических методов и систем управления с целью частичного или полного освобождения человека от непосредственного участия в процессе получения, передачи и использования энергии, материалов и информации.

В узком смысле автоматизация относится к применению автоматизированных технических средств для мониторинга, регулирования и контроля производственного процесса. Это включает в себя использование различных устройств, таких как электрические датчики, механические чувствительные компоненты, усилители, электрические реле и другие аппаратные средства [1].

В данном исследовании предлагается разработка системы общекотельной автоматики для блочно-модульной водогрейной котельной. Это современное решение, которое обеспечивает надежное функционирование системы теплоснабжения и горячего водоснабжения (ГВС) зданий, а также обеспечивает производственным предприятиям необходимый технологический пар. Благодаря инновационному подходу, такие котельные изготавливаются серийно в форме готовых блоков, которые транспортируются на место установки с помощью автомобильного или железнодорожного транспорта. Архитектура блочно-модульной котельной представляет собой металлический каркас, покрытый утепленными сэндвич-панелями с высококачественной теплоизоляцией [2].

1 СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ АВТОМАТИЗАЦИИ

Объект автоматизации располагается на нефтеперекачивающей станции (НПС) в городе Белогорск, Амурская область, и относится к трубопроводной системе «Восточная Сибирь – Тихий океан» на участке между НПС «Сковородино» и СМНП «Козьмино».

Эта нефтепроводная система является частью инфраструктуры России и рассчитана для перевозки нефти из Восточной Сибири на Дальний Восток и на рынки Азиатско-Тихоокеанского региона.

1.1 Принцип работы объекта автоматизации

Котельные блочно-модульного исполнения (КБМ) представляют собой компактные системы, которые могут быть использованы как автономный источник теплоснабжения или в качестве резервного источника в случае отключения централизованного теплоснабжения. Они обычно устанавливаются непосредственно рядом с потребителем теплоты для обеспечения эффективности передачи тепла.

Одним из основных преимуществ КБМ является их способность работать на газообразном топливе. Газ, как энергетический ресурс, обычно доступен и относительно чистый в сравнении с другими видами топлива. Это делает КБМ на газообразном топливе экологически более безопасными и удобными в использовании.

КБМ способны обеспечивать воду с температурой до 95 градусов Цельсия и давлением до 0,7 МПа. Это позволяет удовлетворить широкий спектр потребностей в тепле, включая отопление, горячее водоснабжение и процессные нужды различных предприятий и жилых комплексов [3].

К основным характеристикам котельной относятся [4]:

- Тепловая мощность – 3000 кВт;
- Количество котлов – 2 шт. по 1500 кВт каждый;
- Основное топливо – природный газ, аварийное/резервное – дизельное;
- Температурный график сети отопления – 90 (95) / 70 °С;

– Подающий контур ГВС – 60 (65) °С (при наличии).

Котельная представляет собой блочно-модульную (БМ) систему, где каркас здания выполнен из стального проката. Для обеспечения теплоизоляции и прочности ограждающих конструкций стен и крыши используются трехслойные сэндвич-панели. Пол также утеплен и покрыт стальным рифленным листом.

Помещение котельной обеспечено естественным освещением благодаря пластиковым окнам, которые также являются легко сбрасываемыми конструкциями. Для обеспечения безопасности установлены противопожарные двери.

Котельная оснащена системами отопления, вентиляции, водопровода, канализации и необходимой электрической инфраструктурой. Также в ней присутствуют системы пожарной и охранной сигнализации, молниезащиты и заземления.

Удаление дымовых газов производится через отдельные дымоходы для каждого котла. Дымоходы изготовлены из специальной нержавеющей стали, которая обладает устойчивостью к высоким температурам и агрессивным веществам, содержащимся в дымовых газах. Использование базальтового утеплителя в дымоходах предотвращает образование конденсата [4].

1.2 Техническое задание на разработку

Особое внимание при проектировании любых систем уделяется техническим заданиям. Техническая задача для этой работы разработана по требованиям ГОСТ 64.60289 – Техническое задание по созданию автоматизированной системы.

Основная роль создания АС – это разработка и согласование технической задачи, поскольку она должна определить требования к разработке, развитию и обновлению системы. По этому документу должны быть проведены работы по проверке и подготовке к эксплуатации. Разработать техническое задание можно как для системы, так и для ее частей.

Стандарт разработки этого документа – ГОСТ 34. 602-89 – регламентация содержания разделов, стиля изложения в ТК.

Таким образом, согласно ГОСТ, в техническую задачу должны быть включены следующие части:

1. Общие данные;
2. Задачи и цели создания системы;
3. Характеристика объектов автоматизации;
4. Системные требования;
5. Состав, содержание работы по созданию системы;
6. Порядок управления и приема систем;
7. Требования к форме и составу работ по подготовке объектов автоматизации для ввода системы в эксплуатацию;
8. Требования к оформлению документов;
9. Источники разработки.

На этапе «Разработка и утверждение технического задания на создание АС» проводят разработку, оформление, согласование и утверждение технического задания на АС и, при необходимости, технических заданий на части АС.

2 АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ

2.1 Состав АСУ ТП котельной

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) котельной включает в себя различные компоненты и устройства для эффективного контроля и управления системой отопления, а также комплекс программно-аппаратных средств, предназначенных для автоматического контроля и управления процессом работы котельной. Основные компоненты АСУ ТП котельной включают в себя:

1. Исполнительные механизмы: это устройства, которые преобразуют сигналы от контроллера в физические действия. Например, клапаны для регулирования подачи топлива или воздуха, насосы для циркуляции теплоносителя и другие устройства, которые управляют процессами в котельной.

2. Дискретные датчики: это устройства, которые определяют два состояния - включено или выключено. Например, датчики давления, датчики температуры, датчики уровня, которые предоставляют информацию о текущем состоянии системы.

3. Аналоговые датчики: это устройства, которые измеряют непрерывные значения физических величин, таких как температура, давление, расход и т. д. Они предоставляют точные измерения для контроля и регулирования системы.

4. Контрольно-измерительные преобразователи: это устройства, которые преобразуют сигналы от датчиков (аналоговых или дискретных) в цифровой формат для обработки контроллером.

5. Микропроцессорный контроллер: это центральное устройство АСУ ТП, которое обрабатывает информацию от датчиков и принимает решения на основе заданных параметров. Он имеет модули ввода/вывода, которые обеспечивают подключение к исполнительным механизмам и датчикам.

Все эти компоненты работают вместе для обеспечения надежного и эффективного функционирования котельной. АСУ ТП позволяет автоматизировать процессы контроля, регулирования и безопасности, повышая эффективность работы системы и обеспечивая оптимальные условия отопления [5].

2.2 Задачи АСУ ТП котельной

Задачи АСУ ТП общекотельной автоматики заключаются в следующих контурах управления и автоматического регулирования:

1. Каскадное управление водогрейными котлами №1, №2 в зависимости от температуры прямой сетевой воды в подающем трубопроводе: система регулирует работу котлов таким образом, чтобы поддерживать оптимальную температуру прямой сетевой воды в подающем трубопроводе. При изменении температуры воды система автоматически регулирует нагрузку на котлы для достижения требуемого значения;

2. Регулирование температуры прямой сетевой воды в подающем трубопроводе теплосети: система поддерживает заданную температуру воды в подающем трубопроводе теплосети путем регулирования работы котлов и подачи топлива;

3. Регулирование температуры горячего водоснабжения (ГВС): система контролирует и поддерживает требуемую температуру воды в системе горячего водоснабжения, используя двухходовые клапаны или другие регулирующие устройства;

4. Управление клапаном подпитки сетевого контура, в зависимости от давления обратной сетевой воды в обратном трубопроводе теплосети: система автоматически управляет клапаном подпитки, основываясь на измеренном давлении обратной сетевой воды, чтобы обеспечить стабильное давление в сетевом контуре;

5. Регулирование подпитки ГВС посредством управления двухходовым клапаном в зависимости от давления воды в подающем трубопроводе ГВС: система контролирует давление воды и регулирует подпитку

системы горячего водоснабжения с помощью двухходового клапана для поддержания требуемого давления в системе;

б. Управление частотными приводами повысительных насосов контура ГВС в зависимости от давления воды в подающем трубопроводе ГВС: система автоматически регулирует скорость работы повысительных насосов контура горячего водоснабжения, исходя из измеренного давления в подающем трубопроводе, для обеспечения стабильного давления в системе.

Система общекотельной автоматики обеспечивает контроль следующих технологических параметров:

1. Температура сетевой воды в подающем трубопроводе теплосети;
2. Давление сетевой воды в обратном трубопроводе теплосети;
3. Температура сетевой воды в обратном трубопроводе теплосети;
4. Давление сетевой воды в обратном трубопроводе теплосети перед котлами;
5. Температура сетевой воды в обратном трубопроводе теплосети перед котлами;
6. Давление воды в подающем трубопроводе ГВС;
7. Температуры воды в подающем трубопроводе ГВС;
8. Давление воды в циркуляционном трубопроводе ГВС;
9. Температура воды в циркуляционном трубопроводе ГВС.

Эти задачи АСУ ТП котельной способствуют повышению эффективности работы, снижению энергопотребления и обеспечению безопасности процессов в котельной. Также способствуют сокращению вредных выбросов в окружающую среду, так как обеспечивают более точное и экономичное управление процессом сгорания топлива [6].

3 ОБЗОР ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Обзор основного оборудования

3.1.1 Циркуляционный насос теплосети

Циркуляционный насос с сухим ротором Wilo CronoLine IL 65/170-11/2 – это актуальное и надежное устройство, предназначенное для использования в различных промышленных системах. Он массово используется в системах отопления, горячего водоснабжения, циркуляции, а также в промышленных установках и технологических процессах. Одной из особенностей этого насоса является фланцевое соединение, которое обеспечивает надежную установку и соединение с другими элементами системы. Класс защиты IP 55 гарантирует, что двигатель насоса защищен от внешних воздействий и обеспечивает безопасную работу. Wilo CronoLine IL 65/170-11/2 способен перекачивать воду в системах отопления с большим диапазоном температур от -20°C до $+140^{\circ}\text{C}$. Он также может использоваться для перекачки охлаждающей или холодной воды. Высокая уникальность насоса Wilo CronoLine IL 65/170-11/2 заключается в его эффективности и надежности. Он предлагает эффективное регулирование потока жидкости, что помогает снизить энергопотребление и обеспечивает оптимальную работу системы [7].

Насос Wilo CronoLine IL 65/170-11/2 представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Насос циркуляционный Wilo IL 65/170–11/2

Технические характеристики [7]:

Перекачиваемая жидкость: вода 100%;

Макс. расход: 92 м³/ч;

Макс. напор: 40 м;

Вес: 150 кг;

Макс. рабочее давление: 1,6 МПа;

Номинальная мощность электродвигателя: 11 кВт;

Номинальная частота вращения: 2900 1/мин;

Номинальный ток (прим.) IN 3~400 В, А: 22;

Подключение к сети: 3~380 В, 50/60 Гц.

3.1.2 Циркуляционный насос ГВС

Циркуляционный насос Wilo CronoLine IL 40/140-2, 2/2 действительно является современным и надежным промышленным насосом, который применяется в различных системах отопления, горячего водоснабжения, циркуляции, промышленных установках и технологических процессах. Насос WILO IL 40/140-2, 2/2 обладает сухим ротором, фланцевым соединением и классом защиты IP 55. Двигатель насоса отделен от рабочей зоны, где находится перекачиваемая жидкость, и эффективно защищен торцевым уплотнением. Этот насос предназначен для перекачивания воды в системах отопления с широким диапазоном рабочих температур от -20°C до +140°C. Он также может использоваться для перекачивания охлаждающей или холодной воды, а также водогликольных смесей с долей гликоля от 20% до 40% по объему и температурой перекачиваемой среды, не превышающей 40°C. В целом, насос WILO IL 40/140-2, 2/2 является мощным и надежным устройством, которое широко применяется в промышленности для различных задач циркуляции и перекачки жидкостей в системах отопления и водоснабжения [8].

Насос Wilo CronoLine IL 40/140-2,2/2 показан на рисунке 2.



Рисунок 2 – Циркуляционный насос Wilo CronoLine IL 40/140-2,2/2

Технические характеристики [8]:

Напор: до 20 м;

Подача: до 41 м³/час;

Вес: 55 кг;

Номинальная мощность двигателя: 2,2 кВт;

Двигатель: двухполюсной, 2900 об/мин;

Диаметр входного и выходного патрубка: DN 40;

Рассчитано на давление: PN 16;

Непрерывный режим работы: класс S1.

3.1.3 Центробежный насос исходной воды

Многоступенчатый нормально всасывающий горизонтальный высоконапорный центробежный насос WILO MHL 1603 блочного типа с горизонтальным всасывающим и вертикальным напорным патрубком.

Данный насос имеет компактную конструкцию и оснащен сквозным насосным валом электродвигателя и не зависящим от направления вращения скользящим торцовым уплотнением.

Насос подходит для водоснабжения и повышения давления, промышленных циркуляционных систем, технологической воды, контуров циркуляции охлаждающей воды. Его также можно использовать в моечных установках, в системах орошения [9].

На рисунке 3 продемонстрирован насос WILO MHL 1603.



Рисунок 3 - Центробежный насос WILO MHL 1603

Технические характеристики [9]:

Производительность: 25 м³/ч;

Напор: 35 м;

Потребляемая мощность: 2,2 кВт;

Напряжение питания: 380 В;

Частота вращения двигателя: 2900 об/мин;

Инверторный: да;

Минимальная температура теплоносителя: -15 °С;

Максимальная температура теплоносителя: +110 °С.

3.1.4 Центробежный насос циркуляции ГВС

Многоступенчатый насос Wilo MHL 1604 исполнен в нормально-всасывающем горизонтальном высоконапорном центробежном исполнении. Насос сконструирован компактно и оснащен сквозным насосным валом электродвигателя, не зависящим от направления вращения скользящим торцовым уплотнением. Подходит для водоснабжения, повышения давления, промышленных циркуляционных систем технологической и охлаждающей воды., для моечных установок, в системах орошения [10].

На рисунке 4 изображен насос Wilo MHI 1604.



Рисунок 4 – Многоступенчатый насос Wilo MHI 1604

Технические характеристики [10]:

Перекачиваемая жидкость: вода 100%;

Макс. напор: 47 м;

Вес: 22,1 кг;

Макс. и мин. температура перекачиваемой жидкости: -15...+110;

Макс. рабочее давление: 1 МПа;

Номинальная мощность электродвигателя: 2,2 кВт;

Номинальная частота вращения: 2900 1/мин;

Подключение к сети: 3~380 В, 50 Гц;

Класс защиты электродвигателя: IP54.

3.1.3 Клапан трёхходовой регулирующий

Трёхходовой клапан регулирующий 3F100 ESBE фланцевый Предназначен для регулирования (смешения или разделения) потока теплоносителя в системах отопления или холодоснабжения. Пропорции смешивания могут регулироваться ручкой для ручного управления, или осуществляться через системы автоматического управления с помощью электроприводов. Регулировочная шкала нанесена с двух сторон пластины и может быть перевернута, обеспечивая при этом возможность монтировать клапан в желаемом положении [11].

Клапан трехходовой 3F100 ESBE представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Клапан трехходовой 3F100 ESBE

Технические характеристики [11]:

Диаметр номинальный DN: 100;

Номинальное давление: 600 КПа (PN 6);

Пропускная способность: 225 м³/ч;

Среда: холодная и теплая вода;

Температура среды: -10°C +110 °C;

Соединение с трубой: фланцевое;

Поворот штока: 90°;

Вес: 21 кг.

3.1.4 Клапан электромагнитный

Электромагнитный клапан T-GP 105 DN25 S10105170N предназначены для управления нейтральными жидкостями (вода, светлые нефтепродукты и др.) и газами (воздух, нейтральный газ и др.) в широком диапазоне применений. Клапаны должны использоваться на фильтрованных средах. Катушки переменного и постоянного тока взаимозаменяемы [12].

На рисунке 6 представлен электромагнитный клапан.



Рисунок 6 – Электромагнитный клапан T-GP 105 DN25 S10105170N

Технические характеристики [12]:

Диаметр номинальный: 25 мм;

Максимальное рабочее давление: 1,2-1,6 МПа;

Материал корпуса: латунь;

Материал уплотнений: нитрильный каучук;

Напряжение номинальное: 220В /50 Гц;

Степень защиты: IP65;

Температура окр. среды: -10...+140°C.

3.1.5 Клапан двухходовой регулирующий

Клапан двухходовой регулирующий «Гранрег» KM124P под электропривод для жидкостей и газов температурой до +160 °С. «Гранрег» KM124P является одно седельчатым двухходовым несбалансированным регулирующим клапаном, управляемым линейным электроприводом. Клапан предназначен для регулирования потока жидкостей или газов температурой до +160 °С. Область применения: котельные, водоснабжение, кондиционирование и вентиляция, пароконденсатные системы, ЖКХ, малая энергетика [13].

Клапан двухходовой регулирующий «Гранрег» KM124P представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Клапан двухходовой регулирующий «Гранрег» КМ124Р

Технические характеристики [13]:

Диаметр номинальный: 40 мм;

Условное давление: 1,6 МПа;

Рабочая температура: -20...+160 °С;

Материал корпуса: латунь;

Материал седлового уплотнения: металл по металлу;

Масса: 10,5 кг.

3.1.6 Фильтр

Фильтр сетчатый магнитный ЛМЗ ФСМ ДУ100 фланцевый предназначен для защиты от попадания инородных механических частиц в элементы трубопроводных систем общепромышленного применения, транспортирующих воздух, жидкие и парообразные неагрессивные среды [14].

Фильтр ЛМЗ ФСМ ДУ100 представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Фильтр ЛМЗ ФСМ ДУ100

Технические характеристики [14]:

Диаметр номинальный DN: 100 мм;

Давление номинальное PN: 1,6 МПа;

Материал корпуса: чугун;

Материал фильтрующего элемента: нержавеющая сталь;

Рабочая среда: воздух, пар, вода техническая;

Размер ячейки фильтрующего элемента: 1,6 мм;

Тип присоединения: фланцевый;

Вес: 24 кг.

3.1.7 Расширительный бак

Reflex N 1000/6 мембранный расширительный бак для закрытых систем отопления и охлаждения. Применяется как в жилых строениях, так и в помещениях коммерческого или промышленного назначения. Бак изготавливается из высококачественной листовой стали, покрыт защитным слоем, устойчивым к коррозии, воздействию агрессивных сред и перепадам температуры. Имеет металлический корпус, разделенный резиновой мембраной на две камеры: водяную и воздушную. В воздушной камере находится предварительно закаченный под определенным давлением воздух. При нагреве системы расширяющаяся вода попадает в водяную камеру, а по мере охлаждения выдавливается обратно в систему. Поступление и выход из расширительного мембранного бака воды осуществляется через резьбовой присоединительный патрубок [15].

Мембранный расширительный бак представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Мембранный расширительный бак Reflex N 1000/6

Технические характеристики [15]:

Тип: N 1000;

Номинальный объем: 1000 л;

Макс. полезный объем: 450 л;

Макс. допуст. температура системы: 120 °С;

Макс. допуст. рабочая температура: 70 °С;

Макс. допуст. рабочее давление: 0,6 МПа;

Диаметр: 740 мм;

Вес: 118 кг.

3.1.8 Установка умягчения воды

Умягчение воды на установках серии «TS» осуществляется методом натрий - катионирования при фильтровании исходной воды через слой ионообменной смолы. Для восстановления рабочего состояния ионообменной смолы производится регенерация раствором поваренной соли в автоматическом режиме с заданной периодичностью. Установка состоит из двух баллонов, что позволяет распределить потоки воды во время регенерации, обеспечивая непрерывную подачу очищенной воды [16].

На рисунке 10 представлена установка умягчения воды TS 90-14.



Рисунок 10 – установка умягчения воды непрерывного действия TS 90-14

Технические характеристики [16]:

Производительность: 4,0-4,2 м³/ч;

Клапан: Fleck 9000;

Типоразмер корпуса: 1465 мм;

Объем загрузки в двух баллонах: 200 л;

Масса гравия: 26 кг;

Размеры установки, мм:

-высота/диаметр фильтра 1820/410;

-высота/диаметр реагентного бака 1050/530;

Масса: 260 кг;

Расход воды на одну регенерацию: 0,60 м³;

Потребляемая мощность: не более 100 Вт.

3.1.9 Водяной теплообменник ГВС

Пластинчатый теплообменник Ридан НН 7А Ду 50 широко применяется в системах отопления. Данная установка предназначена для теплообмена между жидкостями и газами. Отличается высокой износостойкостью деталей и рабочих элементов, качественной сборкой и надежностью в работе [17].

На рисунке 11 показан Водяной теплообменник.



Рисунок 11 – Водяной теплообменник Ридан НН 7А

Технические характеристики [17]:

Рабочая температура от $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Максимальное рабочее давление: до 25 бар;

Используемые материал прокладок: Nitrile, EPDM, Silicone, Viton;

Материал пластин: SMO 254, AISI 304, AISI 316, Titanium, а также Hastelloy C-276;

Допустимое количество пластин: 5 - 111 шт.

3.2 Обзор измерительных преобразователей и датчиков

3.2.1 Преобразователь температуры

Преобразователь температуры ОВЕН НПТ-1 – это специальное устройство, разработанное для преобразования измеренного значения температуры, полученного с помощью термопары или термосопротивления, в унифицированный сигнал постоянного тока в диапазоне $0(4) - 20\text{ мА}$. Такой тип сигнала широко используется во вторичных устройствах систем автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности [18].

Преобразователь температуры ОВЕН НПТ-1 представлен на рисунке 12.



Рисунок 12 – Преобразователь температуры ОВЕН НПТ-1

Технические характеристики [18]:

Номинальное значение напряжения питания (постоянного тока): 24 В;

Диапазон допустимых напряжений питания (постоянного тока): 12-36 В;

Функция преобразования входных сигналов: монотонно возрастающая или убывающая;

Сопротивление каждого соединительного провода, соединяющего преобразователь с датчиками, не более: 100 Ом;

Номинальное значение сопротивления нагрузки (при напряжении питания 24 В): 250 Ом \pm 5 %;

Максимальное допустимое сопротивление нагрузки (при напряжении питания 36 В): 1200 Ом;

Время непрерывной работы: круглосуточно;

Интерфейс связи с ПК: USB2.0 Full Speed;

Габаритные размеры: 98 × 82 × 22 мм;

Масса, не более: 500 г;

Средний срок службы, не менее: 12 лет.

3.2.2 Термометр биметаллический

Термометр биметаллический БТ-52.211 предназначен для измерения температуры жидкостей, пара и газов в отопительных и санитарных установках,

в системах кондиционирования и вентиляции. Принцип действия термометров БТ основан на зависимости деформации чувствительного элемента от измеряемой температуры [20].

На рисунке 13 изображён термометр биметаллический БТ-52.211.



Рисунок 13 – термометр биметаллический БТ-52.211

Технические характеристики [20]:

Группа: датчики

Измеряемая величина: температура

Диаметр корпуса: 63 мм;

Класс точности: 2,5;

Диапазон показаний температур: 0...+160 °С;

Рабочая температура: окружающая среда: -10...+60 °С;

Корпус: IP43;

Присоединение: радиальное;

Резьба присоединения: М20×1,5.

3.2.3 Манометр электроконтактный

Манометр электроконтактный ТМ-510Р.06 предназначен для управления внешними электрическими цепями в схемах сигнализации, автоматики и блокировки технологических процессов. Электроконтактный манометр или ЭКМ работает следующим образом: электроконтактная группа и стрелка прибора механически связаны и при переходе стрелки за значение уставки

(пороговое значение) происходит замыкание или размыкание электрической цепи [20].

На рисунке 14 представлен манометр электроконтактный ТМ-510Р.

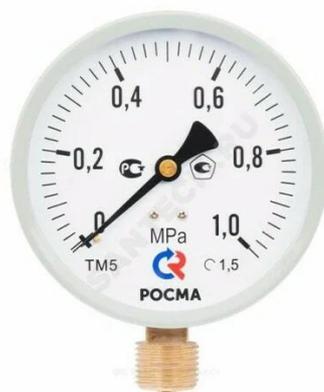


Рисунок 14 – Манометр электроконтактный ТМ-510Р.06

Технические характеристики [20]:

Группа: датчики;

Измеряемая величина: давление;

Диаметр корпуса: 63 мм;

Диапазон показаний давлений: от 0 до 1,0 МПа;

Материал корпуса: IP40, сталь 10, цвет серый;

Класс точности: 1,5;

Электрическая схема: двухконтактная.

3.2.4 Термопреобразователь сопротивления

Термопреобразователь сопротивления ОВЕН ДТС095 100М В3 100 является высокоточным датчиком температуры, специально разработанным для непрерывного измерения температуры в различных рабочих средах. Он предназначен для работы с приборами, обладающими входом для подключения термосопротивлений. Принцип работы термосопротивления основан на способности проводника изменять свое электрическое сопротивление при изменении температуры окружающей среды [21].

Термопреобразователь сопротивления ОВЕН ДТС095 представлен на рисунке 15.

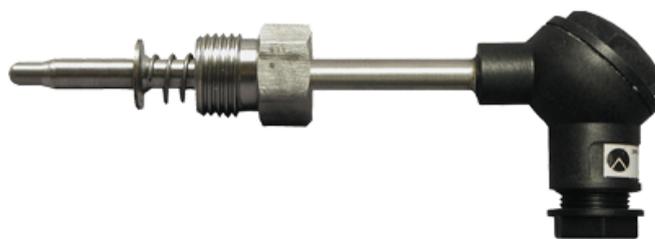


Рисунок 15 – Термопреобразователь сопротивления ОВЕН ДТС095

Технические характеристики [21]:

Группа: датчики;

Измеряемая величина: температура;

Диапазон измерений температуры: от -50 °С до +180 °С;

Класс защиты: IP54;

Материал корпуса: нерж. сталь;

Выходной сигнал: электрическое сопротивление;

Напряжение питания: 50 В АС / 120 В DC;

Резьба штуцера: M20x1.5;

Условное давление: 10 МПа;

Диаметр датчика: 10 мм;

Схема внутренних соединений проводников: трёхпроводная.

3.2.5 Датчик избыточного давления

Датчик избыточного давления ОВЕН ПД100-ДИ 0,6-111-0,5 представляет собой преобразователь давления с измерительной мембраной из нержавеющей стали. Данная модель характеризуется повышенной точностью измерений, устойчивостью к гидроударам и относительно низким выходным [22].

На рисунке 16 представлен датчик избыточного давления ОВЕН ПД100-ДИ 0,6.



Рисунок 16 – Датчик избыточного давления ОВЕН ПД100-ДИ 0,6

Технические характеристики [22]:

Группа: датчики;

Тип измеряемого давления: избыточное;

Верхний предел измерений: 0,6 МПа;

Класс точности: 0,5;

Напряжение питания: 12...36 В;

Потребляемая мощность: не более 0,8 Вт;

Штуцер: М20х1,5;

Температура измеряемой среды: -40...+100 °С;

Степень защиты корпуса: IP65;

Габаритный размер (по высоте): не более 115 мм;

Средний срок службы: 12 лет;

Межповерочный интервал: 2 года.

3.2.6 Преобразователь избыточного давления

Преобразователи избыточного давления ОВЕН ПД 100-ДИ 0,6 показан на рисунке 17.



Рисунок 17 – Преобразователи избыточного давления ОВЕН ПД 100-ДИ

Технические характеристики [22]:

Верхний предел измерения: 1,6 МПа;

Класс точности: 1,5;

Выходной сигнал: 4...20 мА постоянного тока;

Диапазон рабочих температур контролируемой среды, °С: –40...+100;

Диапазон рабочих температур окружающего воздуха, °С: –40...+80;

Пределы допустимой основной погрешности измерения, % не более: $\pm 0,5$;

Напряжение питания постоянного тока, В: 12...36;

Степень защиты корпуса: IP65;

Средний срок службы, лет не менее: 12.

4 ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

Принципиальная схема автоматизации представляет собой графическое представление системы автоматизации (СА), отражающее взаимосвязь и взаимодействие компонентов, приборов, устройств и программного обеспечения (ПО), используемых в автоматизированной системе.

Такая схема обычно включает следующие основные элементы:

- Блоки и блок-схемы: представляют отдельные функциональные блоки системы автоматизации, такие как датчики, исполнительные устройства, контроллеры, коммуникационные модули и другие компоненты. Блоки могут быть представлены в виде геометрических фигур с указанием их функционального назначения;

- Линии связи: показывают электрические или сигнальные соединения между блоками. Линии могут быть представлены в виде прямых линий, стрелок или других символов, указывающих направление потока сигналов или данных;

- Параметры и сигналы: могут быть указаны на схеме для обозначения значений параметров, сигналов или данных, передаваемых между блоками системы автоматизации. Это может включать числовые значения, текстовые метки или другие обозначения;

- Управляющие и сигнальные элементы: включают кнопки, выключатели, индикаторы, реле и другие элементы, которые используются для управления и мониторинга системы автоматизации;

- Программное обеспечение: может быть представлено в виде блок-схем или других символов, отражающих программные модули, алгоритмы или логику работы системы автоматизации.

Принципиальная схема автоматизации предоставляет общий обзор и понимание взаимосвязи компонентов системы. Она используется при проектировании, разработке, настройке и обслуживании систем автоматизации, а также для документирования и обучения персонала.

Принципиальная схема автоматизации важный инструмент для инженеров

и технических специалистов, работающих с системами автоматизации.

Аспекты, которые могут быть учтены при создании принципиальной схемы автоматизации:

– Структура и иерархия: Принципиальная схема может отображать структуру системы автоматизации и ее иерархию. Она может показывать, как компоненты и блоки объединены в подсистемы, модули и функциональные уровни, образуя целостную систему;

– Входы и выходы: Схема может отображать входные и выходные сигналы, которые связываются с системой автоматизации. Это позволяет легко определить и проследить поток данных, контрольных сигналов и коммуникаций между системой автоматизации и внешними устройствами или системами;

– Режимы работы: Схема может включать представление различных режимов работы системы автоматизации, таких как автоматический режим, ручной режим или режимы перехода. Это помогает понять последовательность операций и условия переключения между различными режимами работы;

– Индикация и мониторинг: Схема может содержать элементы индикации и мониторинга, которые позволяют операторам или техническому персоналу отслеживать состояние системы автоматизации, например, отображение сигналов, параметров или ошибок;

– Блоки управления: Схема может включать блоки управления, которые обеспечивают возможность ввода команд, установки параметров или изменения режимов работы системы автоматизации. Это может быть представлено в виде кнопок, регуляторов или других элементов управления;

– Сетевое взаимодействие: если система автоматизации взаимодействует с другими устройствами или системами через сеть, схема может отображать соответствующие коммуникационные интерфейсы, протоколы или сетевые устройства;

– Маркировка и подписи: Принципиальная схема должна содержать маркировку и подписи, которые облегчают понимание функциональности и соединений в системе автоматизации. Это помогает операторам, инженерам и

техническому персоналу четко идентифицировать и понимать каждый компонент или блок.

Принципиальная схема автоматизации является неотъемлемой частью процесса проектирования и разработки систем автоматизации. Она помогает обеспечить правильное функционирование, настройку, отладку и обслуживание системы, а также обмен информацией между различными участниками проекта [24].

4.1 Описание принципиальной электрической схемы

Ключевым элементом при самостоятельной сборке электронного устройства или любой другой работе с электронными схемами является умение читать и понимать принципиальные схемы. Принципиальная схема представляет собой графическое изображение, которое описывает структуру и взаимодействие электронных компонентов в устройстве.

Основными элементами принципиальной схемы являются символы и обозначения для электронных компонентов, таких как резисторы, конденсаторы, транзисторы и интегральные схемы. Эти компоненты соединяются линиями, представляющими токоведущие проводники или провода, по которым происходит передача сигналов и электрического тока между компонентами.

Разработка принципиальной схемы является первым и важным шагом при создании электронного устройства. Она определяет структуру и функциональность устройства.

Основные элементы, которые могут быть присутствовать на принципиальной электрической схеме:

- Компоненты: представляют собой электрические и электронные элементы, такие как резисторы, конденсаторы, индуктивности, транзисторы, интегральные схемы, датчики, источники питания и другие. Каждый компонент может быть представлен в схеме символом, отражающим его функцию;
- Соединения: Линии или провода, обозначающие электрические соединения между компонентами. Соединения могут быть показаны в виде

прямых линий, стрелок или других символов, указывающих направление потока электрического тока или сигнала;

– Источники питания: показывают источники электроэнергии, такие как батареи, аккумуляторы или источники переменного или постоянного тока. Они могут быть обозначены специальными символами или символами источников питания;

– Переключатели и ключи: представляют собой элементы, которые управляют потоком электрического тока или сигнала в системе. Они могут быть представлены в виде переключателей, выключателей или других символов, обозначающих их функцию;

– Заземление: обозначает заземление или нулевой потенциал в схеме. Обычно обозначается символом земли или горизонтальной линией;

– Параметры и метки: могут быть указаны на схеме для обозначения значений сопротивлений, емкостей, индуктивностей, частот или других параметров компонентов. Также могут быть присутствующими текстовые метки для обозначения различных участков схемы или ее функциональности [25].

4.2 Дискретное подключение

4.2.1 Контроллер CPU 1214C

Центральный процессор представленной серии отличается компактностью, а также тремя вариантами модификаций, различающихся величиной напряжения питания, входным и выходным напряжением. Предусмотрено наличие встроенного блока питания при входном напряжении - 85...264 В или = 24 В, а также устройство питания датчиков и других исполнительных элементов при выходном напряжении = 24 В и токе нагрузки до 400 мА. Для удобства использования оборудования есть 14 встроенных дискретных входов = 24 В с любой величиной полярности напряжения для всей группы. Предельную простоту использования центрального процессора обеспечивает исчерпывающий набор функций и команд. Для программирования всех модификаций контроллеров S7-1200 используется пакет STEP 7 Basic [27].

На рисунке 18 продемонстрирован контроллер CPU 1214C 6ES7 214-1BE30-0XB0.



Рисунок 18 – Контроллер CPU 1214C 6ES7 214-1BE30-0XB0

4.2.2 Модули дискретного ввода/вывода

Сигнальные модули позволяют адаптировать систему локального ввода-вывода контроллера к требованиям решаемой задачи. Они позволяют получать необходимое количество и вид каналов ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, обслуживаемых одним центральным процессором. Сигнальные модули устанавливаются справа от центрального процессора и могут подключаться ко всем типам центральных процессоров, исключая CPU 1211C [28].

Модуль дискретного вывода S M 1222 6ES7 222-1HF30-0XB0 показан на рисунке 19.



Рисунок 19 – Модуль дискретного вывода S M 1222 6ES7 222-1HF30-0XB0

На рисунке 20 изображён модуль дискретного ввода S M 1221 6ES7 221-1BH30-0XB0.



Рисунок 20 – Модуль дискретного ввода S M 1221 6ES7 221-1BH30-0XB0

Технические характеристики [28]:

Допустимый диапазон, нижний предел (пост. ток): 20,4 В;

Допустимый диапазон, верхний предел (пост. ток): 28,8 В;

Входной ток из шины на задней стойке 5 В пост. тока, макс.: 105 мА

Цифровые входы:

Из источника напряжения нагрузки L+ (без нагрузки), макс. 4 мА; на канал;

Нормальная рассеиваемая мощность: 1,5 Вт;

Число входов: 8;

Входное напряжение:

Вид входного напряжения: пост. ток;

Номинальное значение (пост. ток): 24 В;

Для сигнала «0»: 5 В пост. тока при 1 мА;

Для сигнала «1»: 15 В пост. тока при 2,5 мА.

Цифровые выходы:

Вид выходов: 0;

Защита от короткого замыкания: нет;

Аварийные сигналы: да;

Диагностический сигнал: да;

4.2.3 Схема подключения

Дискретные измерительные датчики работают на основе принципа переключения состояний. Они могут иметь два основных состояния: «вкл» и «выкл», либо другие дискретные значения, которые представляют определенные условия или уровни параметра. Когда измеряемый параметр достигает или превышает заданное ограничительное значение, датчик выдает сигнал, который может быть использован для запуска определенных действий или оповещения оператора.

Применение дискретных измерительных датчиков позволяет снизить нагрузку на систему сбора данных и обработки информации, так как не требуется непрерывного мониторинга и записи значений параметра. Они также обеспечивают более простую и надежную систему контроля, так как они сосредоточены на определенных значениях параметра, которые являются критическими или имеют особое значение для процесса.

Таким образом, дискретные измерительные датчики позволяют сфокусироваться на конкретных значениях параметра и обеспечивают

управление и контроль процессами на основе достижения заданных ограничительных значений [26].

На данной схеме (рисунок 21) представлено подключение дискретных датчиков к блоку контроллера CPU 1214C 6ES7 214-1BE30-0XB0.

На ней продемонстрировано регулирование и управление: клапан температуры теплосети, клапан температуры ГВС, клапан подпитки ГВС, клапан подпитки сетевого контура. А также клапан регулирования температуры прямой сетевой воды, клапан регулирования температуры ГВС, клапан регулирования температуры ГВС, клапан регулирования подпитки ГВС и клапан подпитки сетевого контура.

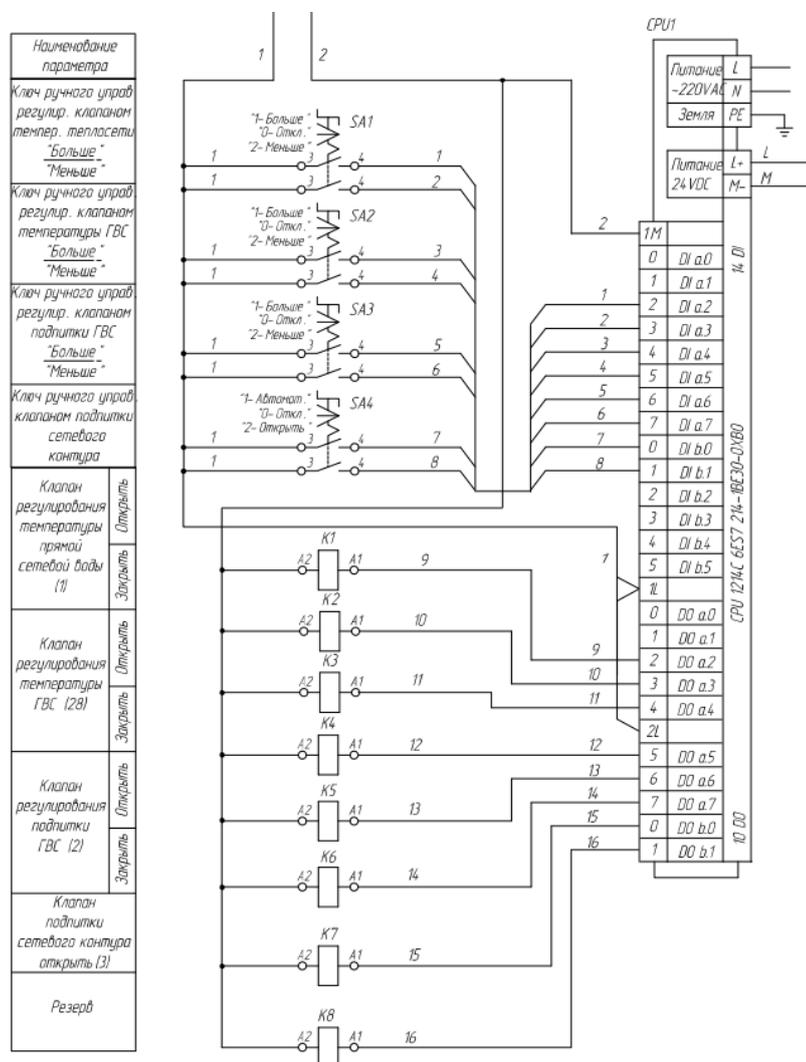


Рисунок 21 – Подключение дискретных датчиков к контроллеру

На рисунке 22 показано подключение дискретных датчиков к модулю дискретного вывода S M 1222 6ES7 222-1HF30-0XB0.

На схеме отображена диспетчерская сигнализация: светозвуковая сигнализация «Авария», звуковая сигнализация «Авария», светозвуковая сигнализация «Газ не входит», «Неисправность котельной», «Котельная в работе».

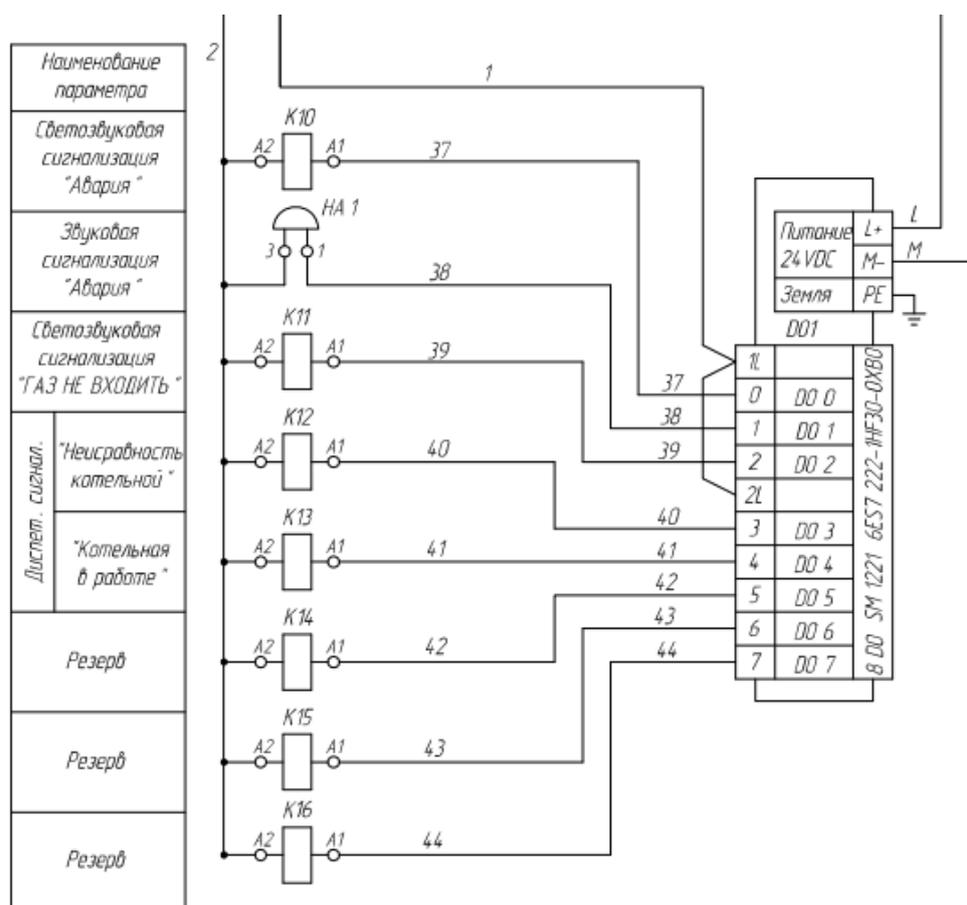


Рисунок 22 – Подключение дискретных датчиков к модулю дискретного вывода

Подключение дискретных датчиков к модулю дискретного ввода S M 1221 6ES7 221-1BH30-0XB0 параметров состояния насосов в системе: насос сетевой К3.1 в работе, насос сетевой К3.2 в работе, АВР сетевых насосов, неисправность сетевых насосов, насос греющего контура ГВС К4.1 в работе, насос греющего контура ГВС К4.2 в работе, АВР насосов греющего контура ГВС, неисправность насоса греющего контура ГВС, насос исходной воды К5.1 в работе, насос

исходной воды К5.2 в работе, АВР насосов исходной воды, неисправность исходной воды.

Схема подключения дискретных датчиков к модулю дискретного ввода изображена на рисунке 23.

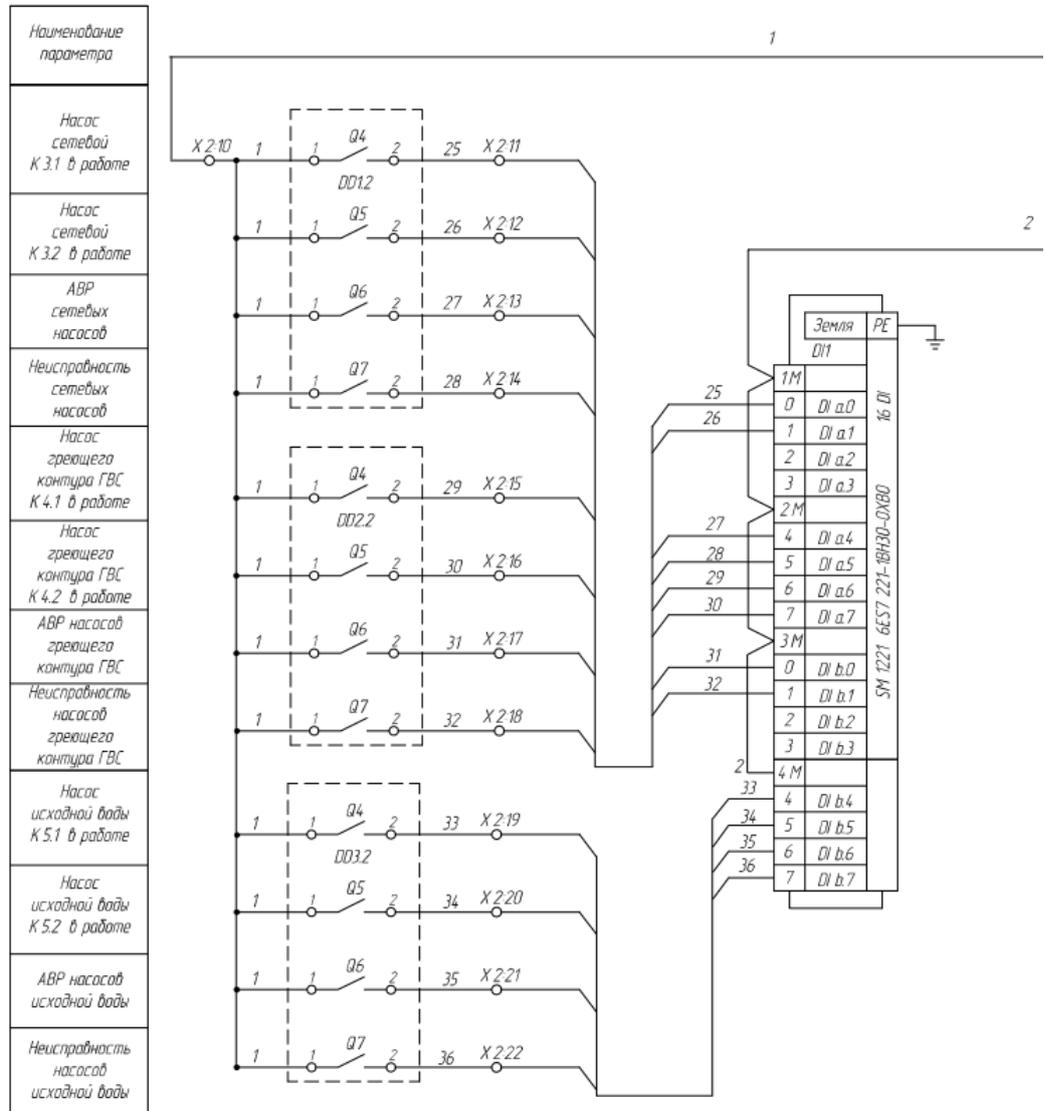


Рисунок 23 – Подключение дискретных датчиков к модулю дискретного ввода

Полная принципиальная схема дискретного подключения представлена в Приложении А.

5 ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

5.1 Среда разработки

CoDeSys – современный инструмент для разработки программного обеспечения контроллеров, где CoDeSys является сокращением от «Controllers Development System». Он предоставляет программистам удобную среду для программирования контроллеров на основе стандарта МЭК 61131-3. Редакторы и отладочные средства, используемые в CoDeSys, основаны на принципах, широко известных в других популярных средах профессионального программирования, таких как Visual C++.

CoDeSys позволяет разработчикам создавать эффективные и надежные программы для контроллеров, которые используются в различных промышленных и автоматизированных системах. Этот инструмент обеспечивает широкий набор функций и библиотек для программирования на языках стандарта МЭК 61131-3, включая графический язык программирования (LD), структурированный текстовый язык (ST), блочный диаграммный язык (FBD) и другие.

Одной из главных особенностей CoDeSys является его гибкость и расширяемость. Это позволяет программистам адаптировать среду под свои потребности, создавать собственные библиотеки функций и компоненты, а также интегрировать сторонние библиотеки для расширения функциональности.

Использование CoDeSys позволяет повысить эффективность и надежность разработки программного обеспечения для контроллеров, а также облегчить поддержку и отладку программ. Благодаря применению принципов, знакомых по другим популярным средам программирования, таким как Visual C++, CoDeSys предоставляет знакомый интерфейс и инструменты для разработчиков, что способствует более комфортной работе и повышению производительности [29].

5.2 Человеко-машинный интерфейс

Методы и технические средства, обеспечивающие непосредственное взаимодействие оператора и технологической системы, называются человеко-машинным интерфейсом. Они дают возможность оператору контролировать параметры технологического процесса и управлять ими.

На рисунке 24 представлен общий вид человека-машинного интерфейса. Данная визуализация была разработана с целью отслеживания основных параметров технологического процесса.

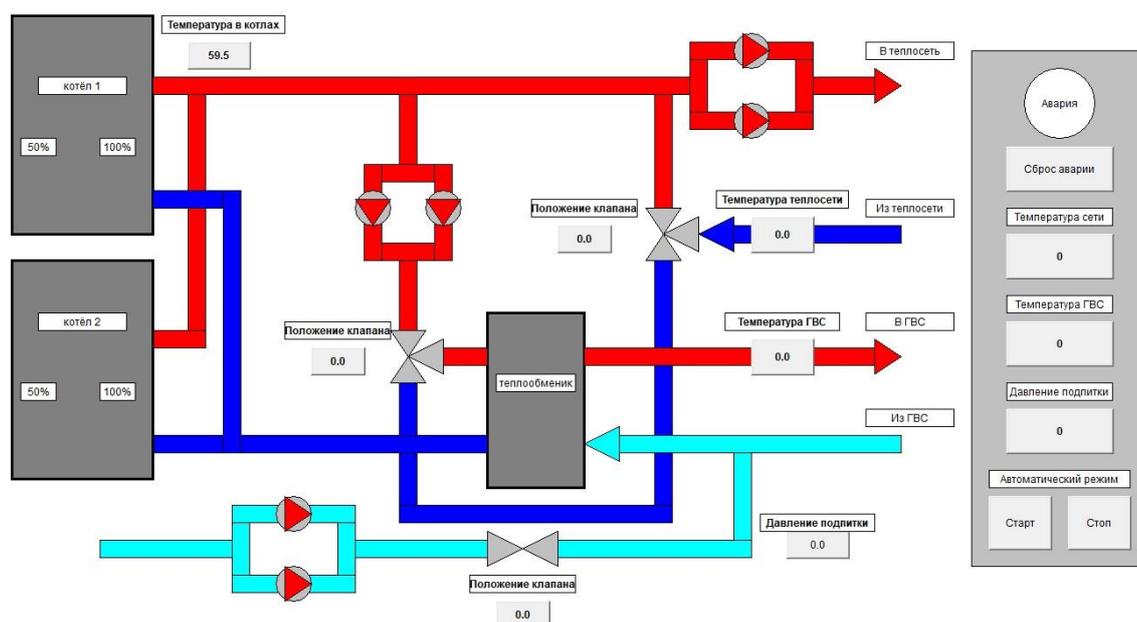


Рисунок 24 – Человеко-машинный интерфейс

На визуализации изображена технологическая схема процесса и выведен контроль над такими показателями как: температура в котлах, температура в теплосети, температура в ГВС, процент открытия трёхходового клапана ГВС, процент открытия трёхходового клапана теплосети, процент открытия двухходового клапана подпитки, давление в контуре подпитки, режим работы котла (50 % на слабом огне, 100 % на сильном огне) и индикация аварии.

Регулирование осуществляется путём задаваемых нами значений для контура температуры теплосети, контура температуры ГВС и контура давления подпитки.

На рисунке 25 показано ручное управления.

На окно ручное управление вынесены следующие кнопки.

Для теплосети: кнопки «ВКЛ/ВЫКЛ» для открыть/закрыть клапан теплосети, кнопки «ВКЛ/ВЫКЛ» насос 1 для теплосети, кнопки «ВКЛ/ВЫКЛ» насос 2 для теплосети.

Для ГВС: кнопки «ВКЛ/ВЫКЛ» для открыть/закрыть клапан ГВС, кнопки «ВКЛ/ВЫКЛ» насос 1 для ГВС, кнопки «ВКЛ/ВЫКЛ» насос 2 для ГВС.

Для подпитки: кнопки «ВКЛ/ВЫКЛ» для открыть/закрыть клапан подпитки, кнопки «ВКЛ/ВЫКЛ» насос 1 для подпитки, кнопки «ВКЛ/ВЫКЛ» насос 2 для подпитки.

Для котла: кнопки «50%» и «100%» для выбора режима работы котла 1 и котла 2.

Кнопка «ВКЛ/ВЫКЛ» для включения или выключения ручного режима управления.



Рисунок 25 – Ручное управления

На окне управления находятся несколько окон, отображающих: температуру в сети, положение клапана теплосети, температуру ГВС, положение клапана ГВС, давление в подпитке, положение клапана подпитки и температуру КОТЛОВ.

5.3 Работа программы

Для запуска автоматического режима управления нажимаем на кнопку старт и задаём нужные нам параметры в окне «температура сети», например 50 градусов. Выбранный нами параметр достигается путём автоматического открытия трёхходового клапана в нужное нам положение и увеличение температуры котлов.

На рисунке 26 изображено регулирование температуры теплосети.

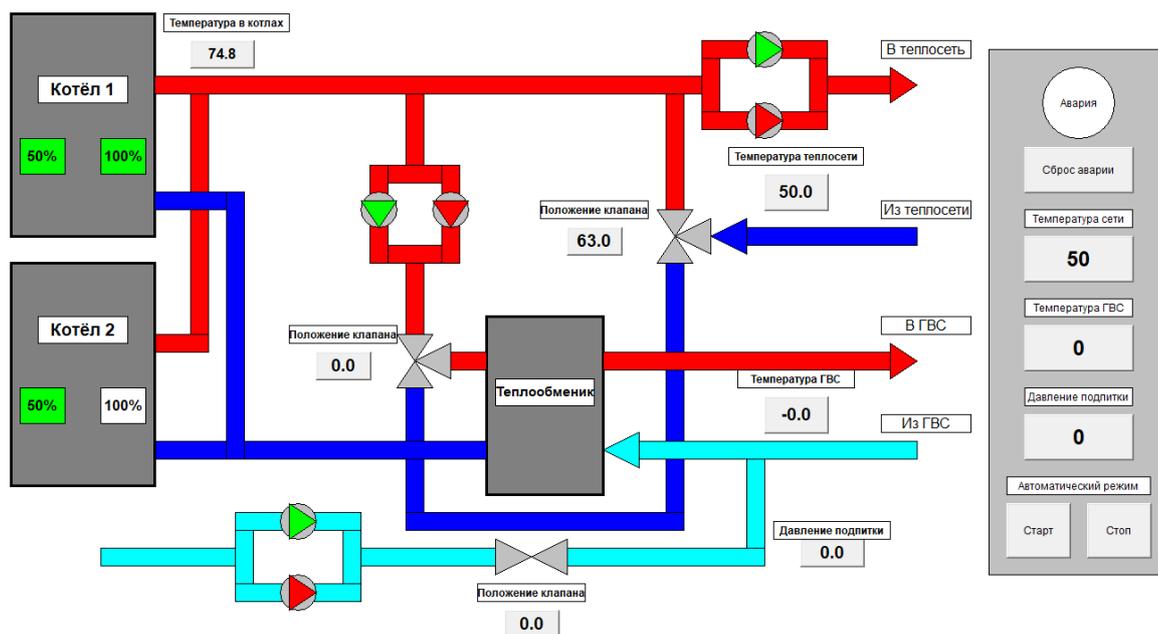


Рисунок 26 – Автоматическое регулирование температуры теплосети

На рисунке видно, что при температуре теплосети 50 градусов, трёхходовой клапан теплосети открылся на 63 %, температура котлов достигла почти 75 градуса, котёл 1 работает на 100 %, а котёл 2 на 50 %.

Теперь в окне «температура теплосети» поставим 0 градусов и зададим в окне «температура ГВС» к примеру 65 градусов. Как и в случае с температурой теплосети, автоматическое регулирование будет происходить за счёт изменения положение трёхходового клапана и повышения температуры котлов.

На рисунке 27 изображено регулирование температуры ГВС.

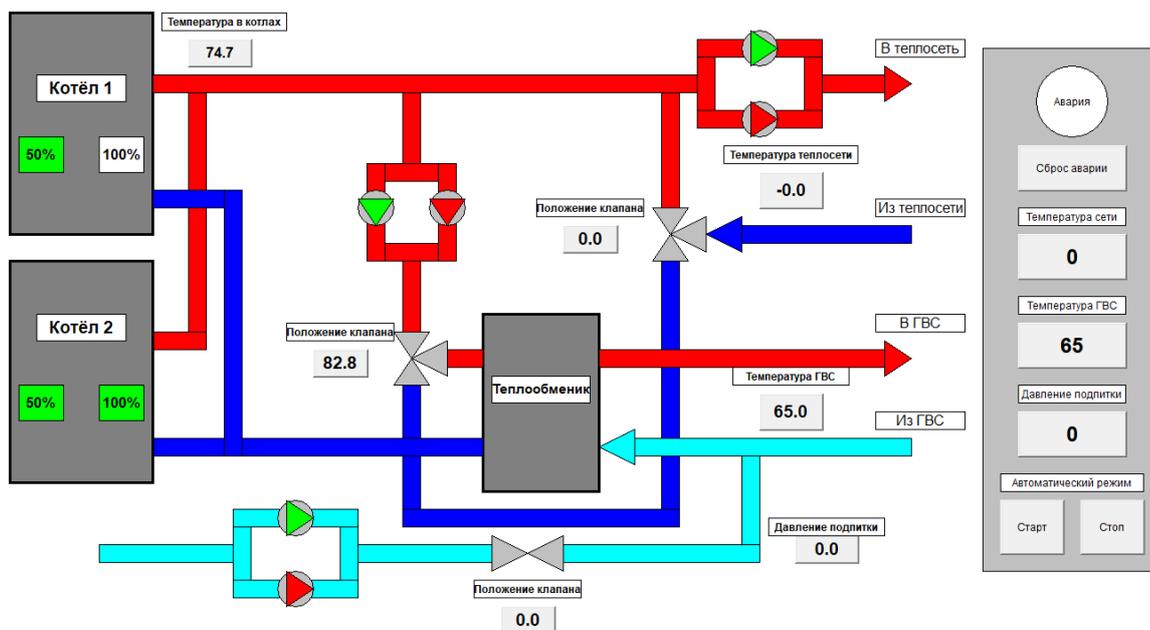


Рисунок 27 – Автоматическое регулирование температуры ГВС

На отметке 65 градусов температуры ГВС, трёхходовой клапан ГВС открылся на 82,8 %, температура котлов составила почти 75 градусов, котёл 1 работает на 50 %, а котёл 2 на 100 %.

Далее оставим в окне «температура ГВС» значение 65 градусов и введём в окно «температура теплосети» 45 градусов для поддержания нужной нам температуры сразу в двух контурах, ГВС и теплосети. Как было сказано выше, автоматическое регулирование будет производиться изменением положения трёхходовых клапанов ГВС и теплосети, повышением температуры котлов, за счёт увеличения мощности котлов.

На рисунке 28 показано автоматическое регулирование температуры ГВС и теплосети.

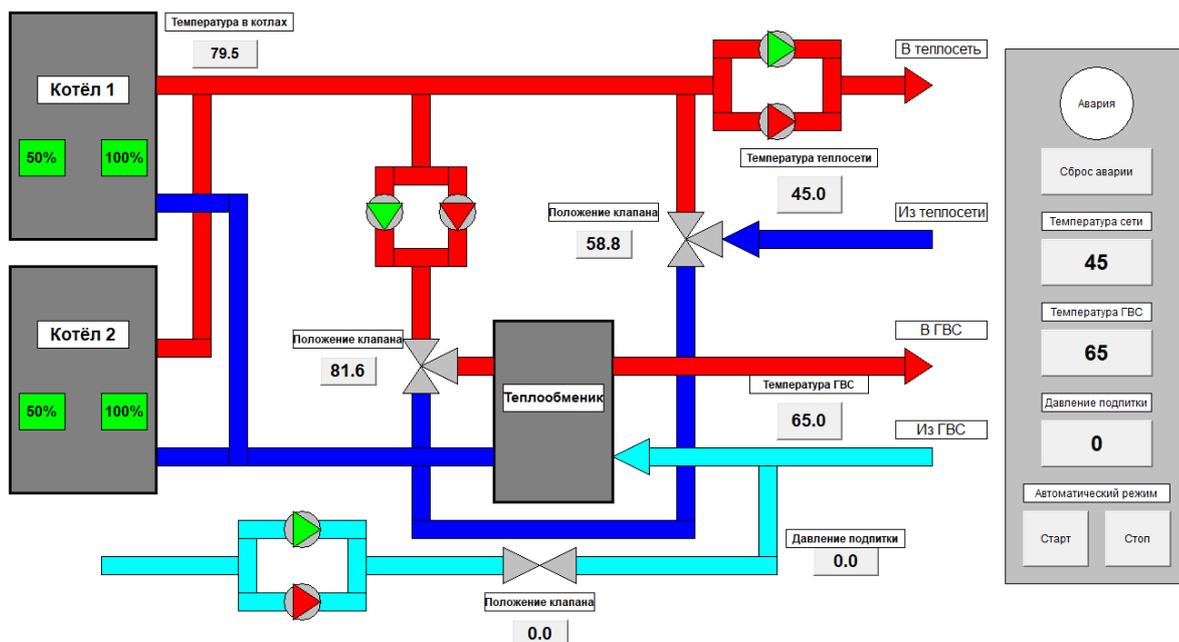


Рисунок 28 – Автоматическое регулирование температуры ГВС и теплосети

При поддержании температуры сразу в двух контурах, 65 градусов в ГВС и 45 градусов в теплосети, оба котла работают на 100 %, температура котлов составила почти 80 градусов, трёхходовой клапан ГВС открылся на 81,6 %, трёхходовой клапан теплосети открылся на 58,8 %.

Так же можно осуществлять автоматическое регулирование давления подпитки, которая напрямую регулирует давление в контурах теплосети и ГВС. Регулирование происходит открытием или закрытием двухходового клапана подпитки. Введём в окно «давление подпитки» значение 3, что означает 0,3 МПа.

На рисунке 29 продемонстрировано автоматическое регулирование давления подпитки.

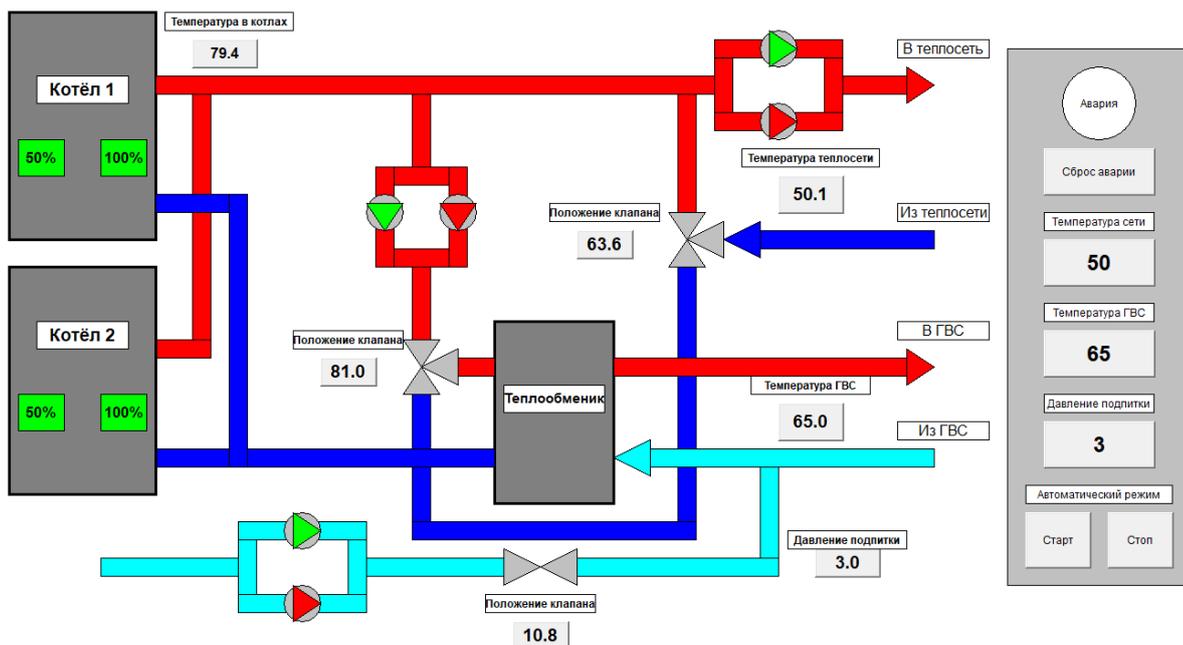


Рисунок 29 – Автоматическое регулирование давления подпитки

Давления в контуре подпитки 0,3 МПа, двухходовой клапан открылся на 10,8 %.

При нажатии кнопки «Стоп» происходит выключение автоматического режима, отключение всех насосов в системе и переход на ручное управление.

На рисунке 30 показано выключение автоматического режима.

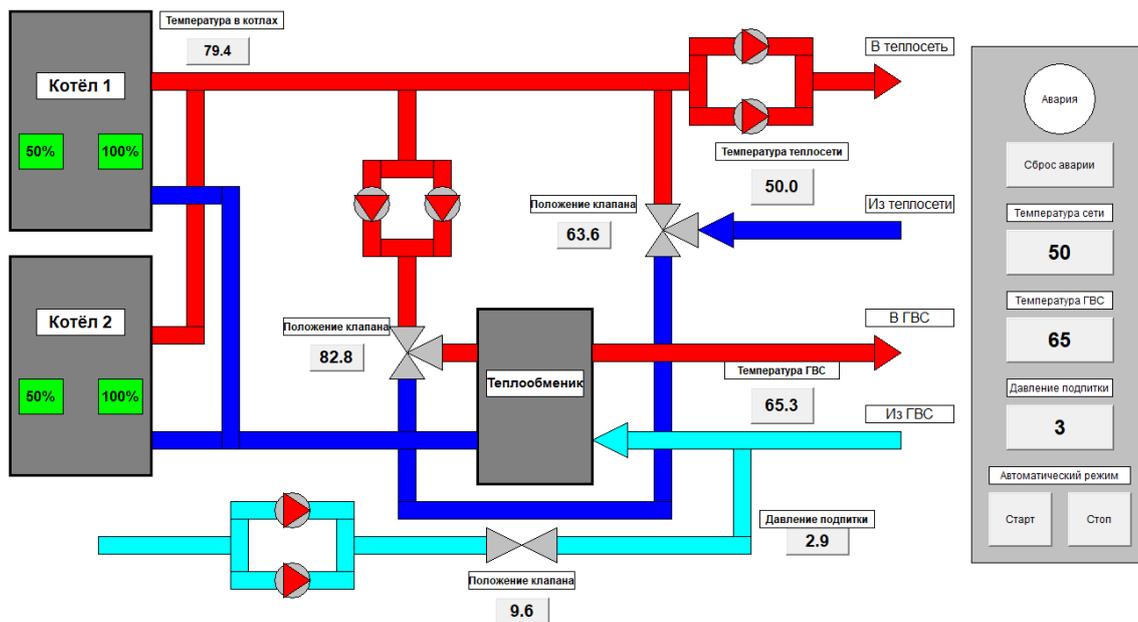


Рисунок 30 – Выключение автоматического режима

6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Опасность системы общекотельной автоматики блочно-модульной котельной определяется не только наличием вращающихся частей насосов, но и потенциальным воздействием токсичного топлива на здоровье человека, а также возможностью негативного воздействия на персонал при работе с жидкостью под давлением в трубопроводах. Для обеспечения безопасности и предотвращения возможных происшествий необходимо строго соблюдать набор правил и инструкций, которые обязаны знать и соблюдать все сотрудники котельной [6].

В котельной в процессе производства теплоты могут возникать различные опасные и вредные производственные факторы, которые могут негативно влиять на условия работы и здоровье работников. Ниже представлены некоторые из этих факторов:

1. В котельной могут быть горячие поверхности и жидкости, которые могут вызывать ожоги или тепловые травмы у работников. С другой стороны, низкие температуры могут приводить к обморожениям и холодовой травме;

2. Работа в условиях экстремальной жары или холода может приводить к тепловым и холодовым ударам, обезвоживанию, перегреву или переохлаждению организма, что может иметь серьезные последствия для здоровья;

3. В котельных часто присутствуют шумные и вибрирующие оборудование и механизмы, которые могут вызывать потерю слуха, повышенное напряжение и утомляемость, а также другие заболевания, связанные с шумом и вибрацией;

4. Недостаточная или избыточная влажность воздуха в котельной может вызывать проблемы с дыханием, раздражение слизистых оболочек, а также способствовать развитию плесени и других вредных микроорганизмов;

5. Ограничение или избыток циркуляции воздуха может создавать некомфортные условия для работников и приводить к проблемам с дыхательной

системой, сонливости и усталости;

б. Воздействие электрического тока на организм человека: В котельных присутствует электрооборудование, которое может создавать риск поражения электрическим током [30].

6.1 Безопасность

6.1.1 Эксплуатация БМК

Эксплуатация блочно-модульной котельной (БМК) осуществляется подготовленным теплоэнергетическим персоналом, специализированной организацией или назначенным ответственным лицом по распорядительному документу (приказу) руководителя организации. Это обеспечивает исправное состояние и безопасную эксплуатацию котельной.

Допуск к работе с БМК требует определенной квалификации и знаний в области теплотехники и безопасности. Такой персонал должен быть ознакомлен с особенностями работы БМК, процедурами пуска и остановки, контролем и регулировкой параметров, и соблюдением необходимых безопасных мер.

Специализированная организация, имеющая опыт и знания в области эксплуатации БМК, может быть привлечена для осуществления эксплуатации. Это может быть особенно полезно, если в организации отсутствует достаточно подготовленный персонал или нет возможности осуществлять эксплуатацию самостоятельно.

Основными задачами персонала являются:

- оптимизировать процессы поддержания оборудования в состоянии эксплуатационной готовности, с целью обеспечения максимальной надежности и эффективности производства тепловой энергии;

- активно следовать всем требованиям и правилам взрывобезопасности, пожаробезопасности, производственной санитарии и безопасности труда, чтобы обеспечить безопасные условия работы;

- точно соблюдать предписанные режимы теплоснабжения, чтобы гарантировать стабильное и эффективное обеспечение теплом [31].

6.1.2 Приемка в эксплуатацию БМК

При вводе котельной в эксплуатацию требуется провести серию проверок и испытаний, включая отдельные системы, агрегаты и механизмы, а также комплексное тестирование всего оборудования. Наибольшее внимание уделяется проверке соответствия государственным стандартам, строительным нормам и правилам, а также требованиям Ростехнадзора, Правилам технической эксплуатации тепловых энергоустановок и инструкциям от производителей. Это обязательно выполняется для обеспечения безопасности и эффективности работы котельной.

До начала комплексного опробования необходимо устранить все дефекты, недоделки и неисправности, обнаруженные в процессе индивидуальных испытаний и на оборудовании. Комплексное опробование должно включать проверку совместной работы котлоагрегатов и всего вспомогательного оборудования котельной под реальной нагрузкой. Считается, что комплексное опробование начинается в момент включения котлоагрегатов под нагрузку. Во время комплексного опробования котельного оборудования необходимо использовать основное топливо с номинальной нагрузкой и проектными параметрами. Работа должна происходить непрерывно в течение 72 часов, при этом вспомогательное оборудование может работать одновременно или поочередно.

Перед пробным пуском необходимо выполнить ряд условий, чтобы обеспечить надежную и безопасную эксплуатацию котельной. Вот перечень этих условий:

1. Укомплектованный персонал: перед пуском котельной необходимо набрать и подготовить эксплуатационный и ремонтный персонал, чтобы они были готовы к работе. Каждому сотруднику должны быть предоставлены соответствующие инструкции, включающие эксплуатационные и должностные инструкции, а также инструкции по охране труда. Это поможет персоналу правильно выполнять свои обязанности и обеспечит безопасность работы.

2. Запасы материалов и инструментов: перед пуском котельной необходимо подготовить достаточные запасы топлива, материалов,

инструментов и запасных частей для обслуживания и ремонта оборудования. Это гарантирует бесперебойную работу котельной и возможность оперативного устранения возможных поломок.

3. Средства безопасности: необходимо предоставить средства защиты персонала, такие как специальная одежда, средства индивидуальной защиты и другие средства безопасности, чтобы минимизировать риски для работников.

4. Системы управления и контроля: перед пуском котельной необходимо установить и наладить системы диспетчерского и технологического управления. Эти системы обеспечивают эффективное управление котельной и контроль за ее работой.

5. Системы безопасности: перед пуском котельной необходимо ввести в действие системы пожарной сигнализации и пожаротушения, аварийного освещения и вентиляции. Эти системы обеспечивают безопасность работников и помогают предотвратить возможные аварийные ситуации.

6. Разрешения и регистрация: необходимо получить разрешения от соответствующих органов государственного надзора, таких как пожарная и санитарная инспекции, на эксплуатацию оборудования котельной. Также поднадзорное оборудование должно быть зарегистрировано в местном органе Ростехнадзора.

После выполнения всех необходимых условий и комплексного опробования котельной, государственная приемочная комиссия осуществляет приемку в эксплуатацию. По результатам приемки государственная комиссия оформляет акт приемки, подтверждающий готовность котельной к эксплуатации [31].

6.1.3 Требования к персоналу БМК

Руководитель организации играет ключевую роль в обеспечении надлежащей эксплуатации и поддержания работоспособности тепловых энергоустановок. Он должен следовать ряду требований и нормативных документов:

1. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок:

руководитель обязан организовывать работу согласно этим правилам, которые содержат инструкции по безопасной эксплуатации и обслуживанию оборудования;

2. Обеспечение безопасности и охраны труда: руководитель должен следить за соблюдением правил безопасности и охраны труда всеми работниками, обеспечивая безопасную эксплуатацию и обслуживание оборудования;

3. Соблюдение правил промышленной безопасности: руководитель должен обеспечить соблюдение норм и требований промышленной безопасности, включая организацию обучения персонала и проведение проверок соответствия;

4. Правила пожарной безопасности: руководитель должен обеспечить соблюдение правил пожарной безопасности при эксплуатации оборудования и сооружений;

5. Своевременное проведение профилактических работ и ремонта БМК: руководитель должен организовывать и контролировать проведение профилактических работ и ремонтных мероприятий на тепловых энергоустановках для поддержания их работоспособности;

6. Обучение персонала: руководитель должен обеспечить обучение персонала и проверку их знаний в области правил эксплуатации, техники безопасности, должностных и эксплуатационных инструкций;

7. Предотвращение негативного влияния на людей и окружающую среду: руководитель должен принимать меры по предотвращению использования технологий и методов работы, которые могут оказывать отрицательное влияние на людей и окружающую среду;

8. Учет и анализ нарушений и несчастных случаев: руководитель должен вести учет и анализ нарушений в работе тепловых энергоустановок, несчастных случаев и принимать меры для предотвращения аварийности и травматизма.

Персонал котельных должен проходить:

– предварительный, перед приемом на работу, медицинский осмотр в

соответствии с Приказом Минздрава по перечню должностей и профессий, согласованному с органами санитарного надзора;

– периодический медицинский осмотр в установленные сроки.

Персонал, эксплуатирующий оборудование, поднадзорное Ростехнадзору, должен пройти обучение и аттестацию на право его обслуживания в порядке, предусмотренном соответствующими правилами Ростехнадзора, и иметь удостоверения [31].

6.1.4 Указания по мерам безопасности на БМК

Важно, чтобы каждый работник был осведомлен о правилах техники безопасности (ПТБ) и соблюдал их при работе с оборудованием и на рабочем месте. Особое внимание следует уделять обслуживаемому оборудованию и организации труда, чтобы гарантировать безопасность. В случае выявления неисправностей в оборудовании, механизмах или приспособлениях, которые могут представлять опасность для людей, работник обязан немедленно предпринять срочные меры для предотвращения возможных опасностей и сообщить об этом своему непосредственному руководителю.

На начальниках котельных лежит ответственность за организацию работы по технике безопасности и обеспечение безопасных условий труда. В частности, они должны следить за испытаниями и осмотрами защитных средств и приспособлений, используемых в электрических установках, согласно действующим правилам и нормам.

Ответственность за несчастные случаи, происшедшие в эксплуатирующей организации, лежит на плечах лиц административно-технического персонала, которые не обеспечили соблюдение правил техники безопасности и промышленной санитарии, а также не предприняли должных мер для предотвращения подобных происшествий. Также за ответственность могут нести лица, которые непосредственно нарушили установленные правила.

При проведении наладочных и ремонтных работ в действующих котельных сторонними организациями должны быть разработаны совместные мероприятия по обеспечению техники безопасности, производственной

санитарии и пожарной безопасности. Эти меры должны включать взаимодействие между эксплуатационным, ремонтным и наладочным персоналом.

Мероприятия по безопасности труда на предприятии утверждаются главным инженером. Однако руководители сторонних организаций несут ответственность за организацию и выполнение данных мероприятий на своих участках работы, а также за соответствие квалификации персонала и соблюдение требований безопасности.

Руководители сторонних организаций проводят различные виды инструктажей с оперативным и оперативно-ремонтным персоналом, включая вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи по безопасности труда. Также проводится инструктаж по пожарной эксплуатации.

Подготовка персонала по новой должности или профессии включает обучение на рабочем месте, так называемую стажировку. Важным аспектом является проверка знаний персонала правил охраны труда, норм по безопасности, правил технической эксплуатации и пожарной безопасности.

Кроме того, руководители сторонних организаций должны проводить контрольные противоаварийные и противопожарные тренировки [31].

6.2 Экологичность

Администрация предприятия, эксплуатирующего котельные, обязана соблюдать требования Закона Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» и соответствующих нормативных актов. Это означает, что при эксплуатации котельных необходимо принимать меры для предотвращения или снижения воздействия на окружающую среду, вызванного выбросами в атмосферу, сливом сточных вод в водные объекты и созданием шумового давления на близлежащие районы.

Одним из важных аспектов является соблюдение нормативов по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу. Количество загрязняющих веществ не должно превышать предельно допустимые или временно согласованные нормы

выбросов в атмосферу. Это может быть достигнуто путем использования современных технологий очистки отходящих газов, контроля за сжигаемыми топливами и эффективного управления процессами сжигания.

Также важно соблюдать требования по сбросу загрязняющих веществ в водные объекты. Администрация предприятия должна контролировать и минимизировать слив сточных вод, применяя соответствующие методы очистки сточных вод перед их сбросом.

Для снижения воздействия на окружающую среду и предотвращения негативных последствий необходимо осуществлять регулярный мониторинг выбросов, контроль качества сточных вод и уровня шумового давления. Это позволит своевременно выявлять и исправлять любые нарушения и принимать соответствующие меры для соблюдения требований охраны окружающей природной среды.

Каждая отопительная станция обязана разрабатывать индивидуальный план мероприятий по сокращению вредных выбросов в атмосферу в случае особо неблагоприятных метеорологических условий. Данный план направлен на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду и здоровье людей.

Для надлежащего контроля за выбросами загрязняющих веществ в окружающую среду в рамках отопительных станций должны проводиться периодические прямые измерения состава отходящих газов, которые образуются при работе паровых котлов или скоростных парогенераторов. Для этой цели используется переносной газоанализатор, позволяющий определить концентрацию различных веществ в выбрасываемых газах.

Также важно отметить, что запрещается эксплуатация котельных с горелочными устройствами, которые не соответствуют установленным санитарным нормам и природоохранным требованиям. Это мероприятие направлено на предотвращение негативного влияния на окружающую среду и обеспечение безопасности людей [6].

6.3 Чрезвычайные ситуации

6.3.1 Пожарная безопасность в котельной

В соответствии НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности», категория помещений и наружных установок котельной представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Категории помещений и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

Вид помещения	Категория помещения
Помещение проектируемой блочно-модульной котельной	Г
Дымовые трубы	Дн
Помещение существующей котельной, находящейся на консервации	Г

Для эффективного размещения первичных средств пожаротушения в помещениях рекомендуется использовать специальные пожарные щитки, которые следует устанавливать, как можно ближе к выходам. Ручные огнетушители обычно размещаются на специальных конструкциях на высоте 1,5 м от уровня пола до нижнего конца огнетушителя.

Пожарные краны внутреннего противопожарного водопровода обычно сопровождаются рукавами и стволами. Чтобы поддерживать их работоспособность, рукава рекомендуется периодически перематывать на новую скатку, проводя данную процедуру не реже одного раза в полгода.

Для защиты пожарных извещателей от возможного механического повреждения, они могут быть оборудованы специальными защитными устройствами, которые не влияют на их работоспособность. При установке пожарной сигнализации важно не прокладывать линейную часть сигнализации по воздушным линиям и не подвешивать ее на опорах силовых сетей, поскольку это может нарушить работу системы.

Баллоны и емкости пожаротушающих установок должны подвергаться дозарядке и перезарядке, если их масса огнетушащего вещества и давление среды в них отклоняются от расчетных значений на 10 % и более.

Цикл испытаний всей системы автоматической установки тушения пожаров должен проводиться не реже одного раза в год. В ходе испытаний составляется протокол (акт) испытаний, где фиксируются результаты проверки работоспособности системы.

Гидравлические испытания пожарного водопровода рекомендуется проводить один раз в три года. Эти испытания позволяют проверить работу системы подачи воды для пожаротушения и выявить возможные дефекты или проблемы.

Сплошная промывка, продувка и очистка от грязи пожарных водопроводов должны проводиться не реже одного раза в пять лет. Эта процедура позволяет удалить накопившуюся грязь и осадок, которые могут снижать эффективность системы пожаротушения [32].

6.3.2 Останов котла

Для выполнения планового останова котла следует следующая последовательность действий:

- Привести запорную арматуру в исходное состояние, закрыв кран на опуске газопровода к котлу;
- Выключить котел при помощи пускового выключателя на системе управления;
- При выключении системы управления автоматически происходит выключение горелки;
- Перевести пусковой выключатель в положение «0» (ВЫКЛ).

После проведения останова котла необходимо сделать запись в журнале котельной, отражающую факт останова котла и его постановку в резерв. Дополнительная информация по этому вопросу предоставляется в инструкции по эксплуатации системы управления котлом [31].

6.3.3 Аварийная останов котла

При аварийном останове, находящийся в котельной или прибывший по вызову диспетчера специалист по техническому обслуживанию котельной должен выполнить следующие действия:

1. Выявить отсутствие пламени в топке котла и закрытие двойного магнитного клапана горелки (по отсутствию свечения индикаторной лампочки на корпусе мультиблока рампы горелки);
2. Снять звуковую сигнализацию кнопкой на щите автоматики котельной;
3. Привести в исходное состояние запорную арматуру: кран на опуске топлива к котлу – «закрыт»; шаровой кран перед мультиблоком горелки – «закрыт»;
4. По состоянию контрольных ламп на щите котельной и показаниям приборов определить причину аварийной остановки;
5. Сделать запись в журнале котельной об аварийной остановке котла и причинах возникновения аварийной ситуации;
6. Сообщить о факте и причинах аварийной остановки котла в диспетчерскую службу организации, осуществляющей сервисное обслуживание котельной;
7. Действуя по их инструкциям устранить причины аварийной остановки;
8. Разжечь котел, руководствуясь инструкции [31].

6.3.4 Диспетчерская (аварийно-диспетчерская) служба

Для обеспечения работы БМК без постоянного присутствия обслуживающего персонала на предприятии должна быть организована диспетчерская (аварийно-диспетчерская) служба (АДС) с круглосуточным дежурством персонала.

Задачами АДС являются:

- контроль состояния основного оборудования БМК по сигналам на пульте диспетчера;

- вызов лица, ответственного за эксплуатацию котельной, и служб, в ведении которых находится аварийное оборудование;
- ведение оперативного журнала [31].

6.3.5 Порядок ликвидации аварий в БМК

При получении от диспетчера информации о закрытии отсечного газового клапана котельной, ответственный за газовое хозяйство (или другое уполномоченное лицо) должен:

- при отсутствии сигнала «давление в коллекторе аварийно высокое» проверить состояние оборудования;
- привести остановившееся оборудование в рабочее положение и запустить котлы согласно Производственной инструкции по эксплуатации котельных установок;
- сообщить о факте, причинах экстренной остановки котельной и обо всех, выполненных, в связи с этим, действиях в диспетчерскую службу организации, осуществляющей сервисное обслуживание котельной.

При получении обобщённого сигнала аварии котельной следует:

- пройти в помещение котельной и снять звуковой сигнал кнопкой на щите управления и сигнализации котельной;
- определить первопричину подачи аварийного сигнала по свечению ламп на щите (ЩУС);
- проверить состояние оборудования или параметра котельной, послужившего причиной подачи аварийного сигнала;
- в случае аварийной остановки циркуляционного насоса отопления необходимо перевести переключатель «Выбор рабочего насоса отопления» на щите управления и сигнализации котельной; в положение, соответствующее работающему в данный момент насосу;
- снять аварийную блокировку соответствующей кнопкой на щите управления и сигнализации котельной; на блоке управления аварийным насосом перевести переключатель управления в положение «Местн.» и кнопками «Пуск» и «Стоп» попытаться запустить насос и проконтролировать его работу по

манометрам; если в момент проверки давление в системе находится в пределах нормы, то необходимо попытаться определить причину, вызвавшую изменение давления;

– при наличии сигнала об аварийно низком давлении обратить внимание на работу автоматической системы подпитки, особенно электромагнитного клапана и реле давления;

– реле давления можно проверить, сбросив с него давление 3-х ходовым краном, при этом клапан подпитки должен открыться;

– работоспособность клапана можно проверить со щита, для чего перевести переключатель управления клапаном подпитки на щите управления и сигнализации котельной в положение «Открыт» и по манометру контролировать увеличение давления в системе;

– если давление в системе не растёт, нужно проверить наличие расхода подпиточной воды по счётчику, отсутствие электромагнита клапана, и следует перейти на подпитку системы вручную через байпас в обход клапана, большой расход говорит о разрыве трубопровода системы отопления;

– при наличии аварийного высокого давления обратить внимание на состояние клапана автоматической подпитки (по свечению лампочки на щите управления и сигнализации котельной и в случае, когда клапан открыт, проверить реле давления;

– при наличии сигнала «температура в контуре котлов ниже 60°C» следует прежде всего обратить внимание на состояние котлов, прекращение работы горелки при низкой температуре теплоносителя на выходе из котла, и выполнении всех прочих условий розжига может быть вызвано низким давлением топлива перед горелкой, нормальная работа котлов на максимальной мощности говорит о необходимости введения в работу резервных отлов; сделать запись в журнале котельной об аварийной остановке и причинах возникновения аварийной ситуации; сообщить о факте, причинах экстренной остановки котельной и обо всех, выполненных действиях в диспетчерскую службу организации, осуществляющей сервисное обслуживание котельной [31].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках выполнения выпускной квалификационной работы проведён всесторонний обзор основного и измерительного оборудования котельной. Разработана принципиальная схема подключения дискретных датчиков и создана программная реализация для автоматического управления технологическими процессами в системе общекотельной автоматики блочно-модульной водогрейной котельной.

Важным аспектом разработки являлось обеспечение надёжной и безопасной работы системы. Применены схемы автоматического управления технологическим процессом и регулировки, уделяя особое внимание вопросам безопасности, чрезвычайным ситуациям и охране окружающей среды.

В целях дальнейшего совершенствования системы предлагается внедрить дополнительный водяной теплообменник для контура теплосети. Это позволит сделать контур закрытым, тем самым повысить качество воды в этом контуре.

Принятые проектные решения обеспечивают полное удовлетворение потребности в горячей воде и гарантируют непрерывное и качественное теплоснабжение для потребителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глушков, В.М. Введение в АСУ: учеб. пособие / В. М. Глушков. – 2-е изд., доп. – Киев : 1974. – 304 с.
2. Aqua-therm.ru: Блочно-модульные котельные в промышленной энергетике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://aqua-therm.ru/articles/articles_303.html – 15.05.2023.
3. Блочно-модульные котельные. Инструкция по монтажу и эксплуатации. – Старый Оскол, 2017. – 25 с.
4. Energygk.ru: ВОДОГРЕЙНАЯ КОТЕЛЬНАЯ МВКУ - 3,0 ГД. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://energygk.ru/catalog/котельные/водогрейные_котельные/мвку-3гд – 15.05.2023.
5. Володин, Ю.Г. Системы автоматизации технологических процессов в помощь курсовому и дипломному проектированию: учебное пособие / Ю.Г. Володин, О.П. Марфина. – Казань: 2018. – 5 с.
6. Рабочий проект: Автоматизация комплексная / под ред. С.З. Граф. – М: ЗАО «Завод БМК ЭнергоЛидер», 2012. – 32 с.
7. Mnk-plus.ru: Инструкция по монтажу и эксплуатации. Циркуляционный насос с сухим ротором с фланцевым соединением Wilo CronoLine-IL 65/170-11/2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mnk-plus.ru/files/343/Ruk_IL.pdf – 18.05.2023.
8. Wl-russia.ru: Циркуляционный насос с сухим ротором с фланцевым соединением Wilo CronoLine-IL 40/140-2,2/2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wl-russia.ru/cirkulyacionnyj-nasos-s-suhim-rotorom-v-ispolnenii-inline-s-flancevym-soedineniem-wilo-cronoline-il-40-140-2-2-2> – 19.05.2023
9. Profump.ru: Центробежный насос Wilo МНН 1603. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.profump.ru/nasosy/vodosnabzheniya/wilo/economy-mhi-1603--3-400-v--epdm/> – 20.05.2023.

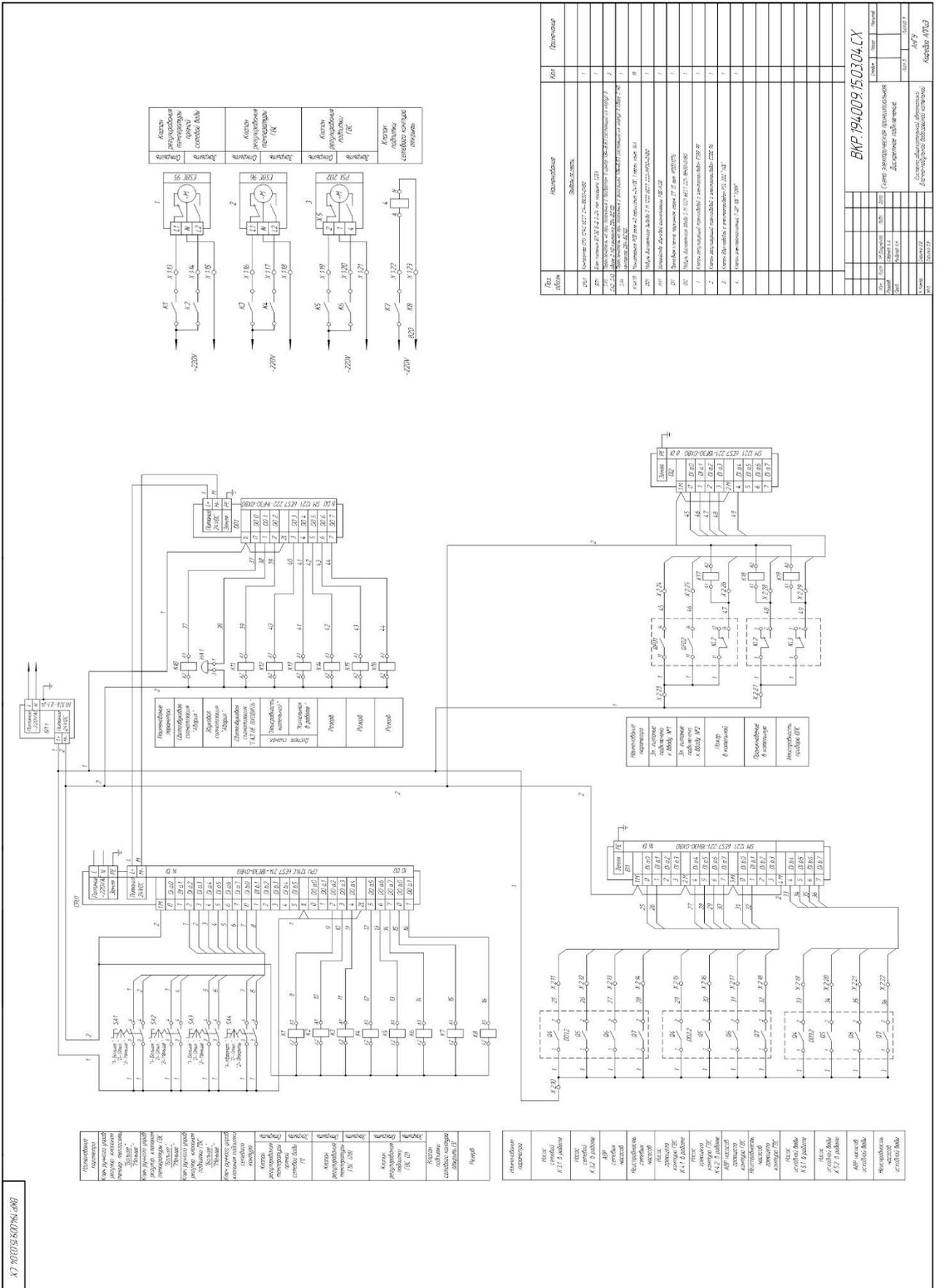
10. Wl-russia.ru: Центробежный насос Wilo MHI 1604. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wl-russia.ru/centrobezhnyj-nasos-wilo-mhi-1604-1-e-3-400-50-2-ie3> – 20.05.2023.
11. Cdn.esbeshop.ru: Техническое описание. Трехходовой клапан регулирующий 3F100 ESBE фланцевый. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cdn.esbeshop.ru/download/3f-ru-i-lr.pdf> – 21.05.2023.
12. Adl.ru: Общепромышленные соленоидные клапаны Серия S1010 (G1/8, G1/4). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adl.ru/files/4383d9cc-ec14-11e5-9062-001f296a5bc2/tork-s1010-t-gp.pdf?> – 21.05.2023.
13. Adl.ru: Двухходовые регулирующие клапаны «Гранрег» KM124P. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adl.ru/files/f3b072a4-e9b6-11e5-8787-001f296a5bc2/dvuxhodovoj-reguliruyushhij-klapan-granreg-km124p.pdf?> – 21.05.2023.
14. Dn.ru: Техническое описание фильтров сетчатых чугунных ЛМЗ ФСМ. Фильтр сетчатый магнитный ЛМЗ ФСМ ДУ100. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dn.ru/storage/certificates/lmz/to_lmz_fsm.pdf – 21.05.2023
15. Reflex-winkelmann.com: Технический паспорт изделия. Мембранный расширительный бак Reflex N 1000/6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.reflexwinkelmann.com/uploads/reflex_products/PR1724ru_8218600.pdf – 21.05.2023
16. Waterservice-dmitrov.ru: Руководство по эксплуатации установок умягчения воды непрерывного действия серии «TS» с электронными клапанами 9000, 9100, 9500. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://waterservice-dmitrov.ru/data/documents/ustanovki-umyagcheniya-vody-serii-TS-klapan-9000-9100-9500.pdf> – 22.05.2023.
17. Sn22.ru: Водяной теплообменник Ридан НН 7А. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sn22.ru/catalog/plastinchatye-teploobmenniki/ridan/nn-7a/> – 22.05.2023.

18. Owen-ufa.ru: Преобразователь температуры измерительный ОВЕН НПТ-1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owen-ufa.ru/shop/proizvoditeli/owen/npt-1-00-1-1-normiruyushhij-preobrazovatel-na-d/> – 22.05.2023.
19. Rosma.spb.ru: Термометр биметаллический БТ-52.211 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosma.spb.ru/termometers/seriya_211_obschetehnicheskie_radialnoe/ – 22.05.2023.
20. Rosma.spb.ru: Манометры стандартного исполнения, модель 2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosma.spb.ru/manometers/standartnoe_ispolnenie_model_2/ – 22.05.2023.
21. Owen.ru: Руководство по эксплуатации КУВФ.405210.003 РЭ. Термометр сопротивления медный ОВЕН ДТС095 100М В3 100. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://owen.ru/uploads/292/rukovodstvo_po_ekspluatatsii_dts.pdf – 23.05.2023.
22. Owen.ru: Руководство по эксплуатации. Преобразователь давления измерительный ОВЕН ПД100-ДИ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://owen.ru/uploads/rie_pd100-di_m01__870.pdf – 24.05.2023.
23. Owen.ru: НПТ линейка нормирующих преобразователей для термометров сопротивления и термопар. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owen.ru/product/npt> – 24.05.2023
24. Лаврищев, И.Б. Разработка принципиальных электрических схем систем управления процессами пищевых производств: Метод. указания к практическим занятиям по курсовому проектированию для студентов спец. 210200 и направления 550200 / Кириков А.Ю., Добряков В.А. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2004. – 19 с.
25. Схемы электрические принципиальные: учебное методическое пособие. Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 2012. – 43 с.
26. Дятлова, Е.П. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами: учебно-методическое пособие / Дятлова, Е.П. – СПб., ВШТЭ СПбГУПТД., 2019 – 68 с.

27. Tehprivod.su: Центральный процессор CPU 1214C. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tehprivod.su/katalog/kontrollerysiemens/simatic/s7-1200/cpu-1214c.html> – 02.06.2023.
28. Electroguru.ru: Модуль вывода дискретных сигналов SM 1222 для Simatic S7-1200. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electroguru.ru/moduli-rasshireniya/siemens/simatic-s7-1200/134475/> – 03.06.2023.
29. Owen.ru: Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://owen.ru/uploads/134/codesys_v23_ru.pdf – 04.06.2023.
30. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. - М.: НПО ОБТ, 1994. – 123 с.
31. Инструктаж по монтажу и эксплуатации блочно-модульные котельные серии БМК СТМ, г. Старый Оскол, 2017. – 6-10 с.
32. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, 2003. – 25 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

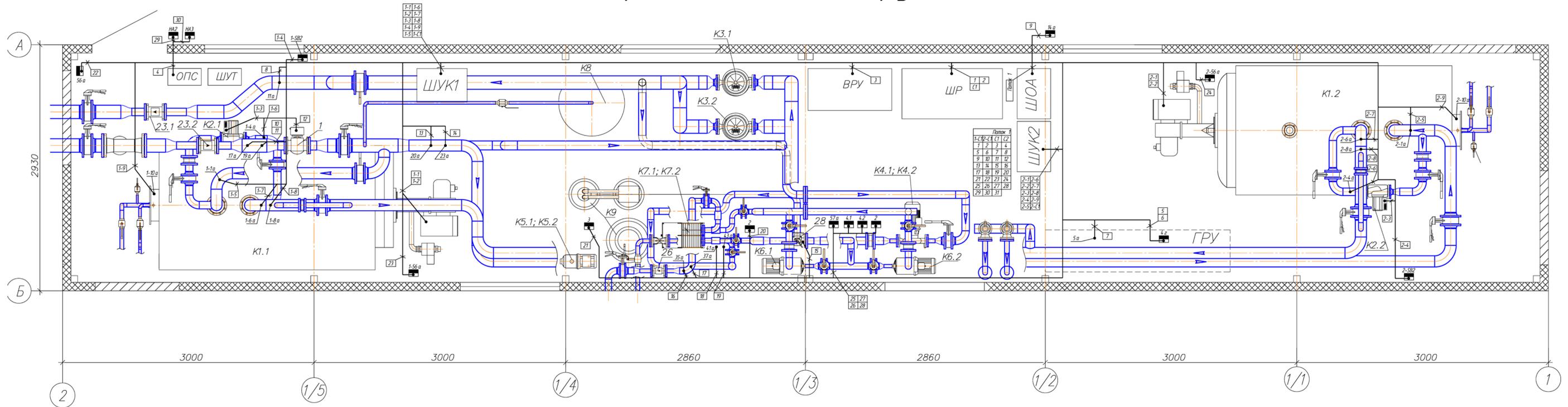
Принципиальная схема дискретного подключения



№ п/п	Наименование	Кол-во	Примечание
1	Кнопка пуск К1	1	
2	Кнопка стоп К2	1	
3	Кнопка аварийной остановки К3	1	
4	Кнопка сброса К4	1	
5	Кнопка выбора К5	1	
6	Кнопка запуска К6	1	
7	Кнопка останова К7	1	
8	Кнопка аварийной остановки К8	1	
9	Кнопка сброса К9	1	
10	Кнопка выбора К10	1	
11	Кнопка запуска К11	1	
12	Кнопка останова К12	1	
13	Кнопка аварийной остановки К13	1	
14	Кнопка сброса К14	1	
15	Кнопка выбора К15	1	
16	Кнопка запуска К16	1	
17	Кнопка останова К17	1	
18	Кнопка аварийной остановки К18	1	
19	Кнопка сброса К19	1	
20	Кнопка выбора К20	1	
21	Кнопка запуска К21	1	
22	Кнопка останова К22	1	
23	Кнопка аварийной остановки К23	1	
24	Кнопка сброса К24	1	
25	Кнопка выбора К25	1	
26	Кнопка запуска К26	1	
27	Кнопка останова К27	1	
28	Кнопка аварийной остановки К28	1	
29	Кнопка сброса К29	1	
30	Кнопка выбора К30	1	
31	Кнопка запуска К31	1	
32	Кнопка останова К32	1	
33	Кнопка аварийной остановки К33	1	
34	Кнопка сброса К34	1	
35	Кнопка выбора К35	1	
36	Кнопка запуска К36	1	
37	Кнопка останова К37	1	
38	Кнопка аварийной остановки К38	1	
39	Кнопка сброса К39	1	
40	Кнопка выбора К40	1	
41	Кнопка запуска К41	1	
42	Кнопка останова К42	1	
43	Кнопка аварийной остановки К43	1	
44	Кнопка сброса К44	1	
45	Кнопка выбора К45	1	
46	Кнопка запуска К46	1	
47	Кнопка останова К47	1	
48	Кнопка аварийной остановки К48	1	
49	Кнопка сброса К49	1	
50	Кнопка выбора К50	1	
51	Кнопка запуска К51	1	
52	Кнопка останова К52	1	
53	Кнопка аварийной остановки К53	1	
54	Кнопка сброса К54	1	
55	Кнопка выбора К55	1	
56	Кнопка запуска К56	1	
57	Кнопка останова К57	1	
58	Кнопка аварийной остановки К58	1	
59	Кнопка сброса К59	1	
60	Кнопка выбора К60	1	
61	Кнопка запуска К61	1	
62	Кнопка останова К62	1	
63	Кнопка аварийной остановки К63	1	
64	Кнопка сброса К64	1	
65	Кнопка выбора К65	1	
66	Кнопка запуска К66	1	
67	Кнопка останова К67	1	
68	Кнопка аварийной остановки К68	1	
69	Кнопка сброса К69	1	
70	Кнопка выбора К70	1	
71	Кнопка запуска К71	1	
72	Кнопка останова К72	1	
73	Кнопка аварийной остановки К73	1	
74	Кнопка сброса К74	1	
75	Кнопка выбора К75	1	
76	Кнопка запуска К76	1	
77	Кнопка останова К77	1	
78	Кнопка аварийной остановки К78	1	
79	Кнопка сброса К79	1	
80	Кнопка выбора К80	1	
81	Кнопка запуска К81	1	
82	Кнопка останова К82	1	
83	Кнопка аварийной остановки К83	1	
84	Кнопка сброса К84	1	
85	Кнопка выбора К85	1	
86	Кнопка запуска К86	1	
87	Кнопка останова К87	1	
88	Кнопка аварийной остановки К88	1	
89	Кнопка сброса К89	1	
90	Кнопка выбора К90	1	
91	Кнопка запуска К91	1	
92	Кнопка останова К92	1	
93	Кнопка аварийной остановки К93	1	
94	Кнопка сброса К94	1	
95	Кнопка выбора К95	1	
96	Кнопка запуска К96	1	
97	Кнопка останова К97	1	
98	Кнопка аварийной остановки К98	1	
99	Кнопка сброса К99	1	
100	Кнопка выбора К100	1	

ВМР.194.009.15.03.04.СХ

План расположения оборудования



Условные обозначения:

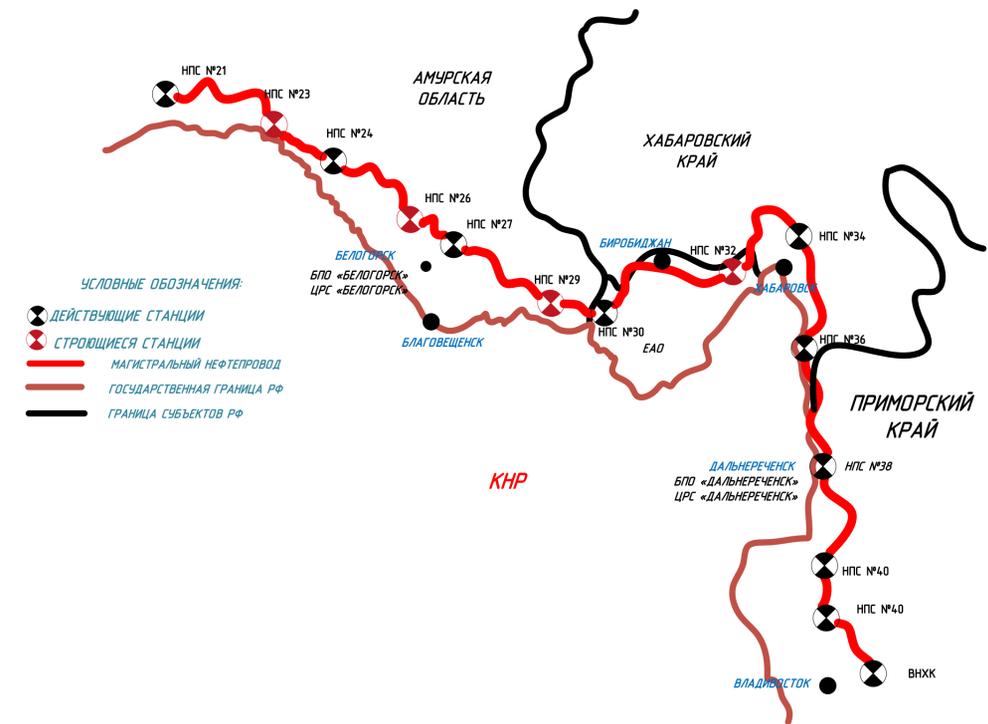
- K2.1, K2.2 - Насос котловой рециркуляционный Wilo TOP-S 50/7 3; N=0,35кВт; Q=17/ч. H=3,9 м.вод.ст.
- K3.1 K3.2 - Насос контура теплосети Wilo IL 65/170-11/2, N=11 кВт; Q=69,1/ч. H=36 м.вод.ст.
- K4.1 K4.2 - Насос контура ГВС Wilo IL 40/140-22/2, N=22 кВт; Q=23,7/ч. H=15 м.вод.ст.
- K5.1 K5.2 - Насос исходной воды Wilo MHI 1603 3-, N=2,5 кВт; Q=14,4/ч. H=25 м.вод.ст.
- K6.1 K6.2 - Насос циркуляции ГВС (С ЧП) Wilo MHI 1604 3-, N=2,5кВт; Q=14/ч. H=36м.во.ст.
- K7.1 K7.2 - Водоводяной теплообменник ГВС НН №7А «Ридан»
- K8 - Расширительный мембранный бак Reflex N 1000/6
- K9- Установка умягчения воды непрерывного действия TS 90-14
- 7.1г. 7.2г-Регулятор давления газа RG/2MB RB50Z160 Pвых=15-35 кПа, комбинированный с ПЗК (Pнастр=5-10/18-35кПа) Pу 0,6МПа «Madas»
- 2-Клапан электромагнитный фланцевый MN28 AN40 008 «H3»DN40 «Madas»
- 3-Фильтр стальной фланцевый DN40 IS1SFSS «ADL»
- 9.1. 9.2 - Бак запаса топлива V=20м. разделена на две части V=17м, V=3м.

- A01, A02 - Агрегат воздушного отопления Volcano-VR1 Q=30 кВт
- 1- Клапан трехходовой регулирующий 3 F 100 «ESBE» Ду 100
- 2- Клапан двухходовой регулирующий KM124P «ADL» Ду 40
- 3- Клапан электромагнитный H3 T-GR 105 «ADL» Ду 25 220 В/50 Гц
- 16. 17. 18 - Фильтр фланцевый магнитно-сетчатый «KBO APM»
- 28. Клапан трехходовой регулирующий 3F 65 «ESBE» Ду 65 с электроприводом ESBE 96, 220 В
- 3г - Фильтр газовый с индикатором перепада давления EGMSOMDDO DN50. Pу=0,6 МПа, «Madas»
- 4 г - Клапан электромагнитный EVP/NC фланцевый с медленным открытием M16/RM N.C CMSOC0046 008, Pу=0.6 МПа, DN50 1220 BI «Madas»

Модульная водогрейная котельная на территории БПО «Белогорск»



ТС «ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ - ТИХИЙ ОКЕАН»



- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:**
- ДЕЙСТВУЮЩИЕ СТАНЦИИ
 - ⊗ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СТАНЦИИ
 - МАГИСТРАЛЬНЫЙ НЕФТЕПРОВОД
 - ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГРАНИЦА РФ
 - ГРАНИЦА СУБЪЕКТОВ РФ

				ВКР.194.009.15.03.04.СХ				
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Общие сведения о блочно-модульной водогрейной котельной МВКУ-3,0ГД	Литера	Масса	Масштаб
Разраб.	Сварнов А.А.					У		
Проверил	Рыбалев А.Н.					Лист 1		Листов 6
Т.контр.	Рыбалев А.Н.					АМГУ Кафедра АППиЭ		
Н.контр.	Скрипко О.В.				Система автоматической блочно-модульной водогрейной котельной			
Утвердил	Скрипко О.В.							

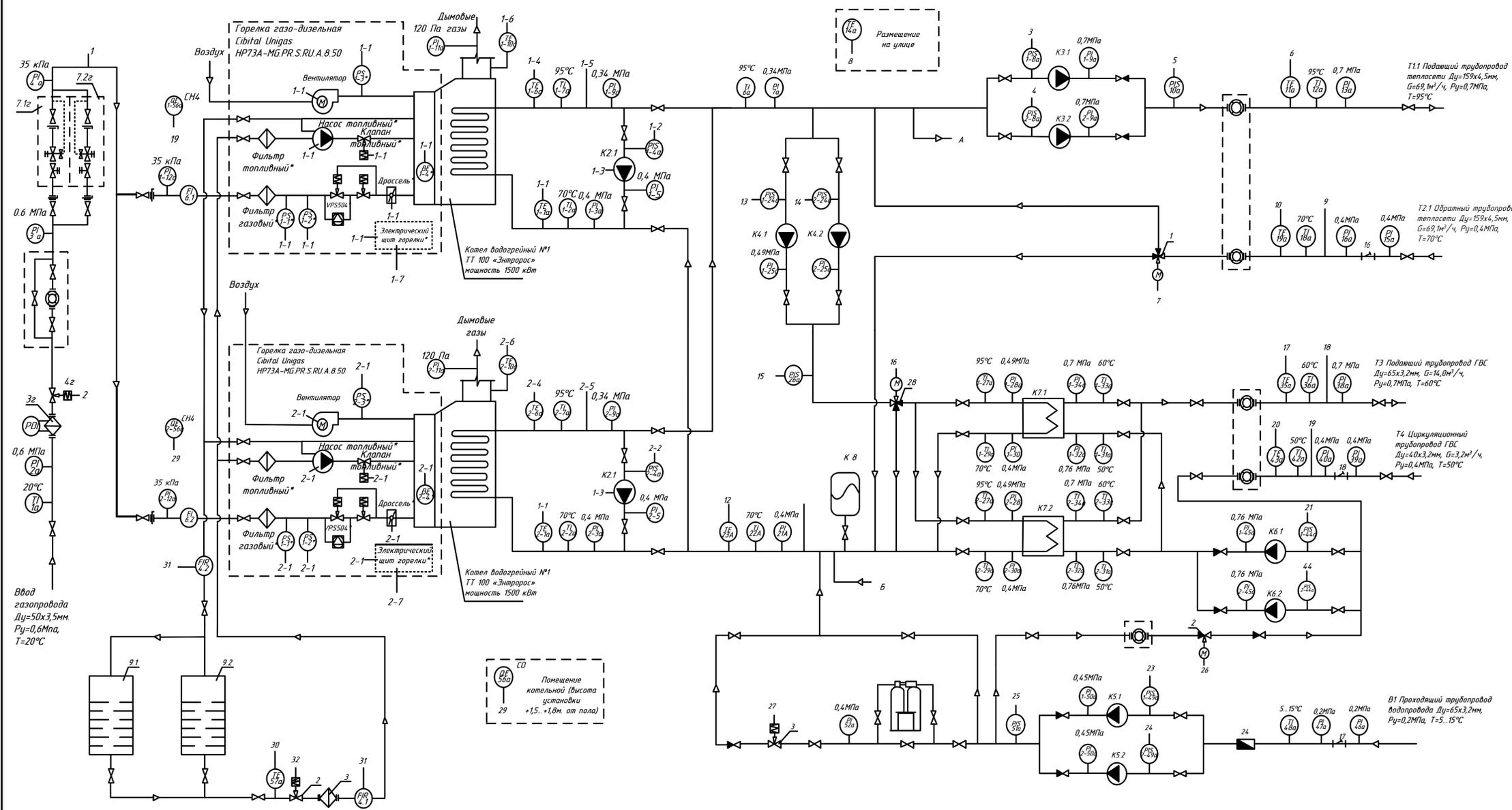
Условные обозначения:

- K2.1, K2.2 - Насос котловой рециркуляционный Wilo TOP-S 50/7.3; N=0,35кВт; Q=17/ч. H=3,9 м.вод.ст.
- K3.1 K3.2 - Насос контура теплосети Wilo IL 65/170-11/2; N=11 кВт; Q=69,1/ч. H=36,0 м.вод.ст.
- K4.1 K4.2 - Насос контура ГВС Wilo IL 40/14,0-22/2; N=22 кВт; Q=23,7/ч. H=15 м.вод.ст.
- K5.1 K5.2 - Насос исходной воды Wilo MH1 1603 3-; N=2,5 кВт; Q=14,4/ч; H=25 м.вод.ст,
- K6.1 K6.2 - Насос циркуляции ГВС (С ЧП) Wilo MH1 1604 3-; N=2,5кВт, Q=14/ч, H=36м.во.ст.
- K7.1 K7.2 - Водоводяной теплообменник ГВС НН №7А "Ридан"
- K8 - Расширительный мембранный бак Reflex N 1000/6
- K9- Установка умягчения воды непрерывного действия TS 90-14

A01, A02 - Агрегат воздушного отопления Volcano-VR1 Q=30 кВт

- 1- Клапан трехходовой регулирующий 3 F 100 «ESBE» Ду 100
- 2- Клапан двухходовой регулирующий KM124P «ADL» Ду 40
- 3- Клапан электромагнитный H3 T-GP 105 «ADL» Ду 25 220 В/50 Гц
- 16. 17. 18 - Фильтр фланцевый магнитно-сетчатый "KBO APM"
- 28. Клапан трехходовой регулирующий 3F 65 «ESBE» Ду 65 с электроприводом ESBE 96, 220 В
- 3г - Фильтр газовый с индикатором перепада давления EGM50MDDO DN50. Ру=0,6 МПа, «Madas»
- 4 г - Клапан электромагнитный EVP/NC фланцевый с медленным открытием M16/RM N.C CMS00046 008, Ру=0,6 МПа, DN50 1220 ВI «Madas»

Условн. обозн.	Наименований средств измерений	Количество	Примечание	Условн. обозн.	Наименований средств измерений	Количество	Примечание
52 а,53 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-0,6 Мпа) G ½, 1,5	1		56а	Внешний датчик загазованности на CO SGY C00 V4NC	1	Комплект
54 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-0,4 Мпа) G ½, 1,5	1		1,2=56а	Внешний датчик загазованности С.Н.А. SGY MED V4NC	1	газоанализатора
55 а	Комнатный термостат для систем отопления тип RAA30	2		56б	Блок питания и сигнализации RGV 000 MBP4	1	атара



1,2-CPUI	Контроллер CPU 1212C 6ES7 212-1BD30-0XB0	2	
1,2-DI1	Модуль дискретного ввода S M 1221 6ES7 221-1BD30-0XB0	2	
1,2-AI1	Модуль дискретного ввода S M 1221 6ES7 231-4HD30-0XB0	2	
1,2-KTR600	Термопреобразователь сопротивления медный ДТС 095-100 МВ 3 80	4	
1,2-CPUI	Контроллер CPU 1214C 6ES7 214-1BE30-0XB0	1	
DI01	Модуль дискретного вывода S M 1222 6ES7 222-1HF30-0XB0	1	
DI1	Модуль дискретного ввода S M 1221 6ES7 221-1BH30-0XB0	1	
DI2	Модуль дискретного ввода S M 1221 6ES7 221-1BE30-0XB0	2	
AI1	Модуль аналогового ввода S M 1231 231-4HF30-0XB0	2	
AI2	Модуль аналогового ввода S M 1231 6ES7 231-4HD30-0XB0	1	
KTR 1000	TFT-дисплей 6AV6 647-0AF11-3AX0	1	
1,2-1а	Термопреобразователь сопротивления медный ДТС 095-100 МВ 3 80	4	
1,2-1б	Преобразователь температуры измерительный НПТ -100.11	4	
1,2-2а	Термометр диметаллический БТ-52.21(0-100°C) G ½, 64, 1,5	4	
1,2-3а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-0,6 Мпа) G ½, 1,5	2	
1,2-5а	Манометр электроконтактный ТМ-510 P.06(0-0,6 Мпа) G ½, 1,5	2	
1,2-4а	Манометр электроконтактный ТМ-510 P.06(0-0,6 Мпа) G ½, 1,5	2	
1,2-4б	Манометр электроконтактный ТМ-510 P.06(0-0,6 Мпа) G ½, 1,5	2	
1,2-7а	Термометр диметаллический БТ-52.21(0-160°C) G ½, 64, 1,5	2	
1,2-8а	Преобразователь избыточного давления ОВЕН ПД 100-ДИ 0,6 М-0,5 И 4,2	2	
1,2-9а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-0,6 Мпа) G ½, 1,5	2	
1,2-10а	Преобразователь термоэлектрический платиновый ДТПЛ 095-0100 250	2	
1,2-10б	Преобразователь температуры измерительный НПТ-100.11	2	
1,2-11а	Газанализатор ТНМТ-100-МР-0,2кПа-2,5-У3	2	
1,2-12а	Манометр для измерения давления газа KM-21P(0-60кПа) G ½, 1,5	2	
6.1, 6.2	Счетчик расхода газа СГ 16 МТ-250 (120) Ду80	2	Учен в 059.00.12-ГСВ
1 а	Термометр диметаллический БТ-52.21(0-30...+70°C) G ½, 4,6, 1,5	1	
2 а,3 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-1,0 Мпа) G ½, 1,5	1	
4 а	Манометр для измерения давления газа KM-21P(0-60кПа) G ½, 1,5	1	
5 а	Преобразов. избыточного давления ОВЕН ПД 100-ДИ 0,6 М-0,5 И 4,2	1	
6 а	Термометр диметаллический БТ-52.21(0-160°C) G ½, 100, 1,5	1	
7 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-0,6 Мпа) G ½, 1,5	1	
1,2-8 а	Манометр электроконтактный ТМ-510 P.06(0-0,6 Мпа) G ½, 1,5	2	
1,2-9 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-1,0 Мпа) G ½, 1,5	2	
10 а	Манометр электроконтактный ТМ-510 P.06(0-1,0 Мпа) G ½, 1,5	1	
11 а	Термопреобразователь Сопротивления медный ДТС 095-100 МВ 3 100	1	
11 б	Преобразователь температуры измерительный НПТ-100.11	1	
12 а	Термометр диметаллический БТ-52.21(0-160°C) G ½, 100, 1,5	1	
13 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-1,0 Мпа) G ½, 1,5	1	
14 а	Термопреобразователь сопротивления медный ДТС 095-100 МВ 3 160	1	
14 б	Преобразователь температуры измерительный НПТ-100.11	1	
15 а, 16 а, 21 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-0,6 Мпа) G ½, 1,5	3	
17 а, 20 а	Преобразов. избыточного давления ОВЕН ПД 100-ДИ 0,6 М-0,5 И 4,2	2	
18 а, 22 а	Термометр диметаллический БТ-52.21(0-100°C) G ½, 100, 1,5	2	
19 а, 23 а	Термопреобразователь сопротивления медный ДТС 095-100 МВ 3 100	2	
19 б, 23 б	Преобразователь температуры измерительный НПТ-100.11	2	
1,2-24 а	Манометр электроконтактный ТМ-510 P.06(0-0,6 Мпа) G ½, 1,5	2	
1,2-25 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-1,0 Мпа) G ½, 1,5	2	
26 а	Манометр электроконтактный ТМ-510 P.06(0-1,0 Мпа) G ½, 1,5	1	
1,2-27 а	Термометр диметаллический БТ-52.21(0-160°C) G ½, 4,6, 1,5	2	
1,2-28 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-1,0 Мпа) G ½, 1,5	2	
1,2-29 а	Термометр диметаллический БТ-52.21(0-100°C) G ½, 4,6, 1,5	4	
1,2-31 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-0,6 Мпа) G ½, 1,5	2	
1,2-30 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-0,6 Мпа) G ½, 1,5	2	
1,2-32 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-1,6 Мпа) G ½, 1,5	2	
1,2-33 а	Термометр диметаллический БТ-52.21(0-100°C) G ½, 4,6, 1,5	2	
1,2-34 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-1,0 Мпа) G ½, 1,5	2	
35 а, 43 а	Термопреобразователь сопротивления медный ДТС 095-100 МВ 3 80	2	
35 б, 43 б	Преобразователь температуры измерительный НПТ-100.11	2	
36 а	Термометр диметаллический БТ-52.21(0-100°C) G ½, 4,6, 1,5	1	
37 а	Преобразов. избыточного давления ОВЕН ПД 100-ДИ 1,0 М-0,5 И 4,2	1	
38 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-1,0 Мпа) G ½, 1,5	1	
39 а, 40 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-0,6 Мпа) G ½, 1,5	2	
41 а	Преобразов. избыточного давления ОВЕН ПД 100-ДИ 0,6 М-0,5 И 4,2	1	
42 а	Термометр диметаллический БТ-52.21(0-100°C) G ½, 4,6, 1,5	1	
1,2-44 а	Манометр электроконтактный ТМ-510 P.06(0-0,6 Мпа) G ½, 1,5	2	
1,2-45 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-1,6 Мпа) G ½, 1,5	2	
46 а, 47 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-0,4 Мпа) G ½, 1,5	2	
48 а	Термометр диметаллический БТ-52.21(0-30...+70°C) G ½, 4,6, 1,5	1	
1,2-49 а	Манометр электроконтактный ТМ-510 P.06(0-0,4 Мпа) G ½, 1,5	2	
1,2-50 а	Манометр общетехнический ТМ-510 P.00(0-1,0 Мпа) G ½, 1,5	2	
51 а	Манометр электроконтактный ТМ-510 P.06(0-1,0 Мпа) G ½, 1,5	1	

Имя/Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Функциональная схема автоматизации	Лист 2	Листов 6
Разработ	Сварнов А.А.			Система однокотельной автоматики блочно-модульной водогрейной	AMГУ	Кафедра АППиЭ
Проектиров	Рыбалов А.Н.					
Т.компр	Рыбалов А.Н.					
И.компр	Скрипко В.В.					
Эксперт	Скрипко В.В.					

ВКР.194.009.15.03.04.СХ

Котел водогрейный ТТ 100
«Энтророс»



Основные рабочие характеристики котла водогрейного

Максимальная температура воды, °C	115
Мин. температура воды на входе в котел, °C	60
Максимальное рабочее давление воды, МПа	0,6
Мин. расход воды, м³/ч	Не регламентируется
Мин. мощность первой ступени горелки, %	Не регламентируется

Технические характеристики котла водогрейного

КПД*, %	92,5
Расход воды номинальный для Δt=15°C, м³/ч	175
Гидравлическое сопротивление водяного тракта при расходе теплоносителя для Δt=15°C, кПа	2,14
Расход дымовых газов, кг/с	1,32
Аэродинамическое сопротивление газового тракта для максимальной мощности, Па	830
Температура уходящих газов, °C	186
Объем топки, м³	2,2
Водяной объем котла, м³	3,9

Циркуляционный насос с сухим ротором Wilo CronoLine IL 65/170-11/2



Технические характеристики циркуляционный насос Wilo CronoLine IL 65/170-11/2

Перекачиваемая жидкость	Вода 100%
Макс. расход	92 м³/ч
Макс. напор	40 мвс
Макс. рабочее давление	1,6 МПа
Номинальная мощность электродвигателя	2,2 кВт
Номинальная частота вращения	2900 1/мин
Номинальный ток (прим.) IN 3~400 В, А	22
Подключение к сети	3~380 V, 50/60 Hz
Вес	150 кг

Циркуляционный насос с сухим ротором Wilo CronoLine IL 40/140-2



Технические характеристики циркуляционный насос Wilo CronoLine IL 40/140-2

Перекачиваемая жидкость	Вода 100%
Макс. расход	92 м³/ч
Макс. напор	40 мвс
Макс. рабочее давление	2,5 МПа
Номинальная мощность электродвигателя	2,2 кВт
Номинальная частота вращения	2900 1/мин
Номинальный ток (прим.) IN 3~400 В, А	4,5
Подключение к сети	3~400 V, 50/60 Hz
Вес	55 кг

Центробежный насос WILO MHL 1603



Технические характеристики центробежный насос WILO MHL 1603

Перекачиваемая жидкость	Вода 100%
Макс. расход	25 м³/ч
Макс. напор	35 мвс
Макс. рабочее давление	1 МПа
Номинальная мощность электродвигателя	2,2 кВт
Номинальная частота вращения	2900 1/мин
Номинальный ток (прим.) IN 3~380 В, А	4,7
Подключение к сети	3~380 V, 50/60 Hz
Вес	22 кг

Центробежный насос WILO MHL 1604



Технические характеристики центробежный насос WILO MHL 1604

Перекачиваемая жидкость	Вода 100%
Макс. расход	25 м³/ч
Макс. напор	47 мвс
Макс. рабочее давление	1 МПа
Номинальная мощность электродвигателя	2,2 кВт
Номинальная частота вращения	2900 1/мин
Номинальный ток (прим.) IN 3~380 В, А	4,7
Подключение к сети	3~380 V, 50/60 Hz
Вес	22 кг

				ВКР.194.009.15.03.04 СХ				
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Описание технических средств	Литера	Масса	Масштаб
Разраб.	Сборнов А.А.					у		
Проверил	Рыбалев А.Н.					Лист 3	Листов 6	
Т.контр.	Рыбалев А.Н.							
Н.контр.	Скрипко О.В.				Система однокотельной автоматики, блочно-модульной водогрейной котельной			АМГУ Кафедра АППиЭ
Утвердил	Скрипко О.В.							

Трехходовой клапан регулирующий 3F100 ESBE



Технические характеристики трехходовой клапан регулирующий 3F100 ESBE

Диаметр номинальный DN	100
Номинальное давление	0,6 МПа
Пропускная способность	225 м³/ч
Макс. рабочее давление	10 бар
Среда	Холодная и теплая вода
Температура среды	-10°C +110 °C
Соединение с трубой	Фланцевое
Поворот штока	90°
Вес	21 кг

Клапан двухходовой регулирующий «Гранрег» KM124P



Технические характеристики клапан двухходовой регулирующий «Гранрег» KM124P

Диаметр номинальный DN	40
Условное давление	1,6 МПа
Материал корпуса	Латунь
Материал седлового уплотнения	Металл по металлу
Среда	Холодная и теплая вода
Температура среды	-20°C +160 °C
Степень защиты	IP65
Вес	10,5 кг

Технические характеристики термopеобразователь сопротивления ОВЕН ДТС095

Группа	Датчики
Измеряемая величина	Температура
Диапазон измерений температуры	От -50°C до +180°C
Класс защиты	IP54
Материал корпуса	Нерж. сталь
Выходной сигнал	Электрическое сопротивление
Напряжение питания	50В AC / 120В DC
Резьба штуцера	M20x1.5
Диаметр датчика	10 мм

Термopеобразователь сопротивления ОВЕН ДТС095



Электромагнитный клапан T-GR 105



Технические характеристики электромагнитный клапан T-GR 105

Диаметр номинальный DN	25
Максимальное рабочее давление	1,2-1,6 МПа
Материал корпуса	Латунь
Материал уплотнений	Нитрильный каучук
Среда	Холодная и теплая вода
Температура среды	-10°C +140 °C
Напряжение номинальное	220В /50 Гц
Степень защиты	IP65
Вес	10 кг

Датчик избыточного давления ОВЕН ПД100-ДИ 0,6



Водяной теплообменник Ридан НН 7А



Технические характеристики водяной теплообменник Ридан НН 7А

Макс. рабочее давление	До 2,5 МПа
Допустимое количество пластин	5 - 111 шт.
Площадь одной пластины	0,07 м²
Условный проход портов	50 мм
Максимальная площадь теплообмена	7,96 м²
Максимальное расчетное давление для двух контуров	2,5 МПа
Температура среды	-30°C +200 °C

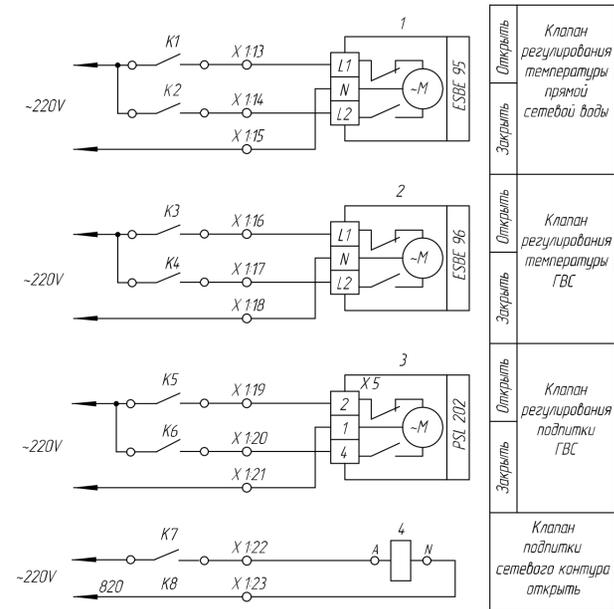
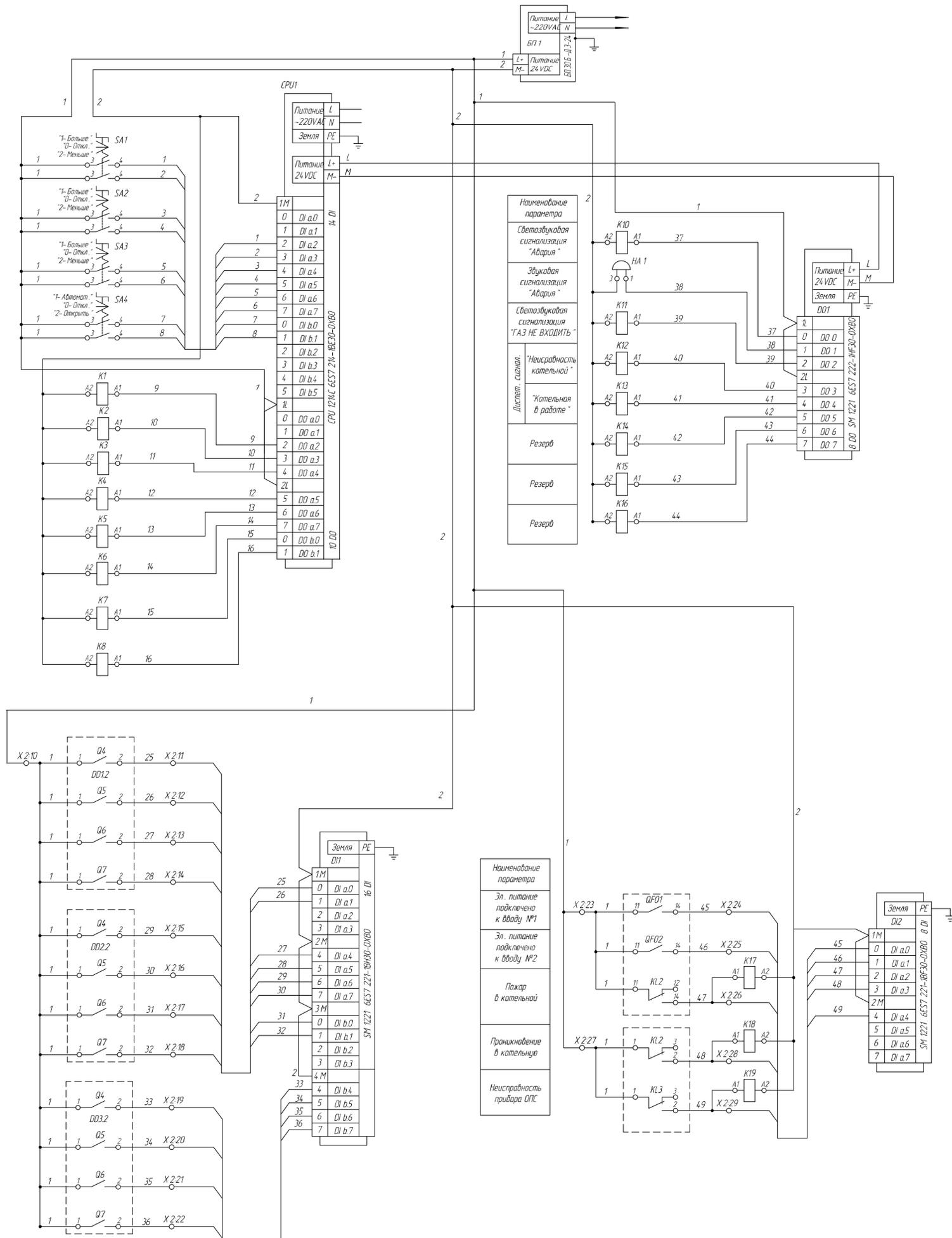
Технические характеристики датчик избыточного давления ОВЕН ПД100-ДИ 0,6

Группа	Датчики
Измеряемая величина	Давление
Диапазон измерений температуры	От -40°C до +100°C
Класс защиты	IP65
Класс точности	0,5
Верхний предел измерений	0,6 МПа
Напряжение питания	12...36 В
Резьба штуцера	M20x1.5
Диаметр датчика	10 мм

				ВКР.194.009.15.03.04 СХ				
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Описание технических средств	Литера	Масса	Масштаб
Разраб.	Сварнов А.А.					у		
Проверил	Рыбальев А.Н.							
Т.контр.	Рыбальев А.Н.							
Н.контр.	Скрипко О.В.				Система однокотельной автоматики, блочно-модульной водогрейной котельной	АМГУ Кафедра АППиЭ		
Утвердил	Скрипко О.В.							

Наименование параметра	
Ключ ручного управ. регул. клапаном темпер. теплосети "Большее"	1
Ключ ручного управ. регул. клапаном темпер. теплосети "Меньшее"	2
Ключ ручного управ. регул. клапаном темпер. ГВС "Большее"	3
Ключ ручного управ. регул. клапаном темпер. ГВС "Меньшее"	4
Ключ ручного управ. регул. клапаном подпитки ГВС "Большее"	5
Ключ ручного управ. регул. клапаном подпитки ГВС "Меньшее"	6
Ключ ручного управ. клапаном подпитки сетевого контура "1-Откл."	7
Ключ ручного управ. клапаном подпитки сетевого контура "2-Открыт"	8
Клапан регулирования температуры прямой сетевой воды (1)	Элемент
Клапан регулирования температуры ГВС (28)	Элемент
Клапан регулирования подпитки ГВС (2)	Элемент
Клапан подпитки сетевого контура открыт (3)	Элемент
Резерв	

Наименование параметра	
Насос сетевой К.3.1 в работе	1
Насос сетевой К.3.2 в работе	2
АВР сетевых насосов	3
Неисправность сетевых насосов	4
Насос эжектора контура ГВС К.4.1 в работе	5
Насос эжектора контура ГВС К.4.2 в работе	6
АВР насосов эжектора контура ГВС	7
Неисправность насосов эжектора контура ГВС	8
Насос исходной воды К.5.1 в работе	9
Насос исходной воды К.5.2 в работе	10
АВР насосов исходной воды	11
Неисправность насосов исходной воды	12

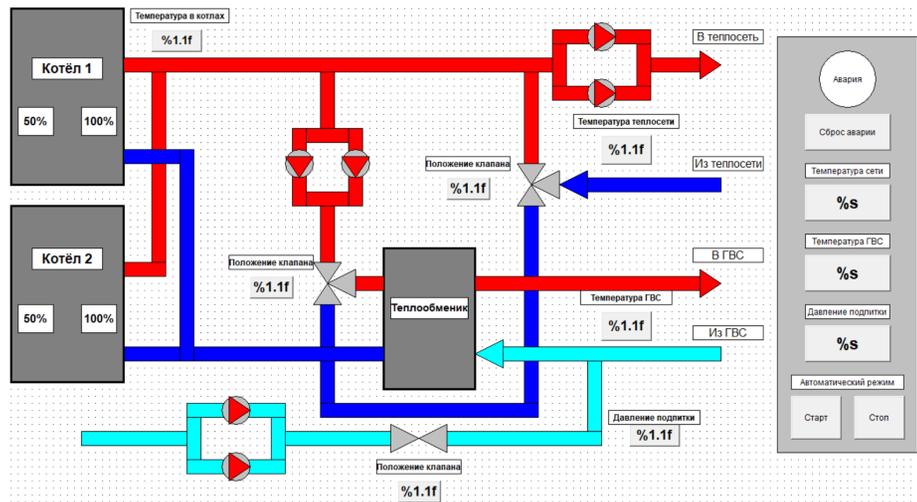


Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Выборы по месту:</i>			
СРУ1	Контроллер CPU 1214C 6ES7 214-1BE30-0XB0	1	
БП1	Блок питания БП 30 Б-Д 3-24 ток нагрузки 1,25А	1	
SA1	Переключатель на три положения с возвратом в центр ХВ4-В153 состоящий из корпус в сборе 2 НО контакта ZB4-BZ103	3	
SA2	Переключатель на три положения с возвратом в центр ХВ4-В153 состоящий из корпус в сборе 2 НО контакта ZB4-BZ103	1	
SA3	Переключатель на три положения с возвратом в центр ХВ4-В153 состоящий из корпус в сборе 2 НО контакта ZB4-BZ103	1	
SA4	Переключатель на три положения с фиксации ХВ4-В153 состоящий из корпус в сборе 2 НО контакта ZB4-BZ103	1	
K1-K19	Миниатюрное РСВ реле 4.0 серии Упит-24VDC, 1 перек. конт. 16А	19	
DO1	Модуль дискретного выхода S M 1221 6ES7 222-1HF30-0XB0	1	
HA1	Устройство звуковой сигнализации ХБ5-К5В	1	
DI1	Модуль дискретного ввода S M 1221 6ES7 221-1BH30-0XB0	1	
DI2	Модуль дискретного ввода S M 1221 6ES7 221-1BH30-0XB0	1	
1	Клапан регулирующий трехходовой с электроприводом ESBE 95	1	
2	Клапан регулирующий трехходовой с электроприводом ESBE 96	1	
3	Клапан двухходовой с электроприводом PSL 202 "ADL"	1	
4	Клапан электромагнитный T-GP 105 "TORX"	1	

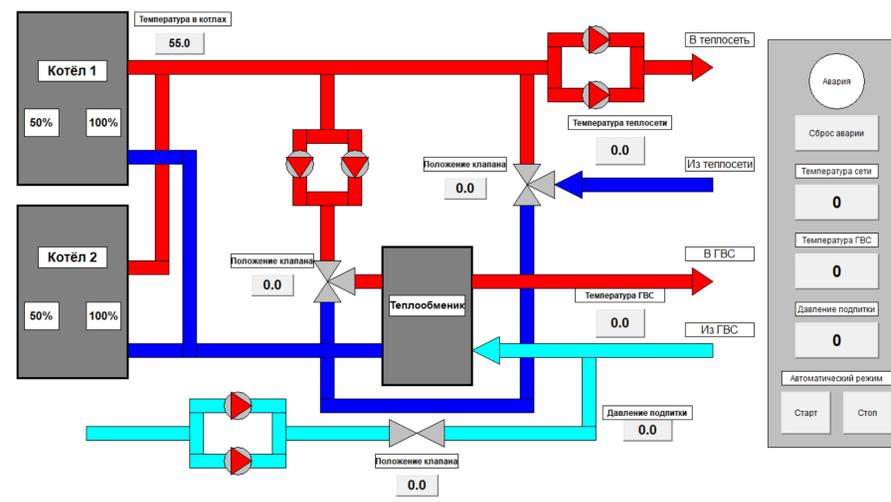
ВКР.194.009.15.03.04.СХ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Схема электрическая принципиальная Дискретное подключение.	Литера	Масса	Масштаб
Разработал	Свердлов А.А.					У		
Проверил	Рыбалов А.И.							
Т. контроль	Рыбалов А.И.							
И. контроль	Скрипко О.В.				Система общекотельной автоматики лично-модульной водогрейной котельной	АМГУ Кафедра АППЭ		
Утвердил	Скрипко О.В.					Лист 5	Листов 6	

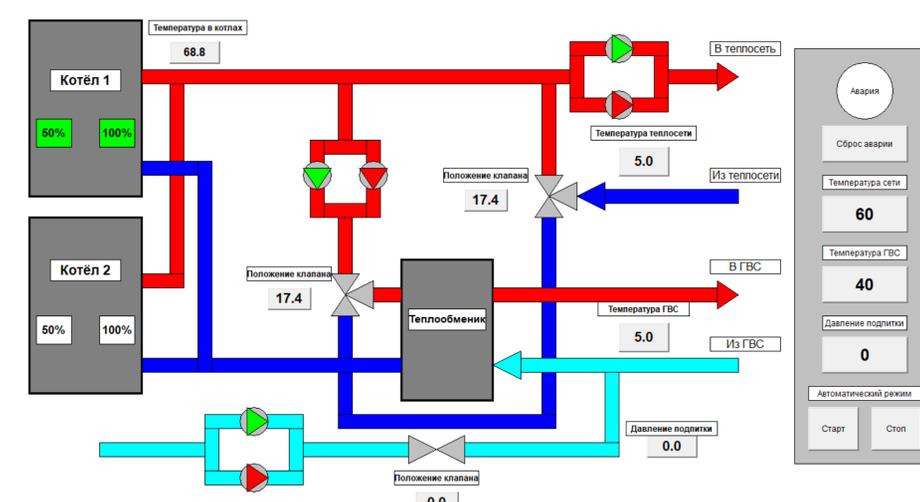
Главный экран



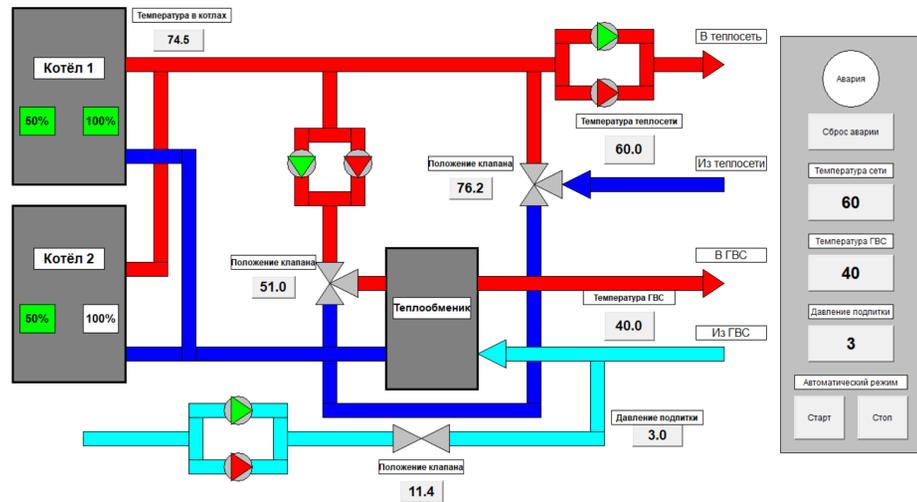
Запуск программы



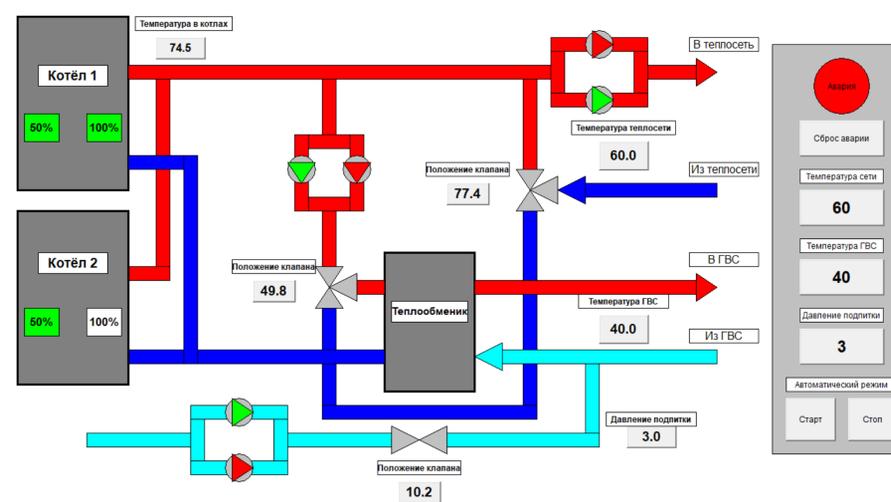
Установка температуры ГВС, теплосети и давления подпитки



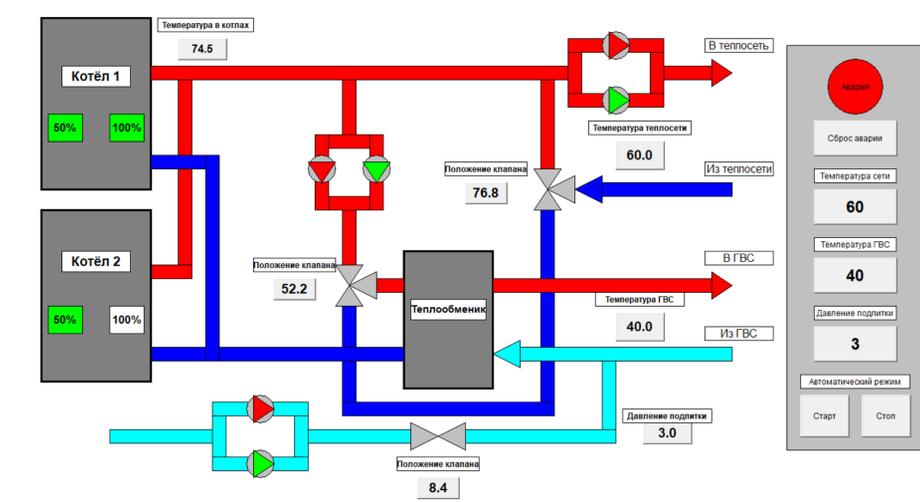
Достижение заданных температур и давления



Авария первого насоса в контуре теплосети



Авария первого насоса в контуре ГВС, теплосети и подпитки



Панель ручного управления

РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЯ

Контур теплосети		Контур ГВС		Контур подпитки		Котлы	
Температура сети	60.0	Температура ГВС	40.0	Давление	3.0	Температура котла	74.5
положение клапана	74.4	положение клапана	50.4	положение клапана	10.8	Котел 1	50% 100%
ВКЛ открыть ВЫКЛ		ВКЛ открыть ВЫКЛ		ВКЛ открыть ВЫКЛ		Котел 2	50% 100%
ВКЛ закреть ВЫКЛ		ВКЛ закреть ВЫКЛ		ВКЛ закреть ВЫКЛ		Ручное управление	
ВКЛ Насос 1 ВЫКЛ		ВКЛ Насос 1 ВЫКЛ		ВКЛ Насос 1 ВЫКЛ		ВКЛ/ВЫКЛ	
ВКЛ Насос 2 ВЫКЛ		ВКЛ Насос 2 ВЫКЛ		ВКЛ Насос 2 ВЫКЛ			