

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  
« 25 » 06 2022 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: Автоматизированные системы управления технологическими  
процессами блочно-модульной водогрейной котельной

Исполнитель  
студент группы 841 об

  
(подпись, дата)

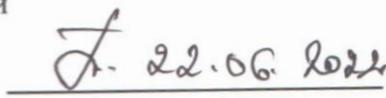
М.А. Травникова

Руководитель  
доцент, канд. техн. наук

  
(подпись, дата)

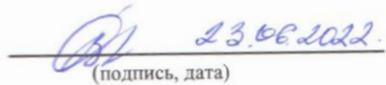
А.Н. Рыбалев

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

  
(подпись, дата)

А.Б. Булгаков

Нормоконтроль  
профессор, д-р техн. наук

  
(подпись, дата)

О.В. Скрипко

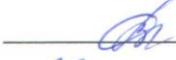
Благовещенск 2022

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

Факультет энергетический  
Кафедра энергетики  
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  
« 25 » 06 2022 г.

**З А Д А Н И Е**

К выпускной квалификационной работе студента Травниковой Марины Андреевны

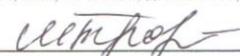
Тема выпускной квалификационной работы: Автоматизированные системы управления технологическими процессами блочно-модульной водогрейной котельной

(утверждена приказом от 09.04.22 № 679-уч)

- Срок сдачи студентом законченной работы (проекта) 25.06.2022
- Исходные данные к выпускной квалификационной работе: Техническая документация; материал, полученный в ходе выполнения работы; интернет ресурсы.
- Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов): 1. Информация об объекте автоматизации; 2. Выбор оборудования; 3. Разработка принципиальной схемы; 4. Программная реализация; 5. Безопасность и экологичность.
- Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.) 6 листов графической части, 70 страниц, 22 рисунка. 1 таблица.
- Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов) Булгаков Андрей Борисович – консультант по безопасности и экологичности, доцент, кандидат технических наук
- Дата выдачи задания 10.03.2022

Руководитель выпускной квалификационной работы: Рыбалев Андрей Николаевич - доцент, кандидат технических наук

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

Задание принял к исполнению (дата): 10.03.2022 

(подпись студента)

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 70 страницы, 22 рисунка, 1 таблицу, 2 приложения, 20 источников.

БЛОЧНО-МОДУЛЬНАЯ ВОДОГРЕЙНАЯ КОТЕЛЬНАЯ, КОТЁЛ, ГОРЕЛКА ГАЗО-ДИЗЕЛЬНАЯ, НАСОС ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ, УПРАВЛЕНИЕ, ИЗМЕРЕНИЕ, КОНТРОЛЛЕР, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ШКУ.

Целью выпускной работы является создание автоматизированной системы управления блочно-модульной водогрейной котельной МВКУ-3,0ГД. Трубопроводная система «Восточная Сибирь - Тихий океан» участок НПС «Сковородино»- СМНП «Козьмино (ВСТО-II). АБК ДАО МН, РНУ, ЦРС, и БПО, ЛЗУ, ЛЭС» ЦРС и БПО в г. Белогорск.

В выпускной квалификационной работе исследован объект автоматизации, изучен технологический процесс. В соответствии с изучением процессов, протекающих в системе и расположением силового оборудования были разработаны:

- 1) Функциональная схема автоматизации;
- 2) Принципиальные электрические схемы;
- 3) Схемы щитов автоматического управления;
- 4) Программа управления.

## Содержание

Введение	9
1 Информация об объекте автоматизации	9
1.1 Принцип работы объекта автоматизации	10
1.2 Техническое задание на разработку	10
2 Выбор оборудования	12
2.1 Выбор основного оборудования	12
2.1.1 Выбор водогрейного котла	12
2.1.2 Выбор газо-дизельной горелки	12
2.1.3 Выбор рециркуляционного насоса	14
2.2 Выбор измерительных преобразователей и датчиков	17
2.2.1 Выбор счетчика напора газа	17
2.2.2 Выбор расходомера	18
2.2.3 Выбор преобразователя температуры	19
2.2.4 Выбор термометра биметаллического	20
2.2.5 Выбор манометров	21
2.2.6 Выбор тягонапорометра	23
2.2.7 Выбор термопреобразователя сопротивления	24
2.2.8 Выбор преобразователя избыточного давления	25
2.3 Выбор коммутационной аппаратуры.	26
2.3.1 Выбор контактора	26
3 Разработка принципиальной схемы	27
3.1 Описание принципиальной электрической схемы	29
3.2 Позиционные обозначения	32
4 Программная реализация	36
4.1 Экран отображения технологического процесса	39
5 Безопасность и экологичность	41
5.1 Безопасность	41
5.1.1 Эксплуатация блочно-модульной котельной	41
5.1.2 Приемка в эксплуатацию блочно-модульную котельную	42

5.1.3 Требования к персоналу обслуживающего блочно-модульную водогрейную котельную	43
5.1.4 Указания по мерам безопасности блочно-модульной котельной	46
5.2 Экологичность	47
5.3 Чрезвычайные ситуации	47
5.3.1 Пожарная безопасность блочно-модульной котельной	50
5.3.2 Пожарная безопасность в котельных	51
5.3.3 Диспетчерская (аварийно-диспетчерская) служба	52
5.3.4 Порядок ликвидации аварий в бмк	54
Заключение	56
Библиографический список	58
Приложение А	60
Приложение Б	66

## 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

АСУТП – автоматизированные системы управления техническими процессами;

АС - автоматизированная система;

СА - средства автоматизации;

УГО - условное графическое обозначение;

НПС - нефтеперекачивающая станция;

ЦРС - центральная ремонтная служба;

БПО - база производственного обслуживания.

## ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация – это применение технических средств и специальных систем управления, частично или полностью освобождающих человека от непосредственного участия в процессе производства, получения и преобразования энергии, материалов, информации.

В данной работе рассматривается создание автоматической системы управления блочно-модульных водогрейной котельной. Такая котельная служит для обогрева помещений максимальной площадью до 5000м<sup>2</sup>. В качестве теплоносителя используется вода/пар, нагреваемые в котлах «Термотехник ТТ 100- 1500». Поддержание возможности постоянного отопления необходимо так как существует вероятность временного размещения людей, следовательно, необходимо все элементы котельной необходимо резервировать на случай отказа каких-либо объектов.

Блочно-модульная котельная представляет собой автономное сооружение, поставляемое на объект в виде транспортабельных блоков. Здание блочно-модульной котельной, как правило, сооружается из сборных металлоконструкций (модулей).

Отдельные модули представляют собой секции с каркасной металлической конструкцией и ограждающими элементами из негорючих сэндвич-панелей. При монтаже модули соединяются между собой, стыки герметизируются и, возможно, декорируются накладками.

Внутри сооруженного корпуса размещаются технологическое оборудование котельной и трубопроводная система. Состав оборудования, которым комплектуются блочно-модульные котельные, может варьировать в зависимости от вида топлива и типа используемого котла. Блочно-модульные котельные могут функционировать на любом виде топлива - угле, жидком топливе, газе.

### 1 ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ АВТОМАТИЗАЦИИ

## **1.1 Принцип работы объекта автоматизации**

Стационарные блочно-модульные котельные на газе - это полностью укомплектованные и собранные в заводских условиях сооружения, предназначенные для нагрева теплоносителя и горячего водоснабжения.

Работа блочно-модульной котельной: в котлах в результате сгорания топлива нагревается теплоноситель, который затем поступает отапливаемому объекту. Постоянная циркуляция теплоносителя обеспечивается работающими насосами. Обратная линия котельной - это возврат остывшего теплоносителя в установку для её разогрева и поступления обратно в объект.

Блочные котельные технологии, несмотря на лёгкость эксплуатации, выносимость и практичность, — это сложное оборудование повышенной опасности, особенно в случае, если в качестве топлива выступает газ.

К основным характеристикам котельной относятся:

1. Тепловая мощность – 3000 кВт;
2. Количество котлов – 2шт. по 1500 кВт каждый;
3. Основное топливо – природный газ, аварийное/резервное – дизельное;
4. Температурный график сети отопления – 90 (95) / 70 °С;
5. Подающий контур ГВС – 60 (65) °С (при наличии).

## **1.2 Техническое задание на разработку**

При проектировании любой системы особенно важно уделить особое внимание техническому заданию. Техническое задание для данной работы разработана согласно с требованиями ГОСТ 64.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы».

Ключевая роль при создании АС отводится именно разработке и согласованию технического задания, так как он должен определять требования и порядок разработки, развития и модернизации системы. В соответствии с данным документом должны будут проводиться работы по испытанию и приемке системы в эксплуатацию. Техническое задание может быть разработано как на систему в целом, так и на ее части.

Стандартом для разработки данного документа является ГОСТ 34.602-89, регламентирующий содержание разделов и стиль изложения в ТЗ.

Итак, согласно ГОСТу, техническое задание должно включать следующие разделы:

1. Общие сведения;
2. Назначение и цели создания (развития) системы;
3. Характеристика объектов автоматизации;
4. Требования к системе;
5. Состав и содержание работ по созданию системы;
6. Порядок контроля и приемки системы;
7. Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие;
8. Требования к документированию;
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 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

### 2.1 Выбор основного оборудования

#### 2.1.1 Выбор водогрейного котла

Котел водогрейный ТТ 100 «Энтророс» на рисунке 1.



Рисунок 1 - Котел водогрейный ТТ 100 «Энтророс»

Технические характеристики [2]:

Номинальная теплопроизводительность - 1500 кВт;

Отапливаемая площадь - 15000 м<sup>2</sup>;

Вид топлива - Природный газ по ГОСТ 5542-2014, пропан-бутан по ГОСТ 20448-90, дизельное топливо по ГОСТ 1667-68;

КПД котла - 92,0 %;

Максимальное давление на входе в котёл - 6 Бар;

Температура воды на выходе из котла - +60...+115°С;

Водяной объем котла - 1,9 м<sup>3</sup>;

Размеры дымохода, Ø - 350 мм;

#### 2.1.2 Выбор газо-дизельной горелки

Горелка газо-дизельная Cibital Unigas HP73A-MGPR.S.RU.A.8.50 на рисунке 2 [2].



Рисунок 2 - Горелка газо-дизельная Cibital Unigas HP73A-MGPR.S.RU.A.8.50

Технические характеристики [2]:

Мощность мин.: макс. кВт- 320 - 2050;

Тип топлива: Природный газ - дизтопливо;

Расход газа мин.: макс. (Стм<sup>3</sup>/час) - 34 - 217;

Расход дизтоплива мин.: макс. кг/ч - 27 – 173;

давление жидкого топлива на входе в рампу макс. бар: 2;

Вязкость дизтоплива: 2 – 7,4 сСт При 40°C;

Плотность дизтоплива: 840 кг/м<sup>3</sup>;

Электрическое питание: 230V 3~ / 400V 3N ~ 50Hz;

Общая электрическая мощность кВт: 4,05;

Электродвигатель кВт: 3;

Двигатель насоса кВт: 0,55;

Класс защиты: IP40;

Примерный вес кг: 112;

Тип регулирования: Двухступенчатое;

Газовая рампа: 50;

Диаметр клапанов / Газовые соединения: 2" / Rp2;

Рабочая температура °C: -10 ÷ +50;

Температура хранения - °C: -20 ÷ +60;

Время работы: Прерывный;

Комплект газоанализатора [1].

### 2.1.3 Выбор рециркуляционного насоса

Насос котловой рециркуляционный Wilo TOP-S 50/7 3 на рисунке 3.



Рисунок 3 - Насос котловой рециркуляционный Wilo TOP-S 50/7 3

Технические характеристики:

Корпус насоса: Серый чугун;

Рабочее колесо: Синтетический материал;

Вал насоса: Нержавеющая сталь;

Подшипники: Металлографит.

Допустимая перекачиваемая среда (другие среды по запросу):

Макс. расход: 28 м<sup>3</sup>/ч;

Макс. напор: 7.0 М.

Допустимая область применения:

Диапазон температур при макс. температуре окружающей среды +40 °С: -20 до +130 (в кратковременном режиме 2 ч: +140) (при использовании с защитным модулем Wilo-C: от -20 до +110) °С.

Подсоединения к трубопроводу:

Номинальный внутренний диаметр фланца: DN 50;

Фланец: Комбинированный фланец PN6/10;

Габаритная длина: 280 мм

Мотор/электроника

Создаваемые помехи: EN 61000-6-3

Помехозащищенность: EN 61000-6-2

Насос оснащен мотором с мокрым ротором (однофазный ток (1~) или трехфазный ток (3~)), сетевое напряжение и сетевая частота указаны на фирменной табличке. Все движущиеся детали в моторе омываются перекачиваемой средой. В соответствии с конструкцией, перекачиваемая среда обеспечивает смазывание вала ротора, смонтированного на опорах скольжения.

Мотор с переключением частоты вращения. Система переключения частоты вращения имеет различные исполнения в соответствии с типом клеммной коробки. Это может быть переключатель частоты вращения, в других случаях переключение осуществляется штекером переключения или внешним либо внутренним шунтированием контактов (см. ввод в эксплуатацию/Переключение частоты вращения). В качестве принадлежности для напряжения 3 ~230 В доступен соответствующий штекер переключения.

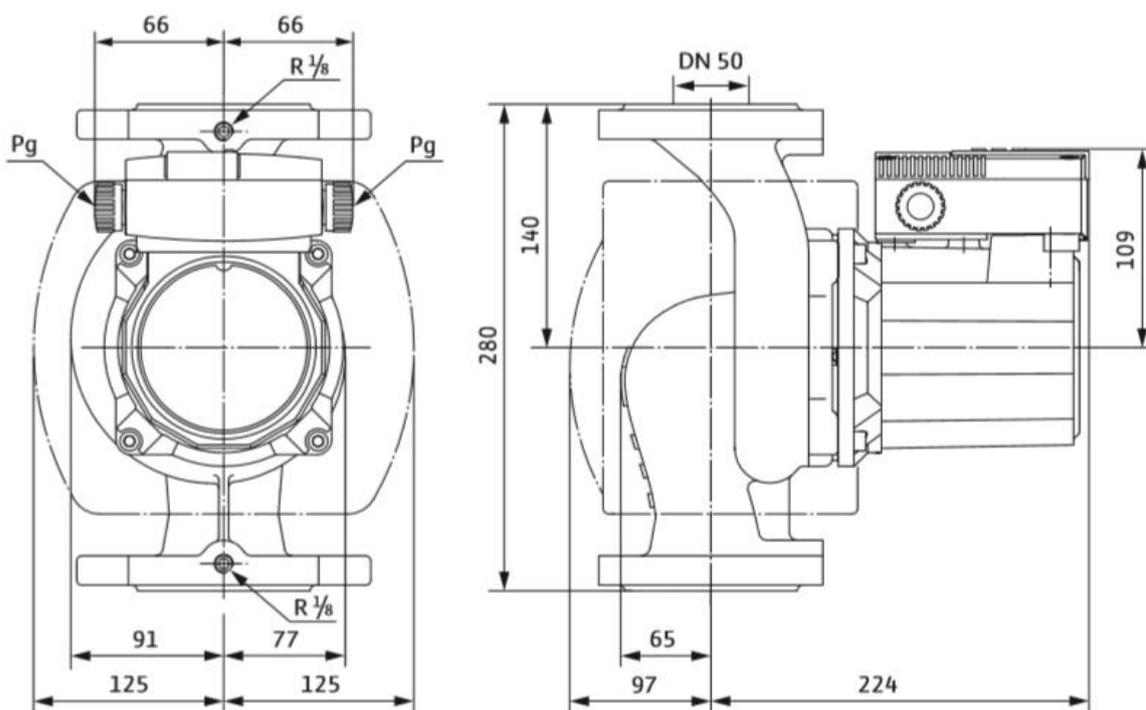
TOP-SD: у сдвоенного насоса оба крепежных комплекта выполнены одинаково и размещены в общем корпусе насоса.

Электрическое подключение насоса:

- Вид тока и напряжение в сети должны соответствовать данным на фирменной табличке;
- Электрическое подключение должно осуществляться через постоянную соединительную линию, которая снабжена штепсельным устройством или сетевым выключателем всех фаз с зазором между контактами 3 мм;
- Предохранители со стороны сети: 10 А, инерционного типа;
- Сдвоенные насосы: оба мотора сдвоенного насоса должны иметь отдельно отключаемую соединительную линию и отдельные предохранители со стороны сети;
- Насосы можно использовать без ограничений в существующих сетях с устройством защитного отключения при перепаде напряжения или без него. При выборе характеристик устройства защитного отключения при перепаде напряжения учитывать количество подключенных насосов и номинальные значения тока моторов;

- При использовании насоса в системах с температурой воды выше 90°C необходимо применять соответствующую термоустойчивую соединительную линию;
- Все соединительные линии необходимо прокладывать таким образом, чтобы они ни в коем случае не касались трубопровода и/или корпуса насоса и мотора;
- Для обеспечения защиты кабельного ввода от брызг воды и разгрузки его от натяжения необходимо использовать соединительную линию с внешним диаметром 10 - 12 мм. Кроме того, кабель вблизи ввода необходимо свернуть в петлю для отвода накапливающейся воды. Свободные кабельные вводы должны быть закрыты имеющимися уплотнительными шайбами и резьбовыми колпачками;
- Ввод насоса в эксплуатацию допускается только с надлежащим образом прикрученной крышкой модуля. Следить за правильной посадкой уплотнения крышки;
- Заземлить насос/систему согласно предписаниям.

В нашем случае при автоматизации котловой автоматики мы регулировали циркуляционный насос, который изображен на рисунке 4. Его назначение базируется на то, чтобы производить прогонку воды в котёл. У него есть два состояния включён/выключен. Он находится в состоянии включён при условии, что показания температуры и давление прямой котловой воды перед котлом не превышают 70°C и 0,4 Мпа. В остальных случаях насос должен находиться в состоянии выключен.



## 2.2 Выбор измерительных преобразователей и датчиков

### 2.2.1 Выбор счетчика напора газа

Счетчик расхода газа СГ 16 МП-250 Ду 80 на рисунке 5.



Рисунок 5 - Счетчик расхода газа СГ 16 МП-250 Ду 80

Технические характеристики [1]:

Диапазон рабочих расходов: от 8 м<sup>3</sup>/ч до 4000 м<sup>3</sup>/ч;

Диаметр условного прохода: от Ду50 до Ду200;

Максимальное рабочее давление газа: 1,6 МПа; 7,5 Мпа;

Диапазон температуры:

- окружающей среды от -40 °С до +70 °С;

- измеряемой среды от -20 °С до +50 °С.

Пределы допускаемой относительной погрешности:

- в диапазоне расходов от  $Q_t$  до  $Q_{max}$ ;  $\pm 1\%$ ;

- в диапазоне расходов от  $Q_{min}$  до  $Q_t$ ;  $\pm 2\%$ ,

где  $Q_t$ - точка перехода (расход, при котором погрешность меняется от одного значения к другому):

- счетчики СГ16МТ-100-Р (-Р-1):  $0,2 Q_{max}$ ;

- счетчики СГ16 (75) МТ-250...4000-Р-2: 0,1 Q max;

- счетчики СГ16МТ-250...4000-Р-3: 0,05 Q max.

### 2.2.2 Выбор расходомера

Расходомер - счетчик нефти фланцевый VZ0 20FL130/25-RV1 на рисунке 6.



Рисунок 6 - Расходомер - счетчик нефти фланцевый VZ0 20FL130/25-RV1

Технические характеристики [7]:

Номинальный диаметр, DN мм: 20;

Дюйм: 0,75;

Монтажная длина мм: 165;

Максимальный расход,  $Q_{\text{макс}}$  л/ч: 1500;

Длительный расход,  $Q_n$  л/ч: 1000;

Минимальный расход,  $Q_{\text{мин}}$  л/ч: 30;

Старт при (прибл.) л/ч: 12;

Минимальное читаемое кол-во л.: 0,1;

Регистрирующая способность 4) прибл.,  $\text{м}^3$ : 10,000;

Длительность регистрации при  $Q_n$  без перебега прибл., ч.: 10,000;

Величина ячейки предохранительного фильтра мм: 0,400;

Величина ячейки фильтрагрязевика, макс. мм: 0,400;

Объем измерительной камеры  $\text{см}^3$ : 36;

Масса с винтовыми соединениями кг: 2,5;

Масса с фланцем кг: 4,5;

Импульсы дистанционного датчика: 5;

IN индуктивный DIN 19234 л/импульс: 0.01;

RV герконовый л/импульс: 1;

Импульсная частота, IN:

- при  $Q_{\text{макс}}$ . Гц 41,667;

- при  $Q_{\text{мин}}$ . Гц 0.833.

### 2.2.3 Выбор преобразователя температуры

Преобразователь температуры измерительный НПТ-1 00 1 1 на рисунке 7.



Рисунок 7 - Преобразователь температуры измерительный НПТ-1 00 1

Технические характеристики [6]:

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

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

Потребляемый ток, не более:

– для рабочего режима: 35 мА;

– для режима конфигурирования (питание осуществляется от USB-Host): 50 мА;

Номинальный диапазон выходного тока преобразователя: 0 – 20 мА, 4 – 20 мА;

Функция преобразования входных сигналов: монотонно возрастающая или убывающая;

Нелинейность преобразования, не хуже:  $\pm 0,1\%$ ;

Разрядность аналого-цифрового преобразователя, не менее:

– при работе с термометрами сопротивления: 15 бит;

– при работе с термопарами: 14 бит;

Разрядность ЦАП не менее: 11 бит;

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

Допустимое отклонение сопротивлений проводов при трехпроводной схеме подключения ТС, не более: 0,01% от  $R_0$ ;

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

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

Пульсации выходного сигнала: 0,6%;

Время установления рабочего режима (предварительный прогрев), не более: 15 мин;

Время установления выходного сигнала после скачкообразного изменения входного, не более: 1 с;

Время непрерывной работы: круглосуточно;

Интерфейс связи с ПК: USB2.0 Full Speed;

Габаритные размеры: 98 × 82 × 22 мм;

Масса, не более: 500 г;

Средняя наработка на отказ, не менее: 500 000 ч;

Средний срок службы, не менее: 12 лет.

#### **2.2.4 Выбор термометра биметаллического**

Термометр биметаллический БТ-52.211 0-100 °С на рисунке 8.



Рисунок 8 - Термометр биметаллический БТ-52.211

Технические характеристики [1]:

Рабочее давление на гильзе: 25кгс/см<sup>2</sup> (2,5МПа);

Рабочая температура: от 0 до +120 °С;

Класс точности: 2,5;

Диаметр корпуса: 63мм;

Длина погружной части: 50мм;

Расположение штуцера: осевое (тыльное);

Температура окружающей среды: -10 +40 °С;

Присоединительная резьба: G1/2;

Материал корпуса: нержавеющая сталь;

Материал штока и гильзы: латунь;

Степень защиты: IP43.

### **2.2.5 Выбор манометров**

Манометр общетехнический ТМ-510Р.0010-0.6 Мпа на рисунке 9.



Рисунок 9 - Манометр общетехнический ТМ-510Р

Технические характеристики [2]:

Рабочее давление на гильзе: 25кгс/см<sup>2</sup> (2,5МПа);

Рабочая температура: от 0 до +120 °С;

Класс точности: 2,5;

Диаметр корпуса: 63мм;

Длина погружной части: 50мм;

Расположение штуцера: осевое (тыльное);

Температура окружающей среды: -10 +40 °С;

Присоединительная резьба: G1/2;

Материал корпуса: нержавеющей сталь;

Материал штока и гильзы: латунь;

Степень защиты: IP43.

Манометр электроконтактный ТМ-510Р.0610-0.6 Мпа на рисунке 10.



Рисунок 10 - Манометр электроконтактный ТМ-510Р

Технические характеристики [2]:

Рабочее давление: 0-6МПа (60атмосфер=60бар=60кгс/см<sup>2</sup>=6,0МПа);

Класс точности: 1,5;

Расположение штуцера: радиальное;

Диаметр корпуса: 100мм;

Температура окружающей среды: -50 +60 °С;

Температура рабочей среды: +150 °С;

Присоединительная резьба: G1/2;

Материал корпуса: сталь;

Материал механизма: латунь;

Степень защиты: IP40.

### **2.2.6 Выбор тягонапорометра**

Тягонапорометр ТНМП-100-М1Р—0.2кПа-2.5-УЗ на рисунке 11.



Рисунок 11 - Тягонапорометр ТНМП-100-М1Р-0.2кПа-2.5-УЗ

Технические характеристики [7]:

Рабочее давление: от -0,2 до +0,2 кПа (0,2кПа=2mbar);

Класс точности: 2,5;

Диаметр корпуса: 100 мм;

Материал корпуса: сталь;

Присоединение к штуцеру: М20х1,5;

Материал штуцера: латунь;

Степень защиты: IP40.

### 2.2.7 Выбор термопреобразователя сопротивления

Термообразователь сопротивления медный ДТС 095-100 М.В 3.80 на рисунке 12.



Рисунок 12 - Термообразователь сопротивления медный ДТС 095-100 М.В 3.80

Технические характеристики [2]:

Материал корпуса: нержавеющая сталь 12Х18Н10Т;

Длина погружной части L: 80 мм;

Резьба штуцера: M20x1,5;

Диапазон измеряемых температур: -50...+180 град С;

Условное давление: 10 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>);

Диаметр датчика D: 10 мм;

Исполнение коммутационной головки: пластмасса;

Номинальная статическая характеристика НСХ: 100М;

Класс допуска: В;

Схема внутренних соединений проводников: 3 - трехпроводная (под заказ 2 и 4-проводная);

Степень защиты: IP54.

### 2.2.8 Выбор преобразователя избыточного давления

Преобразователь избыточного давления ОВЕН ПД 100-ДИ 0.6 М-0.5 на рисунке 13.



Рисунок 13 - Преобразователь избыточного давления ОВЕН ПД 100-ДИ 0.6 М-0.5

Функции [6]:

Измерение избыточного давления нейтральных к нержавеющей стали AISI 316L (AISI 304S) сред (газы, пар, вода, слабоагрессивные жидкости).

Основная приведенная погрешность: 0,5; 1,0 % ВПИ;

Преобразование давления в унифицированный сигнал постоянного тока: 4...20 мА;

Верхний предел измеряемого давления (ВПИ): от 16 кПа до 40 Мпа;

Перегрузочная способность: не более 300 % при ВПИ до 35 кПа, не более 200 % при ВПИ выше 35 кПа;

Степень защиты корпуса и электроразъема преобразователя: IP65;

Помехоустойчивость удовлетворяют требованиям к оборудованию класса А по ГОСТ 30804.6.2-2013.

## **2.3 Выбор коммутационной аппаратуры.**

### **2.3.1 Выбор контактора**

Контактор TeSys LC1E1210M5 1H0 контакт на рисунке 14.



Рисунок 14 - Контактор TeSys LC1E1210M5 1H0 контакт

Технические характеристики [2]:

Катушка магнитного пускателя: 220VAC;

Индуктивная нагрузка: 12 А;

Активная нагрузка: 25 А;

Мощность трехфазного двигателя: не более 5,5 кВт;

Крепление на дин-рейку: есть;

Возможность собрать реверсивный магнитный пускатель: есть;

Возможность монтажа дополнительных контактов: есть;

Возможность монтажа временного реле: есть;

Рабочее напряжение: 690 В;

Температура: ниже -30С и более +65 °С;

Потребляемая мощность удержания контактов: от 8 до 55 В.

### 3 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ

При проектировании систем автоматизации после выполнения функциональных схем следующим этапом является разработка принципиальных схем.

Основное назначение принципиальных схем – отражение взаимной связи отдельных приборов, средств автоматизации (СА) и вспомогательной аппаратуры, вхо-

дящих в состав функциональных узлов систем автоматизации, а также последовательности их работы и принципа действия.

Эти схемы отражают действие системы автоматизации, они необходимы при производстве наладочных работ и в эксплуатации.

К принципиальным схемам предъявляются следующие требования:

- надежность – их способность выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания и ремонтов;
- безопасность работы обслуживающего персонала, предотвращение брака продукции и повреждения оборудования при аварийных ситуациях, вызванных неисправностями в цепях схемы;
- удобство эксплуатации, связанное с минимумом затрат труда и внимания работающего персонала и проведением ремонтных и наладочных работ при соблюдении необходимых мер безопасности;
- экономичность, включающая не только стоимость входящих в систему элементов, но и стоимость соединительных линий.

Принципиальные схемы являются основанием для разработки других документов проекта: монтажных схем и таблиц щитов и пультов, схем подключения и соединения внешних проводок и т.д.

Принципиальные схемы образуются из функциональных схем автоматизации на основе заданных алгоритмов функционирования отдельных узлов контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления, а также общих технических требований, предъявляемых к автоматизируемому объекту.

Эти схемы отражают принцип действия систем управления, сигнализации, измерения и взаимодействия между отдельными элементами, а также способ электропитания приборов и СА.

На принципиальных электрических схемах в условном виде изображают приборы, аппараты, линии связи между отдельными элементами, блоками и модулями этих устройств.

В общем случае принципиальные электрические схемы должны содержать:

- 1) условные обозначения принципа действия того или иного функционального узла системы автоматизации;
- 2) поясняющие надписи;
- 3) части отдельных элементов (приборов, СА, электрических аппаратов), используемых в других схемах;
- 4) диаграммы перекл. контактов многопозиционных устройств;
- 5) перечень используемых в данной схеме приборов, СА, аппаратуры;
- 6) перечень чертежей, относящихся к данной схеме, общие пояснения и примечания.

Принципиальные электрические схемы систем контроля и управления по назначению могут подразделяться на схемы управления, технологического контроля и сигнализации, автоматического регулирования и питания.

### **3.1 Описание принципиальной электрической схемы**

Умение читать принципиальные схемы необходимо при самостоятельной сборке электронного устройства и не только. Что же представляет собой принципиальная схема? Принципиальная схема – это графическое представление совокупности электронных компонентов, соединённых токоведущими проводниками. Разработка любого электронного устройства начинается с разработки его принципиальной схемы.

На данной схеме (рисунок 15) представлено подключение дискретных датчиков к контроллеру.

На основном блоке показаны: управление нагрузкой горелки, которое управляется с помощью переключателя в 3 режима, управление котловым насосом с помощью переключателя в 3 режима, блокировка и остановка горелки при неисправности кнопка с фиксацией подаются на входы. На выходы подаются управляющие реле.

На дополнительном блоке подаются на входы: Защита от сухого хода насоса, горелка в работе, неисправность горелки, неисправность отпрессовки клапанов, насос в работе, аварийный останов насоса.

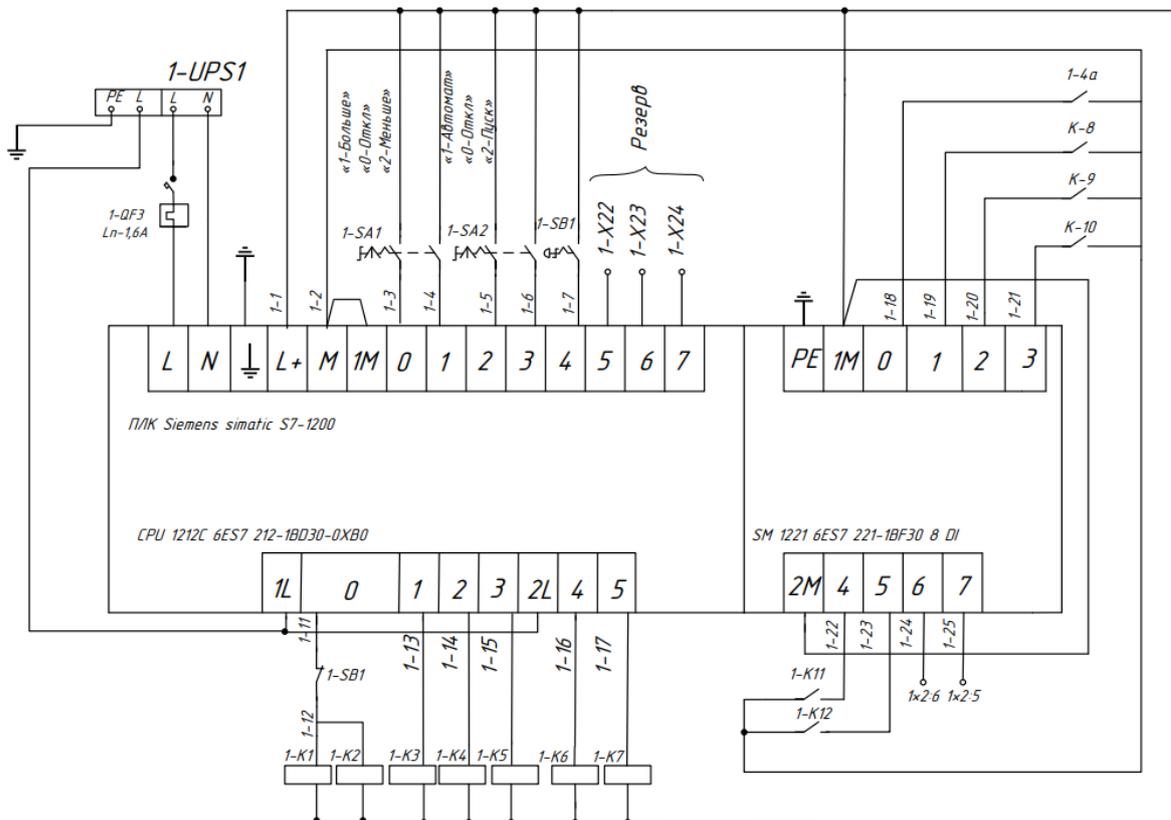


Рисунок 15 – Подключение контроллера и дискретных датчиков котла

На данной схеме (рисунок 16) представлено подключение аналоговых датчиков к дополнительному блоку контроллера. На ней показаны: контроль температуры обратной котловой воды перед котлом, контроль температуры прямой котловой воды за котлом, контроль давления прямой котловой воды за котлом, контроль температуры уходящих дымовых газов.

Предохранители предназначены для защиты от возможных непредусмотренных перепадов напряжения.

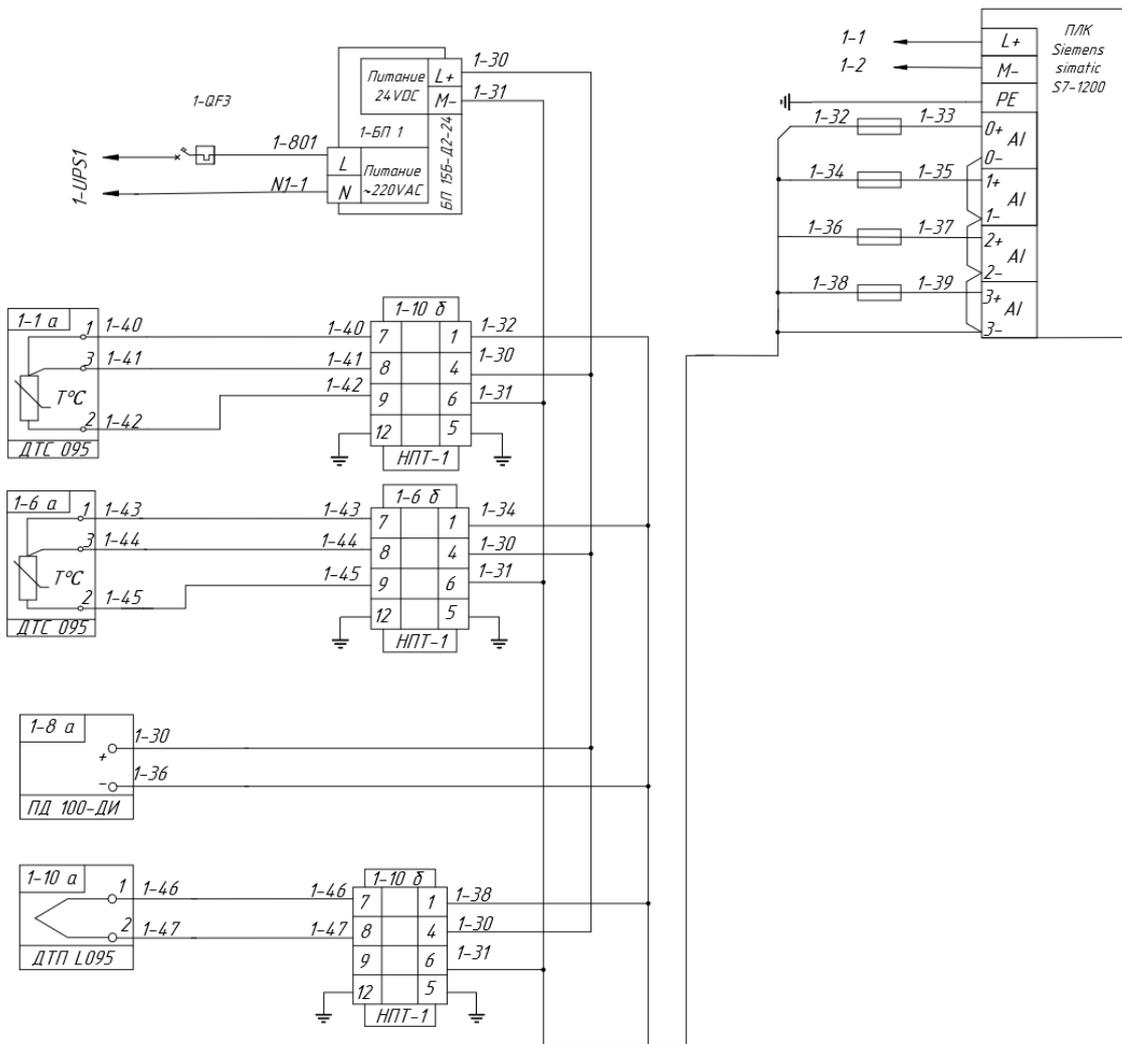


Рисунок 16 - Подключение аналоговых датчиков котла

На принципиальной схеме управления насосом (рисунок 17) показано подключение дискретных датчиков: аварийная остановка котла (при нажатии кнопки с фиксацией), пуск котлового насоса (при отжатом положении кнопки), насос в работе.

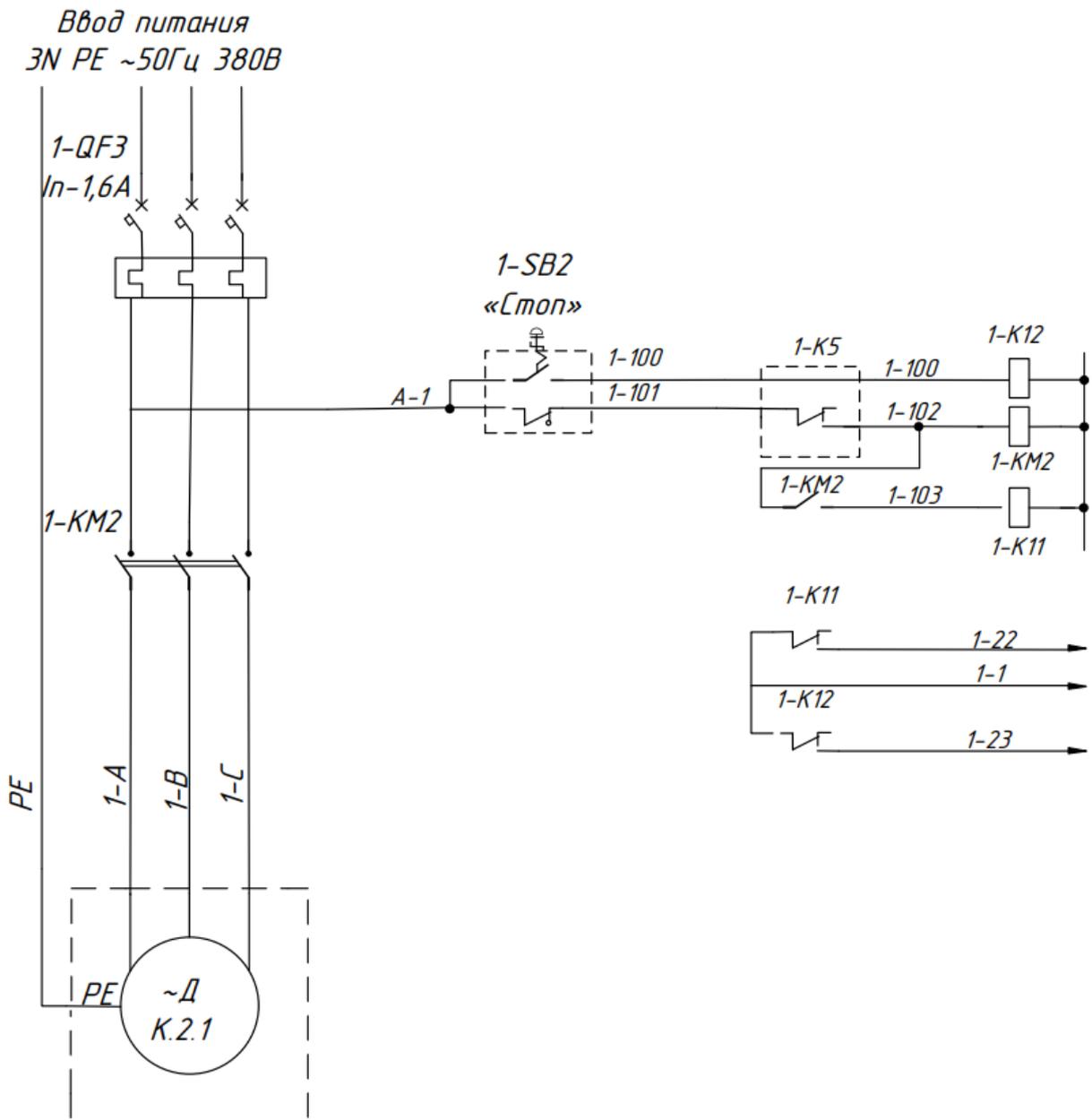


Рисунок 17 – Схема управления котловым насосом

### 3.2 Позиционные обозначения

В принципиальных электрических схемах все приборы и аппараты имеют позиционные обозначения. В настоящее время применяют буквенно-цифровые обозначения, которые установлены ГОСТ 2.710–81. Они существенно дополняют соответствующее графическое изображение, определяя его функциональное назначение.

Условные буквенно-цифровые обозначения составляют из букв латинского алфавита и арабских цифр. Правая часть позиционного обозначения выполняется с помощью одно- или двухбуквенного кода.

Таблица 1- Буквенные коды видов элементов

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов элементов	Примеры видов элементов
А	Устройства	Усилители, приборы телеуправления, лазеры, мазеры
В	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания) или наоборот аналоговые или многозарядные преобразователи или датчики для указания или измерения	Громкоговорители, микрофоны, термоэлектрические чувствительные элементы, детекторы ионизирующих излучений, звукозаписывающие аппараты, сельсины
Первая буква кода (обязательная)	Группа видов элементов	Примеры видов элементов
С	Конденсаторы	
Д	Схемы интегральные, микросборки	Схемы интегральные аналоговые и цифровые, логические элементы, устройства памяти, устройства задержки
Е	Элементы разные	Осветительные устройства, нагревательные элементы

F	Разрядники, предохранители, устройства защитные	Дискретные элементы защиты по току и напряжению, плавкие предохранители, разрядники
G	Генераторы, источники питания, кварцевые осцилляторы	Батареи, аккумуляторы, электрохимические и электротермические источники
H	Устройства индикационные и сигнальные	Приборы звуковой и световой сигнализации, индикаторы
K	Реле, контакторы, пускатели	Реле токовые и напряжения, реле электротепловые, реле времени, контакторы, магнитные пускатели
L	Катушки индуктивности, дроссели	Дроссели люминесцентного освещения
M	Двигатели	Двигатели постоянного и переменного тока
P	Приборы, измерительное оборудование	Показывающие, регистрирующие и измерительные приборы, счетчики, часы

Q	Выключатели и разъединители в силовых цепях	Разъединители, короткозамыкатели, автоматические выключатели (силовые)
R	Резисторы	Переменные резисторы, потенциометры, варисторы, терморезисторы
S	Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерительных	Выключатели, переключатели, выключатели, срабатывающие от различных воздействий
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформаторы тока и напряжения, стабилизаторы
U	Преобразователи электрических величин в электрические, устройства связи	Модуляторы, демодуляторы, дискриминаторы, инверторы, преобразователи частоты, выпрямители
V	Приборы электровакуумные, полупроводниковые	Электронные лампы, диоды, транзисторы, тиристоры, стабилитроны
W	Линии и элементы сверхвысокой частоты, антенны	Волноводы, диполи, антенны
X	Соединения контактные	Штыри, гнезда, разборные соединения
Y	Устройства механические с электромагнитным приводом	Электромагнитные муфты, тормоза, патроны
Z	Устройства оконечные, фильтры, ограничители	Линии моделирования, кварцевые фильтры

## 4 ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

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

TRACE MODE располагает встроенными драйверами, позволяющими подключать более двух тысяч наименований устройств ввода/вывода – программируемых логических контроллеров, удаленного УСО, плат ввода/вывода и промышленных сетей. Поддержка спецификаций OPC DA и HDA, протоколов DDE и NetDDE, а также открытый формат драйвера ввода/вывода и возможность прямого обращения к динамическим библиотекам (DLL) средствами языка программирования ST определяют беспрецедентные возможности по включению в состав систем автоматизации, разрабатываемых в TRACE MODE, разнообразного оборудования и обмену данными с внешними приложениями.

Особое место отводится системам, использующих свободно программируемые контроллеры (PC-based и/или PAC-контроллеры), поскольку в этом случае в TRACE MODE применяется единый инструмент создания информационного и математического обеспечения, как для АРМ верхнего уровня, так и для контроллеров, реализующих нижний уровень в иерархии систем автоматизации. Использование технологии автопостроения и подход к разработке проекта распределенной системы автоматизации как единого проекта существенно повышают производительность труда разработчиков

систем, значительно уменьшая долю рутинных ручных операций и снижая количество ошибок, неизбежных в больших проектах.

Надежный и высокопроизводительный обмен данными между контроллерами и АРМ в TRACE MODE обусловлен использованием логического сетевого протокола I-Net (поверх TCP/IP), или M-LINK – в случае использования последовательных коммуникаций. Хранение и доступ к накопленной информации реализуется через мощную систему архивирования технологических параметров СУБД РВ SIAD

Динамические характеристики и надежность создаваемого в TRACE MODE программного обеспечения АРМ и контроллеров позволяют применять разработанные системы автоматизации в таких отраслях промышленности как нефтехимия, металлургия, энергетика, машиностроение, коммунальное хозяйство, пищевая промышленность, транспорт, а также при проведении научных исследований.

Особенности SCADA-систем:

1. SCADA – это человеко-машинный комплекс. То есть, присутствие человека для работы этой системы обязательно;

2. диспетчер ответственен за все произведенные настройки, за слаженное и сбалансированное функционирование объектов;

3. большую часть времени диспетчер ничего не делает, а лишь наблюдает за показателями;

4. можно настроить как расширение полномочий оператора при определенных уровнях тревоги, так и наоборот, ограничения на его вмешательство;

5. большинство SCADA-систем работают нативно и полагаются на выделенные и локальные соединения. Это позволяет избежать любых проблем с безопасностью. Тем не менее, существуют и Web-SCADA интерфейсы, открывающиеся через интернет-браузер через подключение к «облаку». Выбор конкретной схемы работы зависит исключительно от ваших приоритетов.

Современные системы класса SCADA - незаменимый инструмент управления сложными автоматизированными предприятиями. Благодаря SCADA, диспетчеры и должностные лица могут в реальном времени получать самую подробную информацию о состоянии тысяч объектов, расположенных в самых разных точках мира. Доступ к этой информации позволяет им своевременно принимать верные стратегиче-

ские решения по улучшению и модернизации техпроцессов. Без программы SCADA сбор и анализ такого объема данных был бы попросту невозможен.

В нашей работе SCADA работала совместно с CodeSys. После написания программы и реализации в CodeSys создали SCADA систему, которая работала с ней совместно. SCADA считывала показания и состояния объекта управления показывая данные на своём рабочем интерфейсе.

Для начала работы необходимо добавить переменные с OPC сервера в пункте источники (рисунок 18).

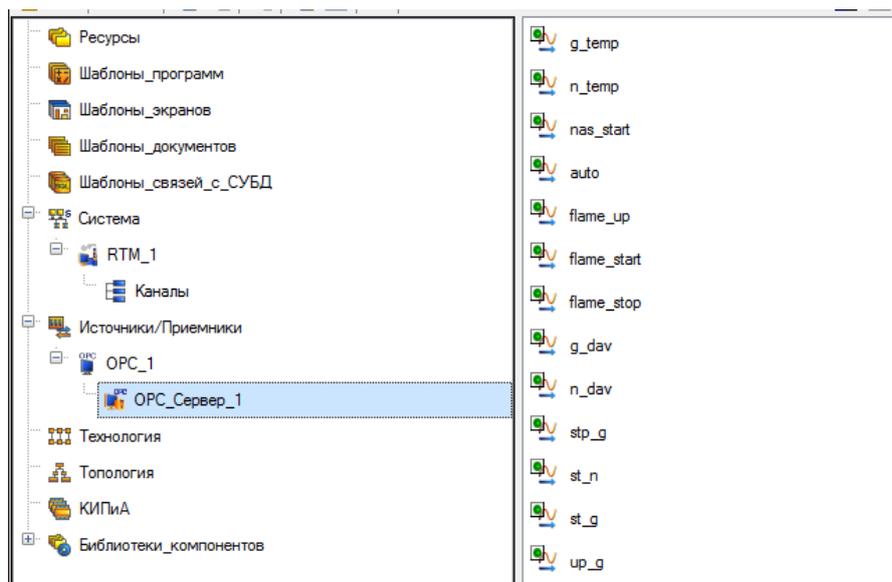
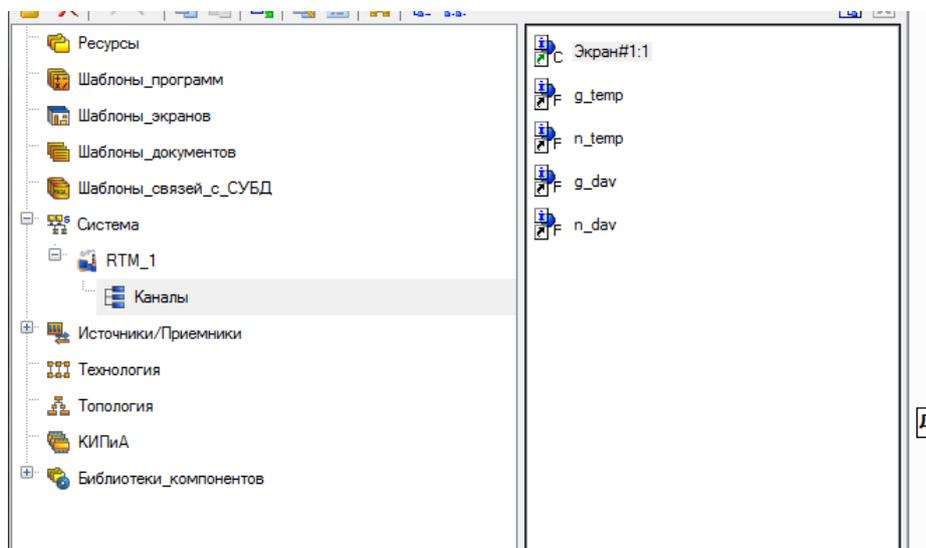


Рисунок 18 – Источники данных

OPC переменные являются типом REAL в Trace mode, чтобы сделать их FLOAT, необходимо ввести каналы такого типа (рисунок 19) и привязать их к OPC переменным.



## Рисунок 19 – Каналы FLOAT

После всех этих небольших операций можно приступать к созданию экранов данной системы.

### 4.1 Экран отображения технологического процесса

Данный экран разработан с целью мониторинга следующих показателей технологического процесса:

- температуры воды за котлом;
- температуры воды перед котлом;
- давления воды перед котлом;
- давления воды за котлом;

Плюс к этому, были добавлены индикаторы, которые показывают работу устройств при зеленом цвете и их остановку при красном цвете. Для отображения всех этих данных необходимо, для каждого объекта создать переменную и привязать ее к float-каналу или к орс-источникам. Эта операция показана на рисунке 20.

Имя	Тип	Тип данных	Значение по умолчанию	Привязка	Флаги
g_temp	IN	REAL		F_g_temp:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)	
n_temp	IN	REAL		F_n_temp:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)	
nas_start	IN	BOOL		nas_start:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1)	
auto	IN/OUT	BOOL		auto:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1)	
flame_up	IN	BOOL		flame_up:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1)	
flame_stop	IN	BOOL		flame_stop:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1)	
g_dav	IN	REAL		F_g_dav:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)	
n_dav	IN	REAL		F_n_dav:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)	
flame_start	IN	BOOL		flame_start:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1)	
st_g	OUT	BOOL		st_g:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1)	
up_g	OUT	BOOL		up_g:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1)	
stp_g	OUT	BOOL		stp_g:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1)	
st_n	OUT	BOOL		st_n:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1)	

Рисунок 20 – Привязка переменных экрана технологического процесса

После всех этих действий можно запускать программу и наблюдать за производственным процессом, изменением различных значений, как показано на рисунке 21.

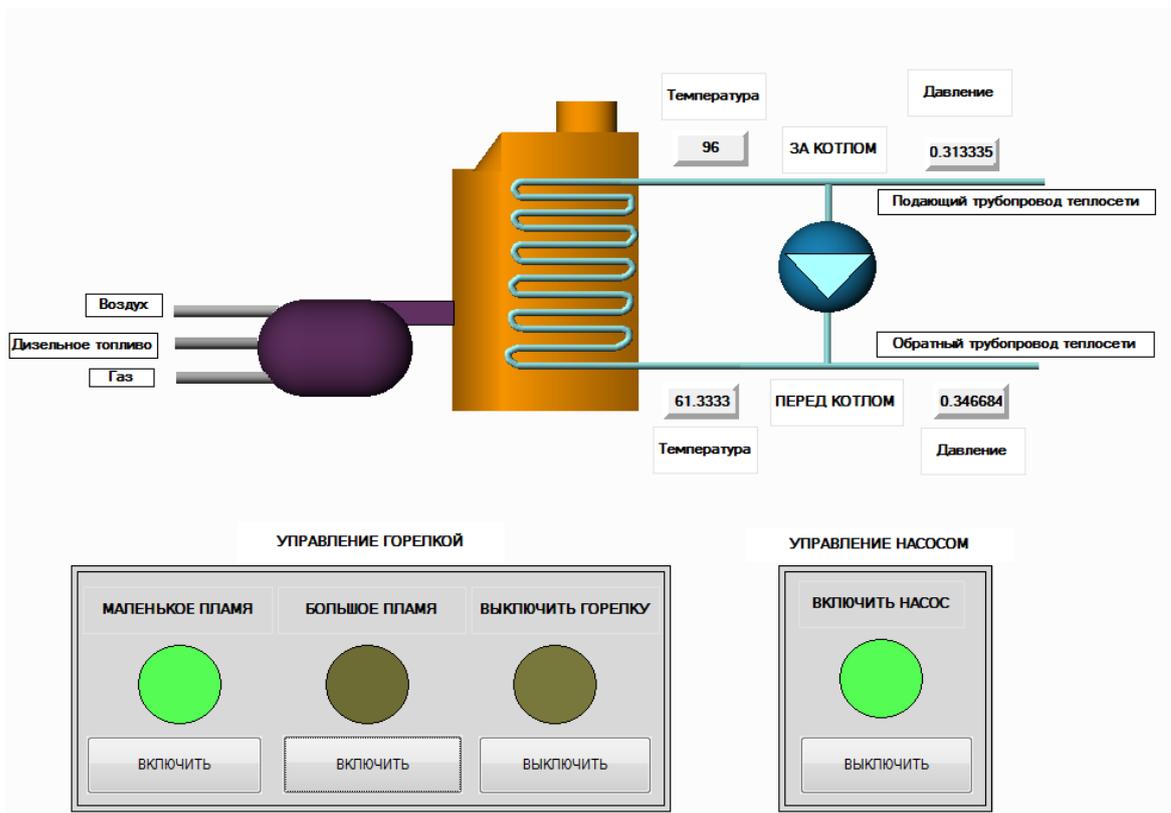


Рисунок 21 - Экран технологического процесса

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Опасность автоматизированной блочно-модульной котельной определяется наличием вращающихся частей насосов, опасностью воздействия токсичного топлива на организм человека, возможностью действия на человека жидкости, находящейся в трубопроводе под давлением. Для того чтобы ничего этого не произошло существует ряд правил, которые должны соблюдать все сотрудники котельной [3].

### 5.1 Безопасность

Автоматизация котельных предусматривает осуществление автоматического регулирования производственного процесса, автоматический теплотехнический контроль, дистанционное управление и сигнализацию об отклонениях от нормального эксплуатационного режима. Автоматизация котельных установок может быть частичной, при которой осуществляется автоматизация отдельных видов оборудования, или комплексной, при которой эксплуатация котельной установки происходит без постоянного обслуживающего персонала.

#### 5.1.1 Эксплуатация блочно-модульной котельной

Эксплуатация БМК осуществляется подготовленным теплоэнергетическим персоналом. Допускается проводить эксплуатацию БМК специализированной организацией.

Ответственный за исправное состояние и безопасную эксплуатацию назначается распорядительным документом (приказом) руководителя организации из числа управленческого персонала и специалистов организации.

Основными задачами персонала являются:

- поддержание оборудования в состоянии эксплуатационной готовности и обеспечение максимальной надежности и экономичности производства тепловой энергии;
- выполнение требований взрыво- и пожаробезопасности, производственной санитарии и безопасности труда;
- соблюдение заданных режимов теплоснабжения.

### 5.1.2 Приемка в эксплуатацию блочно-модульную котельную

Блочно-модульные котельные, а также их очереди принимаются в эксплуатацию рабочими и государственными приемочными комиссиями.

Перед приемкой в эксплуатацию котельной должны быть проведены:

- индивидуальные испытания отдельных систем, агрегатов и механизмов;
- комплексное опробование оборудования.

Перед испытаниями должно быть проверено выполнение государственных стандартов, требований строительных норм и правил, правил Ростехнадзора, настоящих Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок, и инструкций заводов - изготовителей, но монтажу оборудования.

Дефекты и недоделки, а также дефекты оборудования, выявленные в процессе индивидуальных испытаний, должны быть устранены до начала комплексного опробования. При комплексном опробовании должна быть проверена совместная работа котлоагрегатов и всего вспомогательного оборудования котельной под нагрузкой. Началом комплексного опробования котлоагрегатов считается момент включения их под нагрузку. Комплексное опробование котельного оборудования должно проводиться на основном топливе с номинальной нагрузкой и проектными параметрами при непрерывной работе в течение 72 ч с одновременной или поочередной работой вспомогательного оборудования. Для подготовки котельной к предъявлению государственной приемочной комиссии заказчиком назначается рабочая комиссия, которая принимает оборудование после проведения его индивидуальных испытаний для комплексного опробования. Перед пробным пуском должны быть подготовлены условия для надежной и безопасной эксплуатации котельной:

- укомплектован эксплуатационный и ремонтный персонал, разработаны инструкции (эксплуатационные, должностные, по охране труда), оперативные схемы;
- подготовлены запасы топлива, материалов, инструмента, запасных частей и средства защиты персонала;
- введены в действие средства диспетчерского и технологического управления с линиями связи, системы пожарной сигнализации и пожаротушения, аварийного освещения и вентиляции;
- налажены системы контроля и управления;

- получены разрешения органов государственного надзора (пожарной, санитарной инспекций) на эксплуатацию оборудования;
- зарегистрировано в местном органе Госгортехнадзора России поднадзорное оборудование.

Приемка в эксплуатацию котельных (пусковых комплексов) производится государственной приемочной комиссией. После комплексного опробования и устранения выявленных дефектов и недоделок государственная приемочная комиссия оформляет акт приемки в эксплуатацию котельной с относящимися к ней зданиями и сооружениями.

### **5.1.3 Требования к персоналу обслуживающего блочно-модульную водогрейную котельную**

Руководитель организации обеспечивает содержание тепловых энергоустановок в работоспособном состоянии и их эксплуатацию в соответствии с требованиями:

- правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок;
- правил безопасности и охраны труда;
- правил промышленной безопасности;
- правил безопасности систем газораспределения;
- правил пожарной безопасности в процессе эксплуатации оборудования и сооружений, а также других нормативно-технических документов;
- своевременное и качественное проведение профилактических работ и ремонта БМК;
- разработку должностных и эксплуатационных инструкций для персонала;
- обучение персонала и проверку знаний правил эксплуатации, техники безопасности, должностных и эксплуатационных инструкций;
- соблюдение требований нормативно-правовых актов и нормативно-технических документов, регламентирующих взаимоотношения производители гелей и потребителей тепловой энергии и теплоносителя;
- предотвращение использования технологий и методов работы, оказывающих отрицательное влияние на людей и окружающую среду;

- учет и анализ нарушений в работе БМК, несчастных случаев и принятие мер по предупреждению аварийности и травматизма;
- беспрепятственный доступ к энергоустановкам представителем органов государственного надзора с целью проверки их технического состояния, безопасной эксплуатации и рационального использования энергоресурсов;
- выполнение предписаний органов государственного надзора в установленные сроки.

Для непосредственного выполнения функций по эксплуатации БМК руководитель организации назначает ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию котельной из числа управленческого персонала или специалистов после проверки знаний. Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок, правил техники безопасности и инструкций.

Ответственный за исправное состояние и безопасную эксплуатацию БМК обеспечивает:

- содержание оборудования БМК в работоспособном и технически исправном состоянии;
- эксплуатацию его в соответствии с требованиями нормативно-технической документации;
- соблюдение гидравлических и тепловых режимов работы систем теплоснабжения;
- рациональное расходование топливно-энергетических ресурсов;
- учет и анализ технико-экономических показателей тепловых энергоустановок;
- учет тепловой энергии и теплоносителя;
- своевременное техническое обслуживание и ремонт оборудования БМК;
- ведение установленной статистической отчетности;
- разработку должностных инструкций для персонала;
- подготовку персонала и проверку его знаний правил техники безопасности, должностных инструкций, инструкций по эксплуатации, охране труда и других нормативно-технических документов;
- разработку энергетических балансов организации и их анализ в соответствии с установленными требованиями;

- наличие и ведение паспортов и исполнительной документации на вес основное оборудование БМК;

- выполнение предписаний в установленные сроки и своевременное предоставление информации о ходе выполнения указанных предписаний в органы государственного надзора;

- своевременное предоставление в органы Госэнергонадзора и Ростехнадзора информации о расследовании произошедших технологических нарушениях (авариях и инцидентов) в работе БМК, несчастных случаях, связанных с её эксплуатацией.

Эксплуатация БМК осуществляется подготовленным персоналом.

Специалисты должны иметь соответствующее их должности образование, а рабочие - подготовку в объеме требований квалификационных характеристик.

С целью предупреждения аварийности и травматизма в организации следует систематически проводить работу с персоналом, направленную на повышение его производственной квалификации.

Программа производственного обучения персонала предусматривает:

- изучение настоящих нормативно-технических документов и документов по эксплуатации БМК;

- изучение правил безопасности и других специальных правил, если это требуется при выполнении работы;

- изучение должностных, эксплуатационных инструкций и инструкций по охране труда, планов (инструкций) ликвидации аварий, аварийных режимов;

- изучение устройства и принципов действия технических средств безопасности, средств противоаварийной защиты;

- изучение устройства и принципов действия оборудования, контрольно - измерительных приборов и средств управления;

- изучение технологических схем и процессов;

- приобретение практических навыков пользования средствами защиты, средствами пожаротушения и оказания первой помощи пострадавшим при несчастном случае; приобретение практических навыков управления тепловыми энергоустановками (на тренажерах и других технических средствах обучения).

Необходимый уровень квалификации персонала организации определяет ее руководитель, что отражается в утвержденных должностных инструкциях работников.

#### **5.1.4 Указания по мерам безопасности блочно-модульной котельной**

Каждый работник обязан знать и выполнять правила техники безопасности (ПТБ), относящиеся к обслуживаемому оборудованию и организации труда на рабочем месте; в случае неисправности оборудования, механизмов и приспособлений, представляющих опасность для людей, и нарушений правил безопасности принять срочные меры для предотвращения опасности и доложить вышестоящему руководителю.

На начальников котельных возлагается организация работы по технике безопасности и обеспечению безопасных условий труда.

Защитные средства и приспособления, применяемые в электрических установках, необходимо испытывать и осматривать в соответствии с действующими правилами и нормами.

Ответственность за несчастные случаи, происшедшие в эксплуатирующей организации, несут лица административно-технического персонала, которые не обеспечили соблюдение правил техники безопасности и промышленной санитарии и не приняли должных мер для предотвращения несчастных случаев, а также лица, непосредственно нарушившие правила.

При проведении сторонними организациями наладочных и ремонтных работ в действующих котельных должны быть разработаны совместные мероприятия по технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности, а также по взаимодействию эксплуатационного, ремонтного и наладочного персонала. Мероприятия утверждаются главным инженером предприятия.

Ответственность за организацию и выполнение мероприятий по безопасности труда на своих участках работы, за соответствие квалификации персонала и соблюдение им требований безопасности несут руководители сторонних организаций оперативным и оперативно-ремонтным и ремонтным персоналом проводятся инструктажи;

- вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи по безопасности труда, а также инструктаж по пожарной эксплуатации;

- подготовка по новой должности или профессии с обучением на рабочем месте (стажировка);
- проверка знаний правил, норм по охране труда, правил технической эксплуатации, пожарной безопасности;
- контрольные противоаварийные и противопожарные тренировки.

## **5.2 Экологичность**

При работе котельных должны приниматься меры для предупреждения или ограничения воздействия на окружающую среду вследствие выбросов в атмосферу, слива сточных вод в водные объекты, звукового давления на близлежащие районы.

Количество загрязняющих атмосферу веществ не должно превышать нормы предельно допустимых или временно согласованных выбросов в атмосферу.

Каждая котельная должна иметь план мероприятий по снижению вредных выбросов в атмосферу при особо неблагоприятных метеорологических условиях.

Для контроля за выбросами загрязняющих веществ в окружающую среду в БМК должны производиться прямые периодические измерения состава отходящих швов за котлами при помощи переносного газоанализатора.

Эксплуатация котельных с горелочными устройствами, не обеспечивающими соблюдение установленных санитарных норм и природоохранных требований, запрещается [2].

## **5.3 Чрезвычайные ситуации**

При эксплуатации и обслуживании водогрейного котла возможны следующие аварийные ситуации.

1. Отключение электроэнергии, приборов КИП и автоматики, сигнализации. Необходимо: а) прекратить подачу топлива (путем отсечки ПЗК на ГРУ); б) включить питательный насос с паровым приводом; в) в ночное время включить аварийное освещение (аккумуляторы, дизель); г) перевести ключи управления автоматики в положение «дистанционное»; д) следить за работой питательного насоса с паровым приводом и за уровнем воды по водоуказательному стеклу; е) сообщить дежурному электрику и начальнику.

2. Отключение электроэнергии на щитах КИП и сигнализации. Необходимо: а) снизить горение котлов на 50 %, для чего перевести ключи автоматики в положение «дистанционное»; прикрыть газ задвижкой перед горелкой, следя за факелом; следить за уровнем воды в котлах.

3. Отключение электроэнергии на освещение. Необходимо: а) включить аварийное освещение; б) снизить горение котлов на 50 %; в) вызвать дежурного электрика.

4. Упало давление в нагнетательной, питательной линии после насосов, уровень воды снижен. Необходимо: а) проверить исправность насосов и перейти на резервный насос:

б) сообщить начальнику.

5. Уровень воды в котле понижается, несмотря на усиленное питание котла водой, насосы работают нормально, автоматика безопасности не срабатывает. Необходимо:

а) вручную перевести питание по обводной линии экономайзера; б) если уровень воды снижен, остановить котел, для чего прекратить подачу газа путем отсечки ПЗК и ГРУ, перевести ключи управления на «дистанционное», сообщить начальнику.

При спуске воды аварийно остановить котел, для чего прекратить горение и топлива, закрыть все вентили (питательный, паровой, продувочный), интенсивно охлаждать топку и газоходы, сообщить начальнику.

6. Уровень воды в барабане поднялся выше высшего допустимого. Необходимо:

а) открыть вентили на продувочной линии; б) прекратить подачу воды в котел; в) следить за уровнем воды; г) при повышении уровня отключить котел; д) сообщить начальнику.

5 Давление в котле поднялось выше установленного и продолжает расти. Необходимо: а) прекратить подачу топлива; б) уменьшить тягу и дутье, в) остановить котел; г) открыть предохранительные клапаны; д) сообщить начальнику. Если давление пара выше разрешенного на 10 %, то следует аварийная остановка, при которой котел питают водой, а если уровень высокий – открыть периодическую продувку с одновременной подкачкой питательной воды, выпускать пар на собственные нужды или в атмосферу, выяснить и устранить причину, сообщить начальнику

8. Отказали все водоуказательные приборы: см. пункт 7.

9. Отказали все питательные приборы: см. пункт 7.
10. Питательный насос не создает требуемого напора, резерва нет. Необходимо:
- а) снизить горение котла до минимально устойчивого, чтобы существующий напор был достаточен.
11. Упало разрежение в топке до 0 мм вод. ст.: см. пункт 7.
12. Не действует более 50 % предохранительных клапанов, произошло загорание сажи: см. пункт 7.
13. Упало давление воздуха перед горелками до нуля, автоматика безопасности не сработала. Необходимо: а) перевести ключи автоматики на «дистанционное»; б) закрыть газ и см. пункт 7.
14. Отрыв факела горелки при розжиге котла. Необходимо: а) закрыть подачу топлива; б) провентилировать топку и газоходы в течение 10 – 15 мин.
15. Загазованность котельной. Необходимо: а) остановить котел путем отсечки газа ПЗК на ГРУ; б) закрыть газовую задвижку на входе в котельную; в) проветрить помещение, сообщить начальнику.
16. Неожиданное прекращение подачи газа. Необходимо: а) прекратить подачу газа на ПЗК ГРУ; б) выяснить причину падения давления газа; в) провентилировать топку, газоходы в течение 15 мин.
17. Разрушилась обмуровка, накалился корпус котла: см. пункт 7
18. Сработал ПЗК, вышел из строя ГРУ. Необходимо: а) прекратить подачу газа к горелкам; б) доложить начальнику.
19. Сработал клапан блокировки. Необходимо: а) закрыть газовый кран перед горелками; б) открыть продувочные краны; в) выяснить причину срабатывания клапана.
20. Разрыв наружного газопровода. Необходимо: а) остановить котлы; б) доложить начальнику.
21. Разрыв экранных или кипяtilьных труб. Необходимо: а) прекратить горение;
- б) отключить котел от паропровода; в) питать котел, а пар выпустить в атмосферу, снижая давление к нулю; г) охлаждать топку вентилятором и дымососом; д) если уровень воды падает (уходит из водоуказательного стекла), то прекратить питание. В

водогрейном котле можно обеспечить нормальный расход воды, если течь трубной части небольшая и есть разрешение ответственного лица. Если вода заливает топку, то необходимо остановить котел, доложить начальнику и сделать запись в журнале.

### **5.3.1 Пожарная безопасность блочно-модульной котельной**

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов и выполнять следующие задачи:

- исключать возникновение пожара;
- обеспечивать пожарную безопасность людей;
- обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей;
- обеспечивать пожарную безопасность людей и материальных ценностей одновременно

Пожаровзрывобезопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожара или уменьшение его последствий. Активная пожарная защита – меры, обеспечивающие борьбу с пожарами или взрывоопасной ситуацией. Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на:

- организационные;
- технические;
- режимные;
- эксплуатационные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию машин и внутрицехового транспорта, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, организацию пожарно – технических комиссий, издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности и т.д.

### 5.3.2 Пожарная безопасность в котельных

В блочно-модульных и стационарных котельных, как на любом теплоэнергетическом объекте, крайне важна безопасность эксплуатации, а главным образом - пожарная безопасность.

Если котельная предусматривает наличие склада топлива, то его необходимо отделять от основного помещения котельной противопожарной стеной 1-го типа с пределом огнестойкости не менее REI 150.

Наружные ограждающие конструкции должны содержать легкобрасываемые элементы, площадь которых необходимо учитывать не менее 0,03 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> помещения. В качестве подобных элементов применяют остекление окон, при этом применение для остекления стеклоблоков, армированного стекла и стеклопрофилита не допускается. При невозможности использовать остекление, в качестве легкобрасываемых конструкций разрешено использование верхних перекрытий из стальных, алюминиевых и асбестоцементных листов с утеплителем или предусматривать взрывные каналы с наружным выбросом.

Стены внутри котельной должны быть гладкими и окрашиваться негорючей краской в светлых тонах, Пол также должен быть выполнен из негорючих материалов.

Оснащение помещений котельной первичными средствами пожаротушения должно соответствовать требованиям, приведенным в СП 9.13130.

Необходимость размещения в помещении котельной автоматической установки пожарной сигнализации или автоматической установки пожаротушения определяется согласно требованиям, приведенным в СП 5.13130.

Перед вводом в эксплуатацию необходимо предусмотреть элементы инфраструктуры, служащие важными условиями для сохранения пожарной безопасности.

Территория котельной должна содержаться в чистоте, своевременно очищаться от горючих отходов. Подъезд и проходы к котельной должны быть свободными, своевременно очищаться от снега и льда, должны быть обеспечивающими свободный доступ для пожарных автомобилей. Территория около котельной должна иметь наружное освещение.

Двери котельной должны открываться наружу, а двери служебных и бытовых помещений, должны открываться в сторону котельной.

При ремонтных работах в загазованной среде запрещается применение электроинструментов, дающих искрение.

При эксплуатации котельной не допускается:

- работа лиц без специального обучения и соответствующих удостоверений;
- применять в качестве топлива продукты, непредусмотренные техническими условиями;
- эксплуатация при утечке в системах топливоподачи;
- розжиг котельной установки без предварительной продувки;
- работа при неисправных или отключенных приборах контроля и регулирования.

Если произошло возгорание, необходимо незамедлительно сообщить об этом по телефону в пожарную охрану, после чего принять меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

### **5.3.3 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;

На каждом диспетчерском пункте и котельной должна быть следующая документация:

- местная инструкция по предотвращению и ликвидации аварий, планы ликвидации аварий в тепловых сетях и БМК;
- положение о взаимодействии служб по ликвидации аварий;
- домашние адреса и номера телефонов руководящего персонала предприятия, а также номера телефонов аварийных служб;

В БМК должна находиться следующая техническая документация (по перечню, утвержденному главным инженером предприятия):

- тепловая схема БМК с детальным отражением коммуникаций и мест установки контрольно-измерительных приборов;
- режимные карты котлов;
- пояснительная записка с таблицами, в которых должны быть разрешенные параметры теплоносителя (давление, температуры) для каждого подогревателя, производительность котлов и подогревателей, сетевых, питательных и подпиточных насосов, химводоочистки, баков- аккумуляторов;
- графики режима работы тепловых сетей на отопительный и летний периоды (температурный, расхода теплоносителя, давления в трубопроводах);
- планы технического обслуживания, текущего и капитального ремонтов БМК; полный комплект действующих эксплуатационных инструкций и руководящих материалов, включая ПТЭ и ПТБ;
- домашние адреса и номера телефонов руководящего персонала предприятия, а также номера телефонов аварийных и дежурных служб.

В оперативный журнал должны заноситься ответственные переговоры и сообщения дежурного персонала предприятия, относящиеся к эксплуатации, включению и выключению оборудования, изменению режимов, распоряжения и указания дежурного диспетчера дежурному персоналу котельных и районов тепловых сетей.

В записях должны быть указаны время переговоров, должности и фамилии лиц, с которыми они велись.

Распределение обязанностей между оперативным персоналом при ликвидации аварии, переключениях, пуске и останове оборудования должно быть регламентировано местными инструкциями.

Оперативный персонал даже в присутствии лиц из административно- технического персонала несет личную ответственность за правильность действий при ликвидации аварий, единолично принимая решения и осуществляя мероприятия по восстановлению нормального режима.

До начала работ по ликвидации аварии руководитель обязан обеспечить выполнение всех мероприятий по соблюдению правил техники безопасности.

Для ликвидации аварийного режима работы котельной в теплоэнергетическом предприятии должны быть:

- аварийный запас материалов и оборудования;
- необходимый автотранспорт, подъемно-транспортные механизмы и
- землеройная техника;
- средства связи и пожаротушения;
- индивидуальные защитные средства;
- схема и порядок включения резервного оборудования.

### **5.3.4 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:

- проверить, не сопровождается ли сигнал о закрытии отсечного газового клапана сигналом о загазованности помещения котельной метаном или угарным газом (СО);
- при отсутствии сигналов о загазованности пройти в помещение котельной и проверить давление газа на выходе из ГРУ (аварийно высокое давление фиксируется на щите ЩУС);
- включить схему управления отсечным клапаном кнопкой на щите управления и сигнализации котельной (ЩУС) и взвести клапан;
- 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 обобщенного сигнала аварии котельной следует:

- пройти в помещение котельной и снять звуковой сигнал кнопкой на щите управления и сигнализации котельной (ЩУС) или в архиве на панель оператора;
- 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 ЩУСе в положение, соответствующее работающему в данный момент насосу;
- снять аварийную блокировку соответствующей кнопкой на ЩУСе;
- 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;
- при наличии сигнала об аварийно низком или высоком давлении воды в системе, прежде всего проверить давление по манометру;
- 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 ЩУСе в положение «Открыт» и по манометру контролировать увеличение давления в системе; если давление в системе не растёт (при наличии давления в водопроводе выше давления в сети) нужно проверить наличие расхода подпиточной воды по счётчику, отсутствие расхода говорит о возможном выходе из строя электромагнита клапана, и следует перейти на подпитку системы вручную через байпас в обход клапана, большой расход говорит о разрыве трубопровода системы отопления;
- при наличии аварийно высокого давления обратить внимание на состояние клапана автоматической подпитки (по свечению лампочки на ЩУСе), ив 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 газа перед горелкой, что легко определяется по манометру на опуске к котлу; нормальная работа котлов на максимальной мощности говорит о необходимости введения в работу резервных котлов;
- при наличии сигнала «температура воздуха в котельной ниже 5°C» следует прежде всего убедиться в нормальной работе системы приточной вентиляции (работа вентилятора, циркуляция через калорифер, открытые жалюзи воздухозаборного клапана), затем проверить температура теплоносителя на выходе из калорифера;
- сделать запись в журнале котельной об аварийной остановке и причинах возникновения аварийной ситуации;
- сообщить о факте, причинах экстренной остановки котельной и обо всех, выполненных в связи с этим, действиях в диспетчерскую службу организации, осуществляющей сервисное обслуживание котельной [1].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работе выполнен расчёт отопительной котельной установленной мощностью 1500 кВт, по результатам которого были приняты к установке два водогрейных котла ТТ 100 «Энтророс», работающие на природном газе.

Для надежной и безопасной эксплуатации котлоагрегатов применены схемы автоматического контроля и регулирования процессов. В проекте отражены вопросы техники безопасности и охраны окружающей среды.

Принятое проектное решение позволяет полностью удовлетворить потребности в горячей воде, а также обеспечить бесперебойное и качественное теплоснабжение потребителей.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глушков, В.М. Введение в АСУ: моногр. / В.М. Глушков. - Киев: Изд-во Техника, 1974. - 121с.
2. Инструкция по эксплуатации: Блочно-модульные котельные «РЭМЭКС-ТТ» / под ред. А.Ю. Геонджиан, Б.Н. Серов. – М.: ООО «РЭМЕКС», - 2019. – 4с.
3. Рабочий проект: Автоматизация комплексная / под ред. С.З. Граф. – М: ЗАО «Завод БМК ЭнергоЛидер», 2012. - 32с.
4. Володин, Ю.Г. Системы автоматизации технологических процессов в помощь курсовому и дипломному проектированию: моногр. / Ю.Г. Володин, О.П. Марфина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Казанск. гос. архитект.-строит. Ун-та, 2013. – 44с.
5. С.Б. Алексеев, Ж.Ж. Микропроцессорные средства и системы АЭП. Методические указания по выполнению расчетно-графических работ для студентов специальности 5В071800 - Электроэнергетика. – Алматы: АУЭС, 2017. – 30 с.
6. Matrix group: S7 Программируемый контроллер S7-1200. [Электронный ресурс]. – М., 2020. – Режим доступа: <https://www.siemens-ru.com> - 03.11.2020.
7. Рудинский, И.Д. Технология проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления : учеб, пособие для вузов / И. Д. Рудинский. — М. : Горячая линия-Телеком, 2011.
8. SHINT Electric: Электротехнические изделия: Официальный сайт дистрибьютора SHINT. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chint-electric.ru> – 03.05.2022.
9. ЧИП и ДИП: Интернет-магазин приборов и электронных компонентов ЧИП и ДИП [Электронный ресурс]. - М., 2002 - Режим доступа: <https://www.chipdip.ru/> - 01.11.2002.
10. SchneiderElectric: Комплексные решения в управлении энергией и автоматизации. [Электронный ресурс]. - М., 2002. – Режим доступа: <https://www.schneider-electric.ru/ru/> - 04.12.2013.
11. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов: моногр. / И.Ф. Бородин, Н.М. Недилько. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 368с.

12. Ефимов, В.И. Разработка резервного источника теплоснабжения газоперекачивающей станции Пангодинского ЛПУМГ: Изд-во ЮУрГУ, 2019. – 65с.
13. Инструкция по монтажу эксплуатации обслуживанию. Грелки комбинированные газ-дизтопливо НР60 -НР72-НР65- НР73А / под ред. Е.В. Корсун. – М.: ЗАО «ЧИБИТАЛ УНИГАЗ», 2019. – 22с.
14. Руководство пользователя Трейс Моуд. Версия 5.0. М.: AdAstra Research Group, Ltd. 2000. 814 с.
15. Самойлова Е, А. Создание узла АРМ АСУТП в среде TRACE MODE 6: Методическое пособие. Саратов: изд-во СГТУ. 2012. - 27 с.
16. Кузяков О.Н., Шелест А.А. Проектирование АСУ ТП с использованием инструментального пакета Trace Mode 6.05
17. Аронов И.З. Контактный нагрев воды продуктами сгорания природного газа. Л.: Недра, 1990. 280 с.
18. Д.А. Богунов, Модернизация водогрейной котельной путем замены котлов – ЮУрГУ – 13.03.01.2017.262.01. ПЗ ВКР
19. Аронов И.З. О повышении надежности работы газового тракта котельных с контактными экономайзерами // Промышленная энергетика. 1969. № 2. С. 23-26.
20. Василенко, Г.В. О некоторых показателях качества котловой воды барабанных котлов высокого давления / Г.В. Василенко, Г.П. Сутоцкий // Электрические станции. - 2001. - №2. - С. 30-32.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Листинг программы.

```
PROGRAM automatic
```

```
VAR
```

```
    state:BYTE; (*0 - ручное управление,1-автоматический режим*)
```

```
END_VAR
```

```
g_temp_ref:=95;
```

```
n_temp_ref:=70;
```

```
g_dav_ref:=0.34;
```

```
n_dav_ref:=0.4;
```

```
CASE state OF
```

```
0:
```

```
    IF auto THEN
```

```
        state:=1;
```

```
    ELSIF start_process THEN
```

```
        IF (g_temp_ref-g_temp)>0 THEN
```

```
            flame_up_from_scada:=TRUE;
```

```
            flame_start_from_scada:=FALSE;
```

```
        END_IF
```

```
        IF (g_dav_ref-g_dav)>0 THEN
```

```
            flame_up_from_scada:=TRUE;
```

flame\_start\_from\_scada:=FALSE;

END\_IF

IF (g\_temp\_ref-g\_temp)<0 THEN

flame\_start\_from\_scada:=TRUE;

flame\_up\_from\_scada:=FALSE;

END\_IF

IF (g\_dav\_ref-g\_dav)<0 THEN

flame\_start\_from\_scada:=TRUE;

flame\_up\_from\_scada:=FALSE;

END\_IF

IF (n\_temp\_ref-n\_temp)>0 THEN

nas\_start\_from\_scada:=TRUE;

nas\_stop\_from\_scada:=FALSE;

END\_IF

IF (n\_dav\_ref-n\_dav)>0 THEN

nas\_start\_from\_scada:=TRUE;

nas\_stop\_from\_scada:=FALSE;

END\_IF

IF (n\_temp\_ref-n\_temp)<0 THEN

nas\_start\_from\_scada:=FALSE;

nas\_stop\_from\_scada:=TRUE;

END\_IF

IF (n\_dav\_ref-n\_dav)<0 THEN

nas\_start\_from\_scada:=FALSE;

nas\_stop\_from\_scada:=TRUE;

END\_IF

END\_IF

1:

IF NOT auto THEN

state:=0;

ELSIF start\_process THEN

IF (g\_temp\_ref-g\_temp)>0 THEN

flame\_up:=TRUE;

flame\_start:=FALSE;

END\_IF

IF (g\_dav\_ref-g\_dav)>0 THEN

flame\_up:=TRUE;

flame\_start:=FALSE;

END\_IF

IF (g\_temp\_ref-g\_temp)<0 THEN

flame\_start:=TRUE;

flame\_up:=FALSE;

END\_IF

IF (g\_dav\_ref-g\_dav)<0 THEN

flame\_start:=TRUE;

flame\_up:=FALSE;

END\_IF

IF flame\_alarm THEN

flame\_start:=FALSE;

flame\_up:=FALSE;

END\_IF

IF (n\_temp\_ref-n\_temp)>0 THEN

nas\_start:=TRUE;

nas\_stop:=FALSE;

END\_IF

IF (n\_dav\_ref-n\_dav)>0 THEN

nas\_start:=TRUE;

nas\_stop:=FALSE;

END\_IF

IF (n\_temp\_ref-n\_temp)<0 THEN

nas\_start:=FALSE;

nas\_stop:=TRUE;

END\_IF

IF (n\_dav\_ref-n\_dav)<0 THEN

nas\_start:=FALSE;

nas\_stop:=TRUE;

END\_IF

IF nas\_alarm THEN

nas\_start:=FALSE;

nas\_stop:=FALSE;

END\_IF

END\_IF

END\_CASE

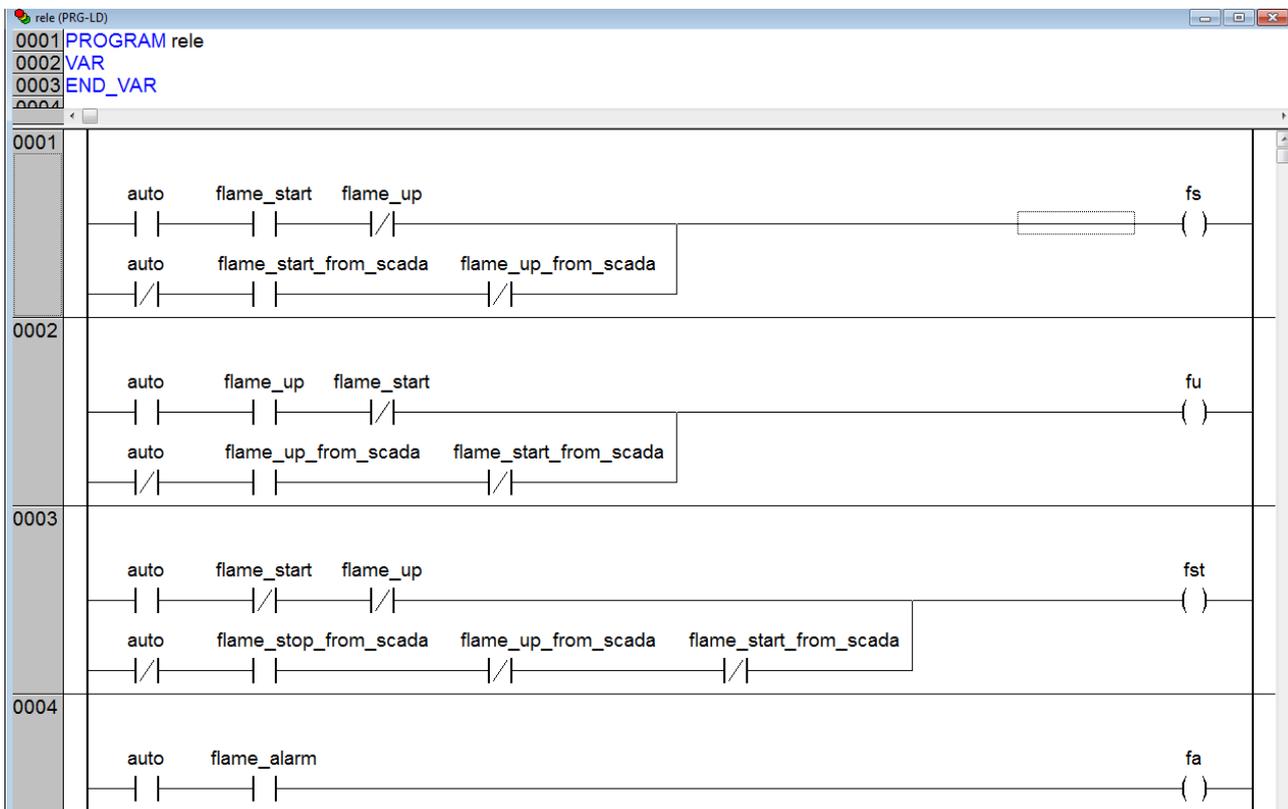


Рисунок А.1 – Программа на языке LD

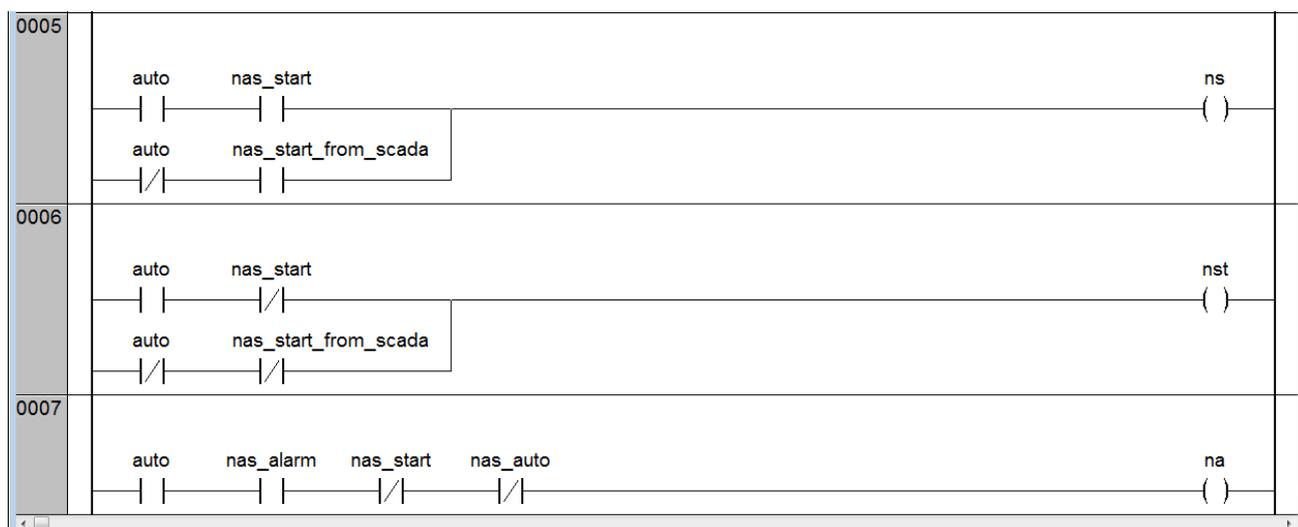


Рисунок А.2 – Продолжение программы на языке LD

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Научная статья

*Технические науки. Электротехника. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами. Энергетика*

УДК 697.3:62-52

EDN WKTJJDG

#### **Автоматизация блочно-модульной водогрейной котельной**

**Елена Витальевна Пушко**<sup>1</sup>, студент бакалавриата

**Марина Андреевна Травникова**<sup>2</sup>, студент бакалавриата

**Научный руководитель – Андрей Николаевич Рыбальев**, кандидат технических наук, доцент Амурского государственного университета, Амурская область, Благовещенск, Россия

<sup>1</sup> [pushko.e.v@mail.ru](mailto:pushko.e.v@mail.ru)

**Аннотация.** Представлены результаты разработки системы автоматизации технологического процесса блочно-модульной водогрейной котельной. Проведён анализ технической документации. Осуществлён выбор средств автоматизации.

**Ключевые слова:** блочно-модульная водогрейная котельная, технологический процесс, система автоматизации

#### **Automation of a block-modular hot water boiler**

**Elena V. Pushko**<sup>1</sup>, Undergraduate Student

**Marina A. Travnikova**<sup>2</sup>, Undergraduate Student

**Scientific advisor – Andrey N. Rybalyov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Amur State University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

<sup>1</sup> [pushko.e.v@mail.ru](mailto:pushko.e.v@mail.ru)

**Abstract.** The results of the development of a process automation system for a block-modular hot-water boiler are presented. The analysis of technical documentation is carried out. The choice of automation tools has been made.

**Keywords:** block-modular hot-water boiler, technological process, automation system

Блочно-модульная котельная представляет собой автономное сооружение, поставляемое на объект в виде транспортабельных блоков. Внутри сооруженного корпуса размещаются технологическое оборудование котельной и трубопроводная система. В перечень оборудования включаются:

- 1) водогрейные котлы с горелочными устройствами;
- 2) система подачи основного и резервного топлива;
- 3) система водоподготовки (системы фильтров и химической обработки и умягчения воды);
- 4) насосы, необходимые для обеспечения независимой работы контуров отопления и горячей воды;
- 5) система теплообменников;
- 6) системы управления электрооборудованием и обеспечения безопасности (щиты электропитания, датчики, контроллеры и др.);
- 7) пожарная и охранная сигнализации, узлы учёта тепла и топлива, системы освещения, отопления, приточно-вытяжной вентиляции, сантехнический узел.

Система автоматизации обеспечивает непрерывный мониторинг технологического оборудования котельной, предоставляет визуальное отображение мнемосхем технологического процесса в реальном масштабе времени, отображает характеристики гидравлических и тепловых режимов функционирования котельной в виде отчётов и графиков.

Система автоматизации котловой автоматики обеспечивает регулирование температуры обратной котловой воды перед котлом посредством управления циркуляционным насосом в зависимости от температуры обратной котловой воды, а также контроль технологических параметров, в том числе давления газа и воздуха перед горелкой. Помимо этого

система обеспечивает закрытие быстродействующих клапанов газообразного топлива к горелке и отсечных клапанов дизельного топлива; выдачу аварийной световой и звуковой сигнализации при срабатывании автоматических защит от понижения и повышения давления топлива, погасания пламени горелки, повышения температуры отходящих газов, повышения температуры и давления прямой котловой воды и в других аварийных ситуациях.

Система автоматизации общекотельной автоматики обеспечивает работу следующих контуров управления и автоматического регулирования:

- 1) каскадное управление водогрейными котлами в зависимости от температуры прямой сетевой воды в подающем трубопроводе теплосети;
- 2) регулирование температуры прямой сетевой воды в подающем трубопроводе теплосети посредством управления трёхходовым клапаном в зависимости от температуры прямой сетевой воды в подающем трубопроводе теплосети и температуры наружного воздуха;
- 3) регулирование температуры горячего водоснабжения посредством управления трёхходовым клапаном в зависимости от температуры воды в подающем трубопроводе;
- 4) управление клапаном подпитки сетевого контура в зависимости от давления обратной сетевой воды в обратном трубопроводе теплосети;
- 5) регулирование подпитки горячего водоснабжения посредством управления двухходовым клапаном в зависимости от давления воды в подающем трубопроводе системы водоснабжения;
- 6) управление частотными приводами повысительных насосов контура горячего водоснабжения в зависимости от давления воды в подающем трубопроводе водоснабжения.

На рисунке 1 показан фрагмент схемы автоматизации котельной, относящийся к котловой автоматике.

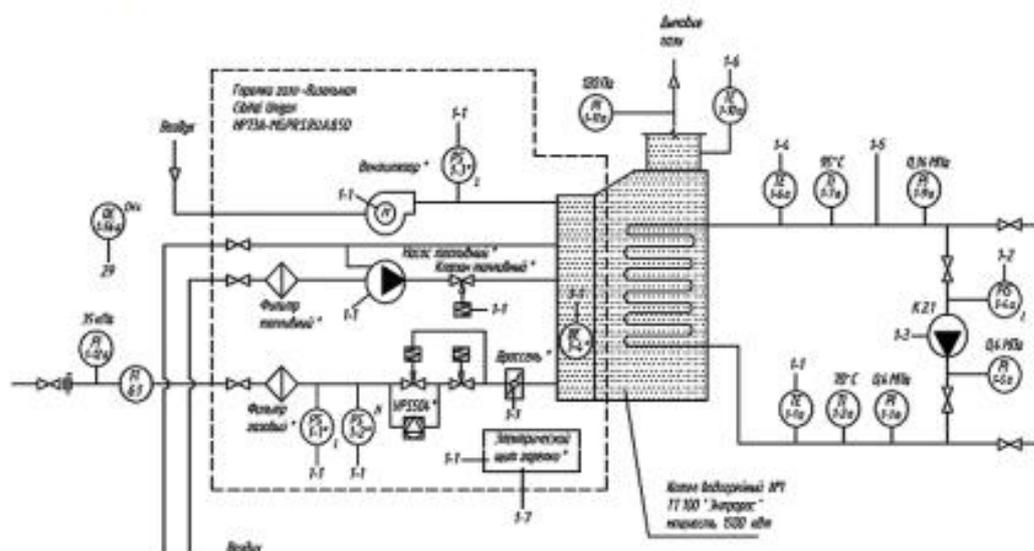


Рисунок 1 – Фрагмент схемы автоматизации котельной

В настоящее время нами разрабатываются принципиальные электрические схемы соединений. Планируется разработка программного симулятора системы управления.

© Пушко Е. В., Травникова М. А., 2022

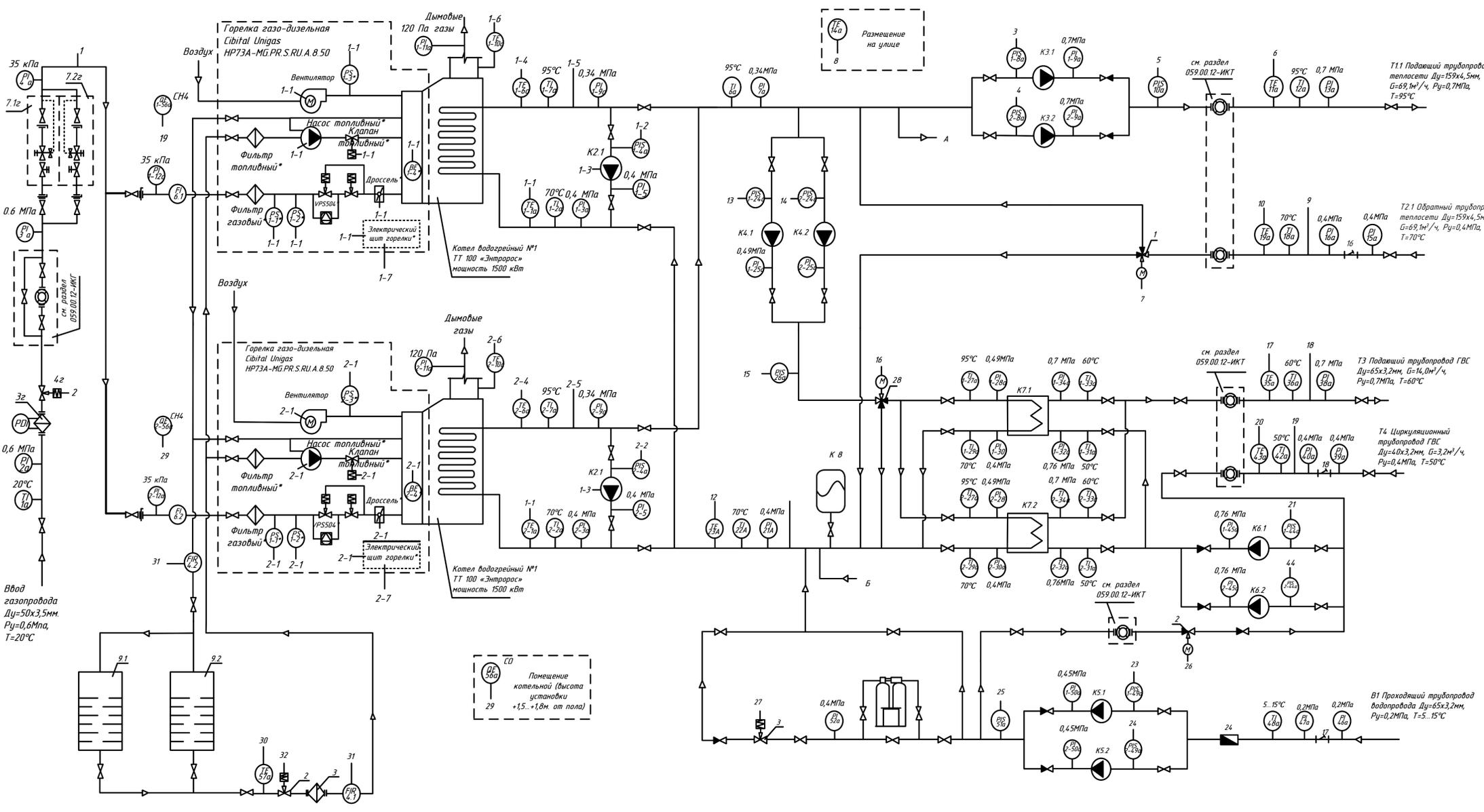
Условные обозначения:

- 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 40/140-22/2; 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 В1 «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 сенсор 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 сенсор загазованности С.Н.А. SGY MED V4NC	1	газоанализатора
55 а	Комнатный термостат для систем отопления тип RAA30	2		56б	блок питания и сигнализации RGY 000 MBP4	1	атара



- 7.1г. 7.2г-Регулятор давления газа RG/2MB RB50Z160 Pвых=15-35 кПа, комбинированный с ПЗК (Рнастр=5-10/18-35кПа) Ру 0,6МПа «Madas»
- 2-Клапан электромагнитный фланцевый MN28 AN4.0 008 «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.

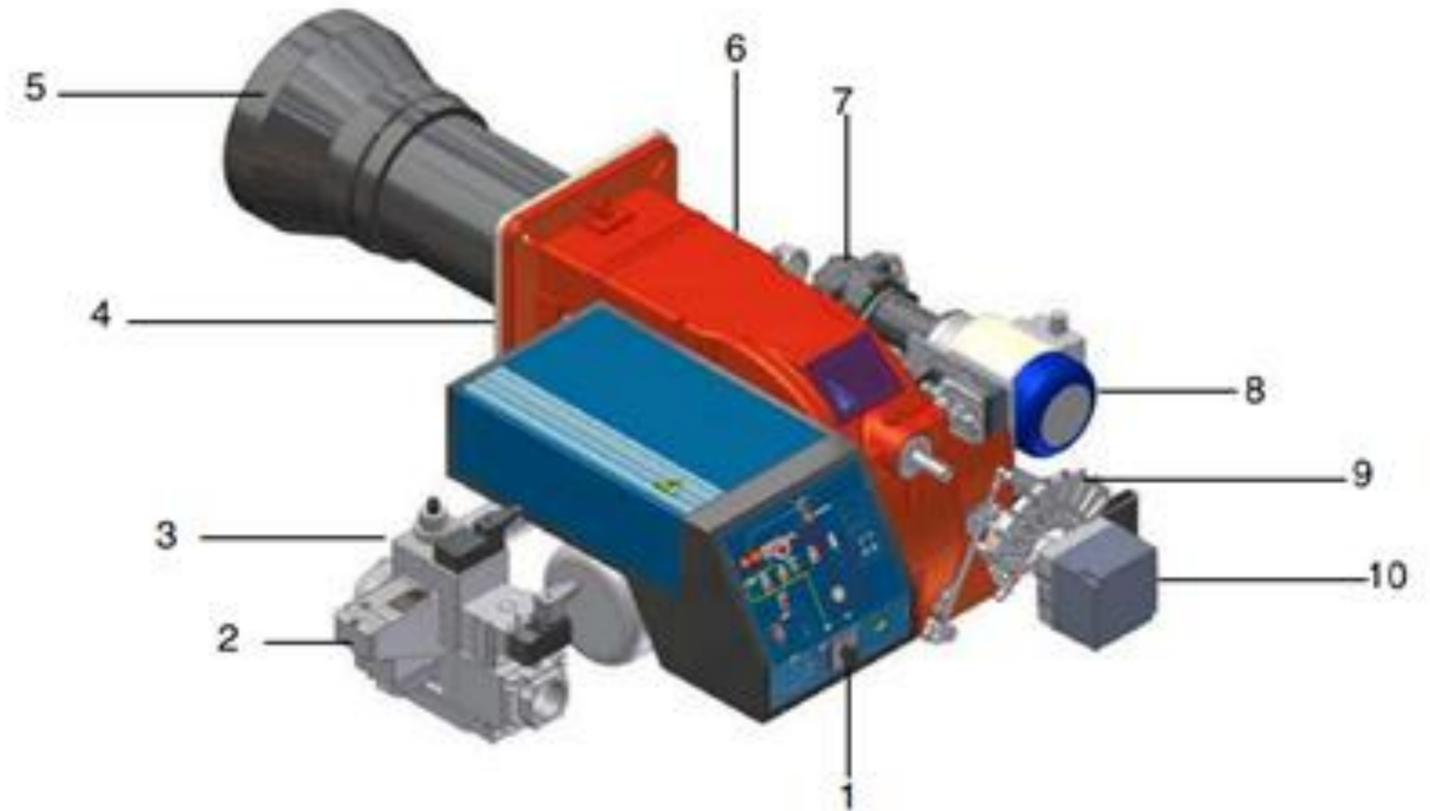
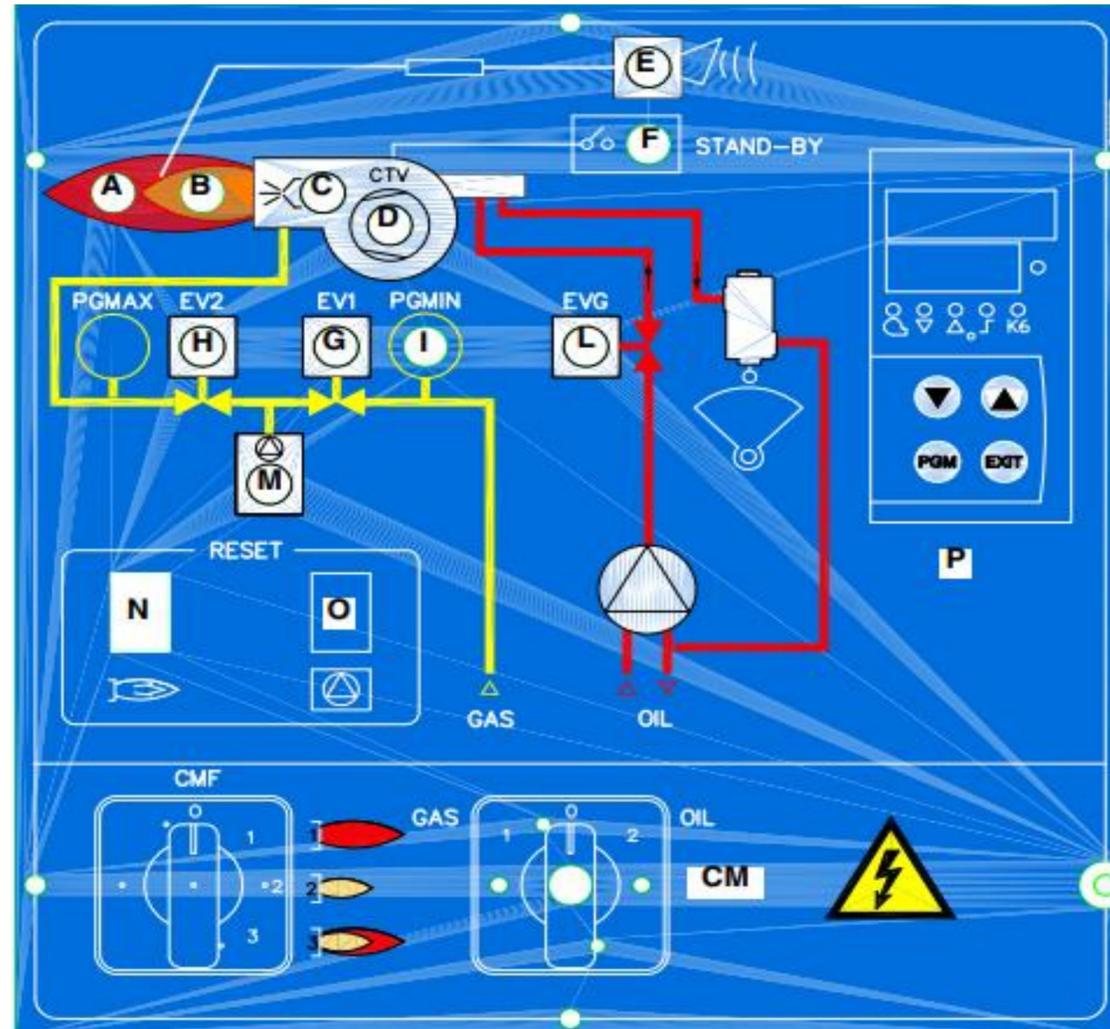
1,2-CPUI	Контроллер CPU 1212C 6ES7 212-1BD30-0XB0	2	
1,2-DI1	Модуль дискретного ввода S M 1221 6ES7 221-1BD30-0XB0	2	
1,2-AI1	Модуль дискретного ввода S M 1221 6ES7 231-4HD30-0XB0	2	
1,2-KTR600	Термопреобразователь сопротивления медный ДТС 095-100 МВ 3 80	4	
1,2-CPUI	Контроллер CPU 1214C 6ES7 214-1BE30-0XB0	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°С) 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°С) G ½, 64, 1,5	2	
1,2-8а	Преобразователь избыточного давления OVEN 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 ДТПЛ095-0100.250	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°С)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 OVEN ПД 100-ДИ 0,6 М-0,5 И 4,2	1	
6 а	Термометр диметаллический БТ-52.21(0-160°С) 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°С) 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 OVEN ПД 100-ДИ 0,6 М-0,5 И 4,2	2	
18 а, 22 а	Термометр диметаллический БТ-52.21(0-100°С) G ½, 100, 1,5	2	
19 а, 23 а	Термопреобразователь сопротивления медный ДТС 095-100МВ 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°С) 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°С) G ½, 4,6, 1,5	4	
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°С) 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°С) G ½, 4,6, 1,5	1	
37 а	Преобразов. избыточного давления OVEN 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 OVEN ПД 100-ДИ 0,6 М-0,5 И 4,2	1	
42 а	Термометр диметаллический БТ-52.21(0-100°С) 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°С) 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	Уст.	№ документа	Подпись	Дата	Функциональная схема автоматизации	Лист	Масса	Масшт
Разработ	Рыбалов А.И.				Автоматизированные системы управления технологическими процессами блочно-модульной водогрейной котельной	1		
Проверил	Рыбалов А.И.					6		
Т.Контр	Рыбалов А.И.							
И.Контр	Скрипко О.В.							
Э.Контр	Скрипко О.В.							

ВКР.164.010.150304.Сх

# Лицевая панель электрощита горелки

# Горелка газо-дизельная Cibital Unigas HP73A-MGPR.S.RU.A.8.50



## Технические характеристики

Производитель	Италия
Сборка	Италия (IT)/Россия (RU)
Исполнение	Навесное
Место установки	Котел
Тип	Комбинированная (газ-дизель)
Режим работы	Прерывный
Количество фаз:	3
Количество ступеней	Плавно – двухступенчатое (Прогрессивное регулирование)
Класс защиты	IP40
Напряжение, В	380
Частота тока, Гц	50
Тип топлива	Природный газ – дизтопливо
Расход топлива	Расход газа 30-127 см <sup>3</sup> /ч, Расход дизтоплива 24-101 кг/ч
Потребляемая мощность	3,25 кВт
Тип горелки	Наддувная
Максимальная тепловая мощность, кВт	280 - 1200
Габаритные размеры	(ДхШхВ), мм 1062 x 1429 x 659
Вес, кг	240

Поз. Обзн.	Наименование	Кол-во	Примечание
1	Панель с мнемосхемой с пусковым включателем, фильтр газа	1	
2	Блок контроля герметичности	1	
3	Группа газовых клапанов	1	
4	Фланец	1	
5	Сопло - Головка сгорания	1	
6	Крышка	1	
7	Насос	1	
8	Двигатель насоса	1	
9	Варьируемый сектор при работе на газе	1	
10	Сервопривод	1	

Поз. Обзн.	Наименование	Кол-во	Примечание
A	Режим большого пламени	1	
B	Режим малого пламени	1	
C	Запальный трансформатор	1	
CM	Главный выключатель/переключатель топлива	1	
D	Срабатывание термореле двигателя вентилятора	1	
E	Аварийная блокировка горелки	1	
F	Режим выжидания горелки	1	
G	Открытие клапана EV1	1	
H	Открытие клапана EV1	1	
I	Открытие клапана EV2	1	
L	Сигнал реле давления газа	1	
M	Работа электроклапана топлива	1	
N	Аварийная блокировка блока контроля герметичности	1	
O	Кнопка разблокировки электронного блока контроля пламени	1	
P	Кнопка разблокировки блока контроля герметичности	1	
Q	Модулятор	1	

ВКР 164010.150304.Сх								
Изм.	Лист	№Докум.	Подпись	Дата	Описание горелки	Литера	Масса	Масштаб
Разработал	Травникова М.А.					Д		
Проверил	Рыбалов А.Н.							
Т.Контр.	Рыбалов А.Н.					Лист 2	Листов 6	
Н. контр.	Скрипко О.В.				Автоматизированные системы управления технологическими процессами влажно-модульной водогрейной котельной	АМГУ Кафедра АППиЭ		
Утвердил	Скрипко О.В.							

**Котел водогрейный ТТ 100  
«Энтророс»**



**Основные рабочие характеристики  
котла водогрейного**

Максимальная температура воды, оС	115
Минимальная температура воды на входе в котел, оС	60
Максимальное рабочее давление воды, МПа	0,6
Минимальный расход воды, мЗ/ч	Не регламентируется
Минимальная мощность первой ступени горелки, %	Не регламентируется

**Технические характеристики котла водогрейного**

Производитель	Siemens
Диагональ экрана	5.7 дюйм
Цветной экран	Да
Интерфейс	Ethernet, Profinet
Функциональных клавиш	6
Разрешение	320x240
Напряжение питания	24 VDC
Степень защиты IP	65
Возможность вертикального монтажа	Да
Возможность поперечного монтажа	Да
Максимально допустимый угол наклона без принудительной вентиляции	35

**Технические характеристики котла водогрейного**

КПД*, %	92,5
Расход воды номинальный для $\Delta t=15^{\circ}\text{C}$ , мЗ/ч	175
Гидравлическое сопротивление водяного тракта при расходе теплоносителя для $\Delta t=15^{\circ}\text{C}$ , кПа	2,14
Расход дымовых газов, кг/с	1,32
Аэродинамическое сопротивление газового тракта для максимальной мощности, Па	830
Температура уходящих газов, $^{\circ}\text{C}$	186
Объем топки, мЗ	2,2
Водяной объем котла, мЗ	3,9
Масса сухого котла (допуск на массу 4,5%), кг	6720

**TFT- дисплей 6AV6 647-0AD11-3AX0**



**Контактор TeSys LC1E1210M5 1H0**



**Устройство звуковой сигнализации XB5KSD**



**Оповещатель охранно-пожарный комбинированный дия-с -1/220-2**



**Технические характеристики контактора TeSys LC1E1210M5 1H0**

Применение контактора	Управление электродвигателем Активная нагрузка
Категория применения	AC-1; AC-3
Номинальное рабочее напряжение	$\leq 690\text{ В}$
Номинальный рабочий ток	25 А ( $\leq 60^{\circ}\text{C}$ ) AC-1 12 А ( $\leq 60^{\circ}\text{C}$ ) AC-3
Тип цепи управления	Пер. ток 50 Гц
Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение	6 кВ (катушка не соединена с силовой цепью)
Номинальное напряжение изоляции	690 В
Среднее полное сопротивление	2,5 мОм
Минимальный коммутируемый ток	5 мА цепь управления
Минимальное коммутируемое напряжение	17 В цепь управления

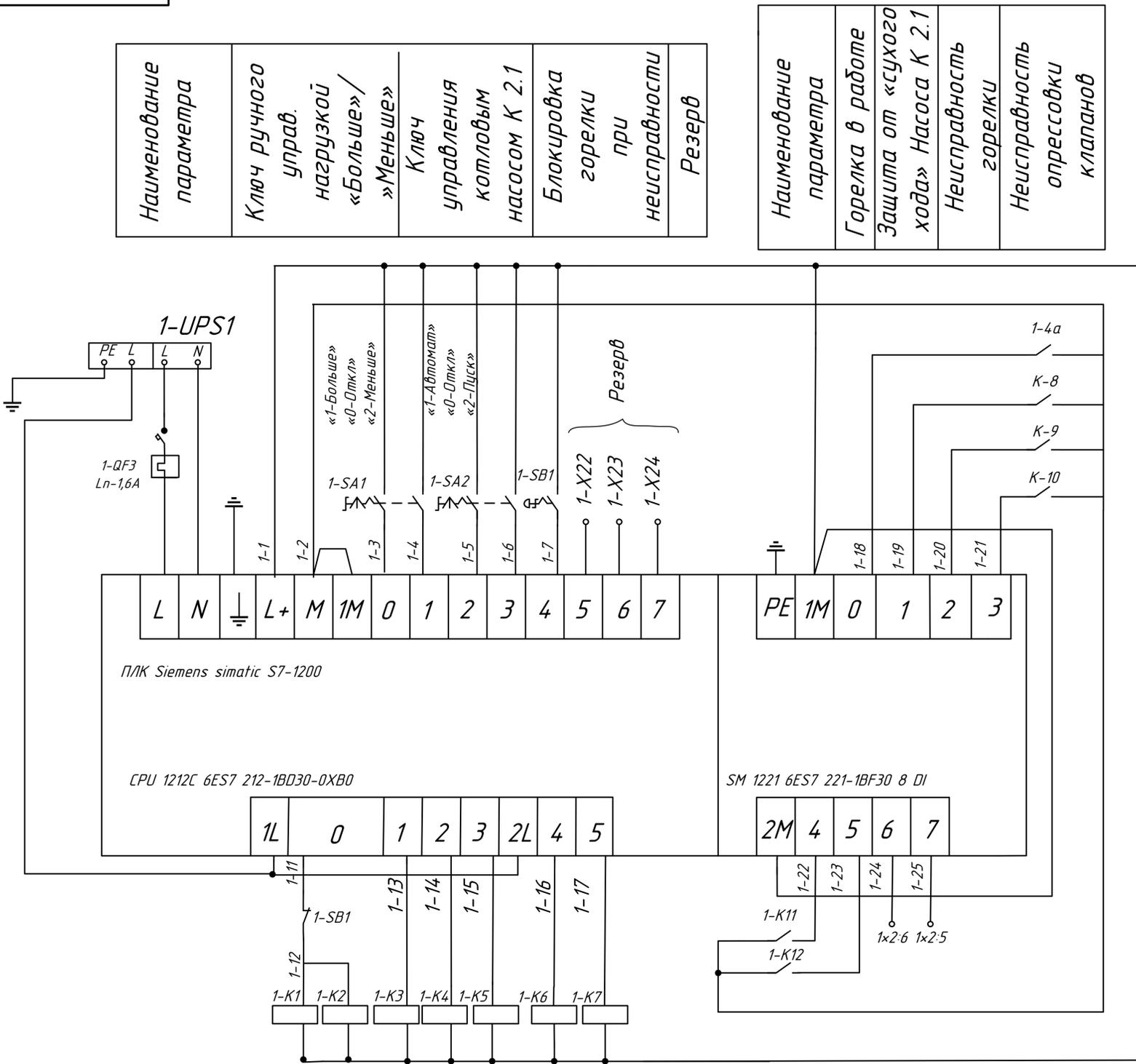
**Технические характеристики устройства звуковой сигнализации XB5KSD**

Тип напряжения	AC/DC
Рабочее напряжение при перемен. токе AC частотой 50 Гц	24 В
Рабочее напряжение при перемен. токе AC частотой 60 Гц	24 В
Рабочее напряжение постоян. тока DC	24 В
Громкость звука	85 дБ
Тип акустического сигнала	Пульсирующий/ непрерывный тон
Род тока	AC/DC
Номинальное напряжение постоянного тока	24 В
Рабочее напряжение от сети переменного тока 50 Гц	24 В
Рабочее напряжение при перемен. токе частотой 50 Гц	24 В

**Технические характеристики оповещателя охранно-пожарного комбинированного БИЯ-С -1/220-2**

Тип светового оповещателя	Постоянного свечения
Цвет свечения	Красный
Уровень звукового давления, дБ	85
Регулировка громкости	нет
Потребляемая мощность	До 6З
Степень защиты	IP22
Род тока	AC/DC
Диапазон рабочих температур, $^{\circ}\text{C}$	-40...+50
Звуковой оповещатель	Электро-динамический
Световой оповещатель	светодиодный

				ВКР.164.010.15.03.04.Сх				
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Описание технических средств	Литера	Масса	Масштаб
Разраб.	Грибникова М.А.					Д		
Проверил	Рыбалов А.И.					Лист 3		Листов 6
Т.Контр.	Рыбалов А.И.							
Н. Контр.	Скрипко Д.В.				Автоматизированные системы управления технологическими процессами включно-модульной водогрейной котельной	АМГУ Кафедра АППиЭ		
Утвердил	Скрипко Д.В.							



Наименование параметра
Ключ ручного управ. нагрузкой «Больше»/«Меньше»
Ключ управления котловым насосом К 2.1
Блокировка горелки при неисправности
Резерв

Наименование параметра
Горелка в работе
Защита от «сухого хода» Насоса К 2.1
Неисправность горелки
Неисправность опрессовки клапанов

Наименование параметра
Останов горелки при неисправности
Регулирование нагрузки горелки «Больше»
Регулирование нагрузки горелки «Меньше»
Насос котловой к 2.1 пуск
Резерв

Наименование параметра
Насос котловой К 2.1 в работе
Насос котловой К 2.1 нажата кнопка авар. остановка
Резерв

Поз. обозн.	Наименование средств измерений	Кол-во	Примечание
<i>Приборы по месту:</i>			
1-4 а	Манометр электроконтактный ТМ-510 РКТ. 06(0-0,4 Мпа) G ½. 1,5	1	
<i>Приборы в шкафу управления котлом № 1</i>			
1-DI1	Модуль дискретного ввода S M 1221 6ES7 221-1BF30-0XB0	1	
1-K8... K10	Миниатюрное РСВ реле 40 серии. U пит.~220VAC, 1 перек. конт. 10А, арт. №40.518.230.0000 в комплекте с розеткой арт. №95.05SPA	3	
1-X1 1-X2	Проходная клемма, пружинная, серая, ST 1,5 арт. №3031076	13	
1-CPU1	Контроллер CPU 1212C 6ES7 212-1BD30-0XB0	1	
1КТР 600	TFT-Дисплей 6AV6 647-0AD11-3AX0	1	
1-БП 2	Блок питания БП 15 Б-Д 2-24 ток нагрузки 0,63 А	1	
1-КМ 1	Контактор Te Sys LC1E1210M5, U кат=~220VAC, 1НО контакт	1	
1-К 1... 1-К 7	Миниатюрное РСВ Реле 40 серии, U Пит.- 24VDC, 1 перек. Конт. 16А, арт. №40.61.9.024.0000 в комплекте с розеткой арт. №95.05SPA	7	
1-SB 1	Кнопка аварийного останова тригерного действия состояния из корпус в сборе 1НО+1НЗ контакт ZB4-BZ105, грибовая головка с фиксацией, возврат поворотом, цвет красный ZB4-BS64	1	
1-SA 1	Переключатель на три положения с возвратом в центре XB4-BJ53 состоящий из корпус в сборе 2 НО контакта ZB4-BZ103, удлиненная ручка черного цвета с возвратом в центр ZB4-BJ3	1	
1-SA 2	Переключатель на три положения с фиксацией XB4-BJ33 состоящий из корпус в сборе 2 НО контакта ZB4-BZ103, удлиненная ручка черного цвета с фиксацией ZB4-BJ3	1	
1-X 2	Проходная клемма, пружинная, серая, ST 1,5 арт. №3031076	4	
1-QF3	Автоматический выключатель		

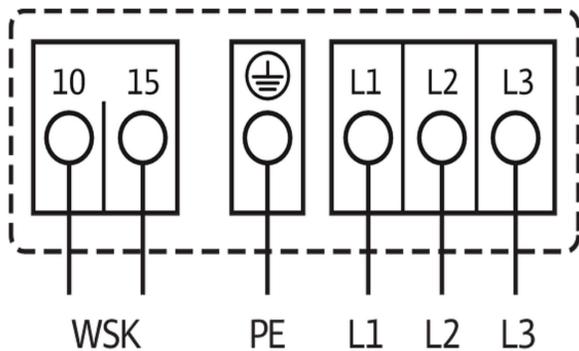
ВКР.164.010.150304.Сх				Литера	Масса	Масшт
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		
Разраб		Рыбалов А.Н.				
Проверил		Рыбалов А.Н.				
Т.Контр		Рыбалов А.Н.				
И.Контр		Скрипка О.В.				
Утвердил		Скрипка О.В.				
Схема электрическая принципиальная.				Лист 4 / Листов 6		
Подключение контроллера и дискретных датчиков котла.				АМГУ Кафедра АППиЭ		
Автоматизированные системы управления технологическими процессами влочно-модульной водогрейной котельной						

### Технические характеристики

Максимальное рабочее давление	10 бар
t перекачиваемой жидкости t <sub>min</sub>	-20 °C
Макс. t перекачиваемой жидкости t <sub>max</sub>	130 °C
Подключение к сети	3~400 V, 50 Hz
Номинальный ток I <sub>N</sub>	1,19 A
Частота вращения макс. n <sub>max</sub>	2800 1/min
Потребляемая мощность P <sub>1</sub> (Q=макс.) выбранного рабочего колеса* число насосов P <sub>1</sub>	610 Вт
Класс защиты электродвигателя	IPX4D
Патрубок на всас. стороне DN <sub>s</sub>	DN 50
Монтажная длина l <sub>0</sub>	280 мм

Насос котловой рециркуляционный  
Wilo TOP-S 50/7

### Схема подключения



Подключение к электросети 3~400 В, 50 Гц

3~230 В, 50 Гц (со штекером переключения в качестве опции: 3~230 В)

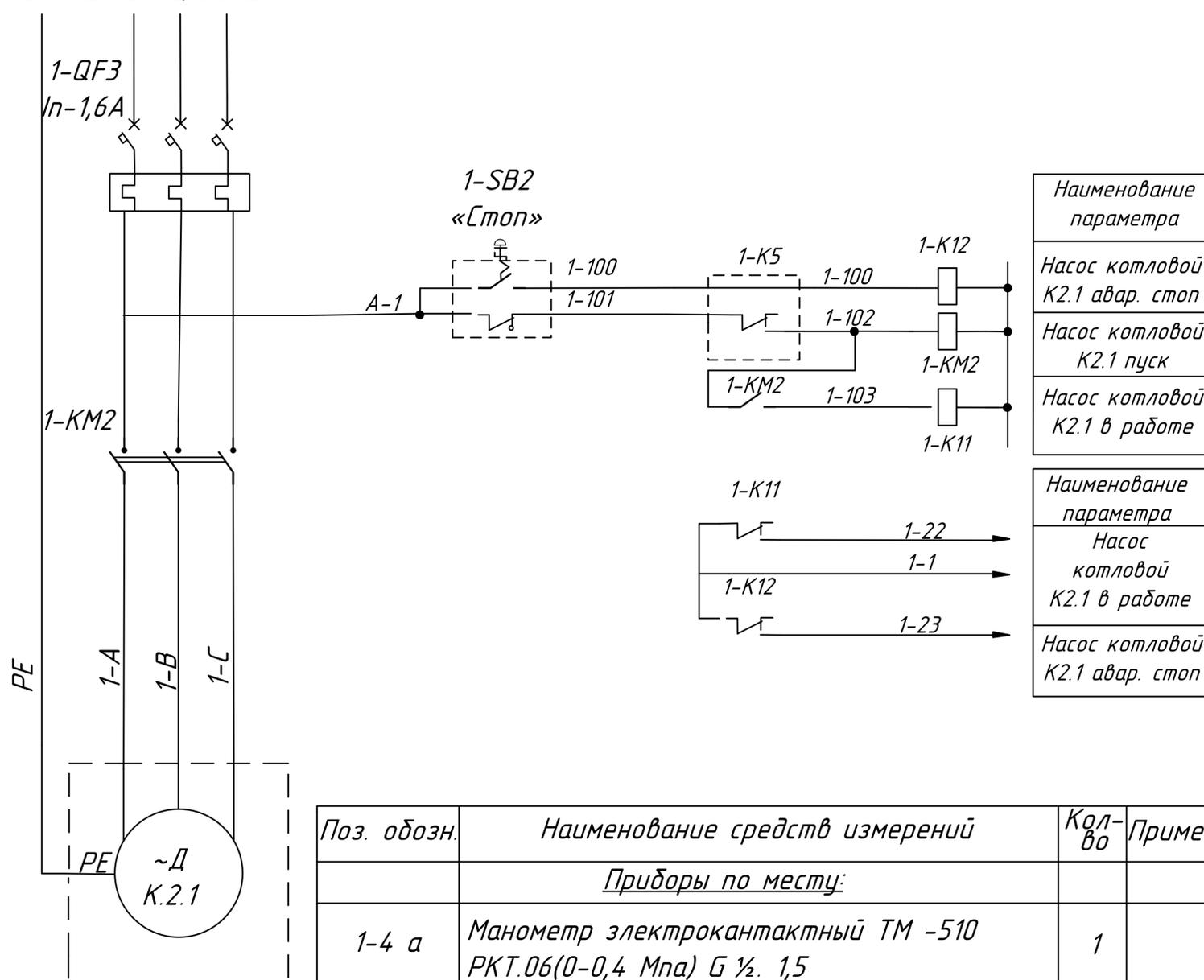
WSK = защитный контакт обмотки

Полная защита электродвигателя на всех ступенях частоты вращения с опциональным устройством отключения

Выключение: выключение по сигналу внешнего прибора управления/внешней системы регулирования

Сброс: Сброс сигнала неисправности выполняется автоматически после охлаждения электродвигателя

Ввод питания  
3N PE ~50Гц 380В

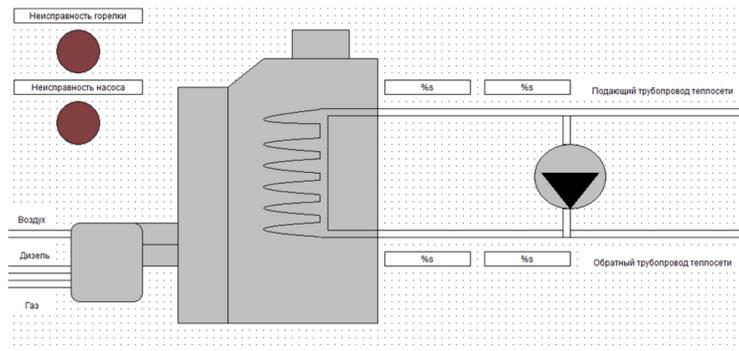


Наименование параметра
Насос котловой К2.1 авар. стоп
Насос котловой К2.1 пуск
Насос котловой К2.1 в работе
Наименование параметра
Насос котловой К2.1 в работе
Насос котловой К2.1 авар. стоп

Поз. обозн.	Наименование средств измерений	Кол-во	Примечание
<u>Приборы по месту:</u>			
1-4 а	Манометр электроконтактный ТМ -510 РКТ.06(0-0,4 Мпа) G ½, 1,5	1	
<u>Приборы в шкафу управления котлом №1:</u>			
1-Di1	Модуль дискретного ввода SM 1221 6ES7 221-1BE30-0XB0	1	
1-K8...K10	Миниатюрное РСВ реле 40 серии, Упит.~ 220VАС, 1 перек. конт.10А, арт. №40.51.8.230.0000 в комплекте с розеткой арт. №95.05SPA	3	
1-X1 1-X2	Проходная клемма, пружинная, серая, ST 1,5 арт. №3031076	13	
1-QF3 I <sub>n</sub> -1,6А	Автоматический выключатель		

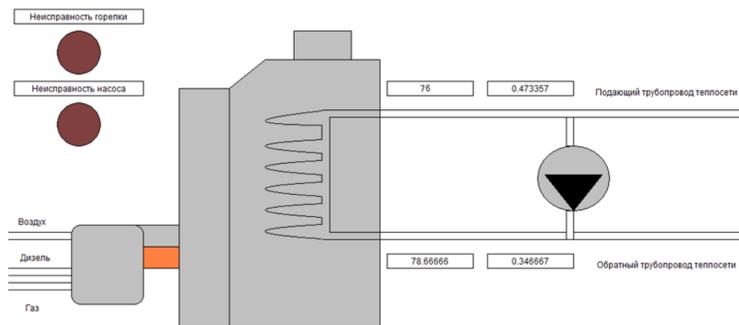
ВКР.164.010.150304.Сх			
Изм/Лист	№ документа	Подпись	Дата
Разраб	Грабникова М.А.		
Проверил	Рыбалов А.Н.		
Т.Контр	Рыбалов А.Н.		
И.Контр	Скритко О.В.		
Утвердил	Скритко О.В.		
Схема электрическая принципиальная. Схема управления котловым насосом			Литера Л
Автоматизированные системы управления технологическими процессами блочно-модульной водогрейной котельной			Масса Лист 5
АМГУ кафедра АППиЭ			Максит Листов 6

### Внешний вид визуализации котельной автоматике в CodeSys

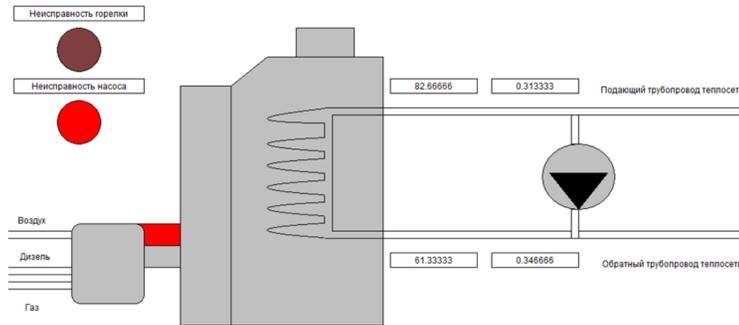


### Внешний вид визуализации со значениями

$T_{об. воды}=61,33; T_{прям. воды}=76; P_{об. воды}=0,346667; P_{прям. воды}=0,473357$

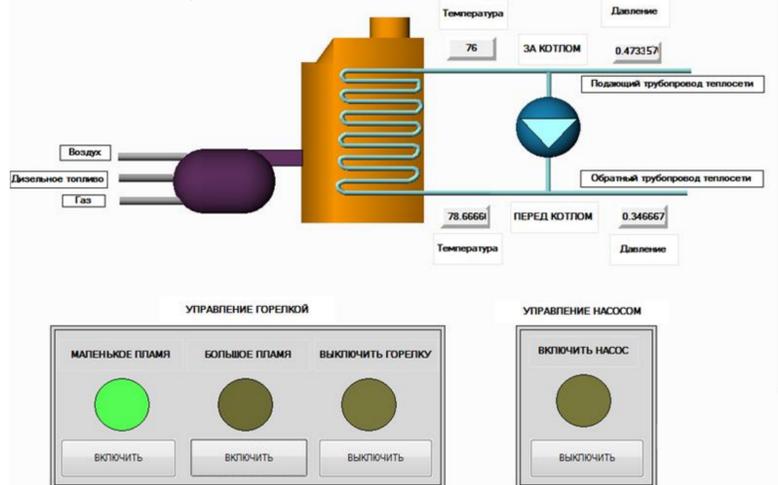


### Внешний вид визуализации при нажатии на кнопку «неисправность насоса»



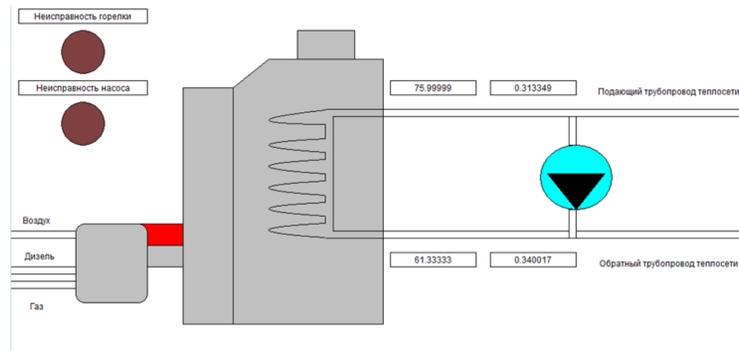
### Внешний вид визуализации TracеMode при установке связи с CodeSys со значениями

$T_{об. воды}=61,33; T_{прям. воды}=76; P_{об. воды}=0,346667; P_{прям. воды}=0,473357$



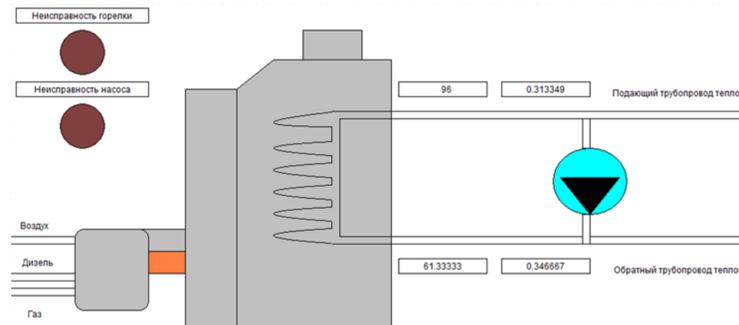
### Внешний вид визуализации со значениями

$T_{об. воды}=61,33; T_{прям. воды}=75,99; P_{об. воды}=0,340017; P_{прям. воды}=0,313349$

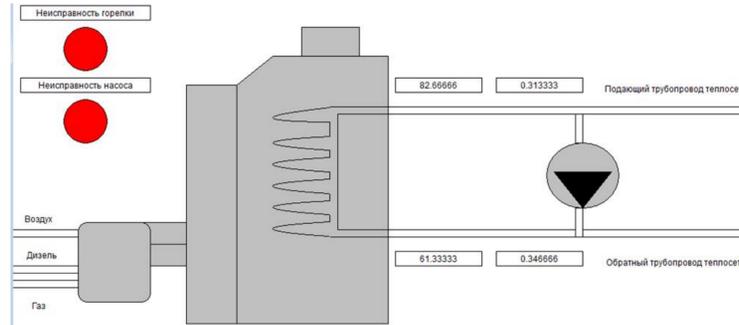


### Внешний вид визуализации со значениями

$T_{об. воды}=61,33; T_{прям. воды}=96; P_{об. воды}=0,346667; P_{прям. воды}=0,313349$

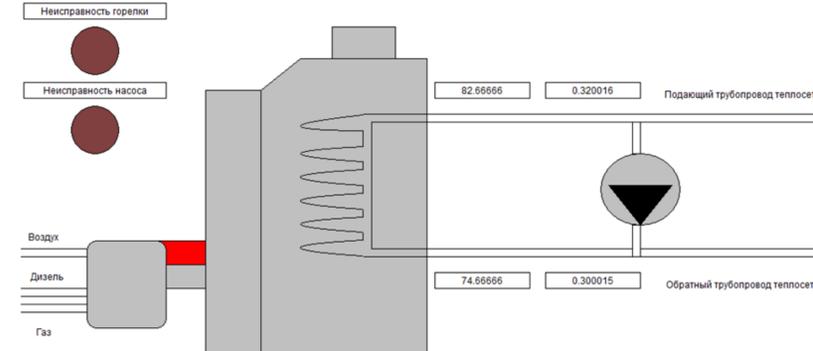


### Внешний вид визуализации при нажатии на кнопку «неисправность горелки» и «неисправность насоса»

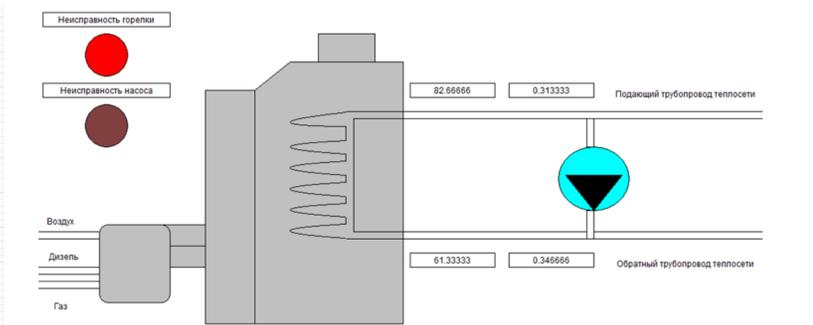


### Внешний вид визуализации со значениями

$T_{об. воды}=74,66; T_{прям. воды}=82,66; P_{об. воды}=0,300015; P_{прям. воды}=0,320016$

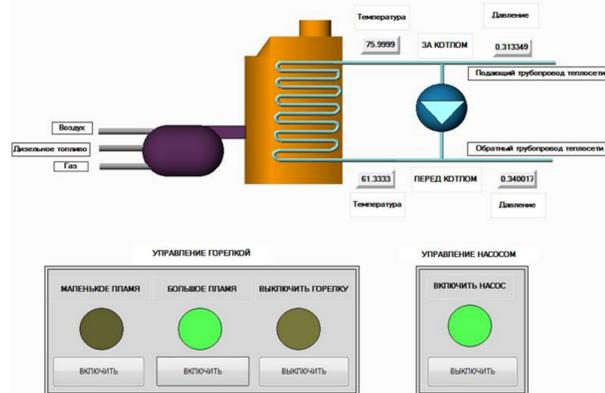


### Внешний вид визуализации при нажатии на кнопку «неисправность горелки»



### Внешний вид визуализации TracеMode при установке связи с CodeSys со значениями

$T_{об. воды}=61,33; T_{прям. воды}=75,99; P_{об. воды}=0,340017; P_{прям. воды}=0,313349$



### Внешний вид визуализации TracеMode при установке связи с CodeSys со значениями

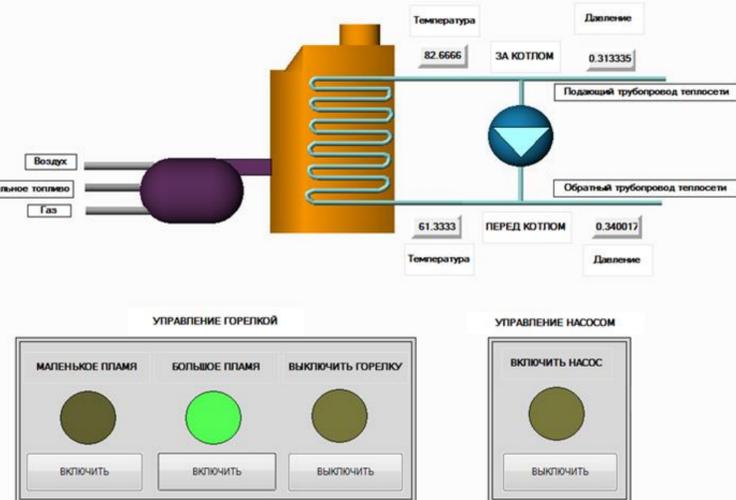
$T_{об. воды}=61,33; T_{прям. воды}=96;$

$P_{об. воды}=0,346667;$

$P_{прям. воды}=0,313349$

### Внешний вид визуализации TracеMode при установке связи с CodeSys

при нажатии кнопки «неисправность насоса»



### Пульт управления диспетчера вCodeSys «неисправность горелки»



### Пульт управления диспетчера вCodeSys «неисправность насоса»

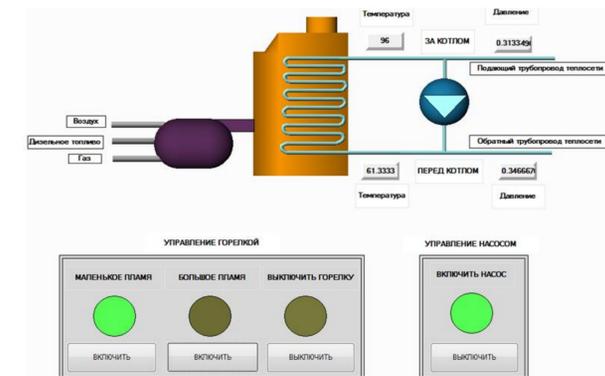
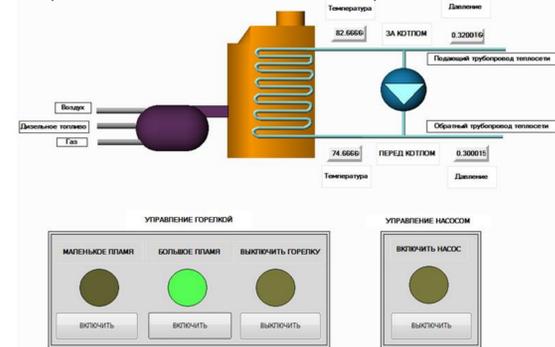


### Пульт управления диспетчера вCodeSys «неисправность горелки» и «неисправность насоса»



### Внешний вид визуализации TracеMode при установке связи с CodeSys со значениями

$T_{об. воды}=74,66; P_{об. воды}=0,300015; P_{прям. воды}=0,320016$



				ВКР.164.010.15.03.04.Сх				
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Проверка автоматического режима разработанного ПО	Литера	Масса	Масштаб
Разраб.		Рыбалов А.Н.				Д		
Проверка		Рыбалов А.Н.				Лист 6	Листов 12	
Т.Контр.		Рыбалов А.Н.			Автоматизированные системы управления технологическими процессами включно-модульной водогрейной котельной	АМГУ Кафедра АППиЭ		
Н.Контр.		Скрипка О.В.						
Утвердил		Скрипка О.В.						