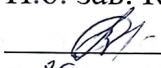


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)


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» июня 2024 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

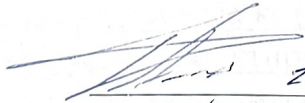
на тему: «Автоматизированная система управления технологическим  
процессом котла КВГМ-100 Благовещенской ТЭЦ»

Исполнитель  
студент группы 041-об

  
24.06.2024  
(подпись, дата)


М. А. Федоров

Руководитель  
доцент, канд. техн. наук

  
24.06.2024  
(подпись, дата)


Д. А. Теличенко

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

  
11.06.2024  
(подпись, дата)

А. Б. Булгаков

Нормоконтроль  
профессор, д-р техн. наук

  
25.06.2024  
(подпись, дата)

О. В. Скрипко


Благовещенск 2024

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой

  
подпись

О.В. Скрипко  
И.О. Фамилия

« 25 » июня 2024 г.

### ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Федорова Максима Александровича

1. Тема выпускной квалификационной работы: Автоматизированная система управления технологическим процессом котла КВГМ-100 Благовещенской ТЭЦ

(утверждена приказом от 11.04.24 № 965-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта) \_\_\_\_\_

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: 1) Рабочая и конструкторская документация Благовещенской ТЭЦ; 2) Приказ об утверждении темы бакалаврской работы; 3) Материалы, собранные в ходе практики.

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

- 1) Анализ технологического процесса котла КВГМ-100;
- 2) Разработка аппаратной части проектируемой системы;
- 3) Разработка принципиальной электрической схемы;
- 4) Разработка алгоритмической схемы
- 5) Разработка программной части SCADA-системы
- 6) Безопасность и экологичность.

5. Перечень материалов приложения:

Лист 1: Общий вид котла КВГМ-100

Лист 2: Функциональная схема

Лист 3: Принципиальная электрическая схема

Лист 4: Алгоритмическая схема

Лист 5: Визуализация окна «Котел»

Лист 6: Визуализация окна «Световая индикация места аварии»

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе:

Безопасность и экологичность – Булгаков А.Б., доцент, канд. техн. наук


7. Дата выдачи задания 05.06.2024

Руководитель выпускной квалификационной работы:

Теличенко Денис Алексеевич, доцент кафедры АППиЭ, канд. техн. наук

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

Задание принял к исполнению (дата):

 05.06.2024

(подпись студента)

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 69 страниц, 54 рисунка, 4 таблицы, 15 источников, 7 приложений.

ПЛК, ТСА, ВОДОГРЕЙНЫЕ КОТЛЫ, МОДЕРНИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА, ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА, АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ СХЕМА, SCADA-СИСТЕМА

Целью выпускной квалификационной работы является перевод с мазута на газ, модернизация, реализация и внедрения полномасштабной АСУ ТП для котла КВГМ-100 на Благовещенской ТЭЦ. В ходе разработки проекта был выполнен выбор оборудования в рамках газификации, составлены функциональная и полная электрическая схемы. Также разработаны алгоритмические схемы запуска котла и системы защит, разработана SCADA-система.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АСУ – автоматизированная система управления;

БРЗ – блок розжига запальника и контроля пламени;

ВКР – выпускная квалификационная работа;

ЗДЭ – задвижка дроссельная с электроприводом;

ИМ – исполнительный механизм;

КВГМ-100 – котёл водогрейный газо-мазутный с выходной мощностью 100 Гкал/ч;

КИМ – контроллер исполнительных механизмов;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

МЭО(Ф) – механизм электрический однооборотный (фланцевый);

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ПМУ – панель местного управления;

САУ ТП – система автоматического управления технологическими процессами;

ТП – технологический процесс;

ТСА – технические средства автоматизации;

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль;

ЦП – центральный процессор;

AI/AO – аналоговый ввод/вывод;

DI/DO – дискретный ввод/вывод;

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Анализ технологического процесса котла КВГМ-100	8
1.1 Состав и технические характеристики объекта	8
1.2 Описание технологического процесса	9
1.3 Задачи по модернизации КВГМ-100	10
2 Разработка аппаратной части проектируемой системы	11
2.1 Разработка структурной схемы устройства	11
2.2 Выбор ТСА КВГМ-100	13
3 Разработка принципиальной электрической схемы	28
3.1 Подключение датчиков к Regul R500	28
3.2 Подключение ИМ к Regul R500	31
3.3 Подсчёт ТСА, портов и модулей Regul R500	37
4 Разработка алгоритмической схемы программы	39
5 Разработка программной части и scada-системы	42
5.1 Структура АСУТП котла КВГМ-100	42
5.2 Разработка SCADA – системы	43
6 Безопасность и экологичность	53
6.1 Безопасность	53
6.2 Экологичность	54
6.3 Чрезвычайные ситуации	54
Заключение	57
Библиографический список	58
Приложение А	60
Приложение Б	63
Приложение В	64
Приложение Г	65
Приложение Д	67
Приложение Е	68
Приложение Ж	69

## ВВЕДЕНИЕ

Котел КВГМ-100 получил широкое применение на ТЭЦ в целях использования при пиковых тепловых нагрузках, а также в качестве основного источника тепла в отопительных котельных разных районов. На Благовещенской ТЭЦ установлено два котла данного типа, введенные в эксплуатацию в прошлом веке. Повышенный интерес к данным объектам продиктован планами по газификации станции, что очевидно приведет к необходимости их модернизации, в том числе и большей автоматизации всех процессов.

Современная автоматизация, развитие КИПиА, отказ от ручного управления в пользу автоматического или автоматизированного диктует необходимость создания полномасштабного АСУТП для всех технологических процессов, на основе достижений современной микропроцессорной техники. При этом вектор движения в этом плане направлен на преимущественное применение отечественных решений на всех уровнях автоматизации.

Таким образом в данной работе поставлена и выполнена задача по модернизации котлоагрегата КВГМ-100 Благовещенской ТЭЦ, решенная в условиях импортозамещения, при переводе станции на сжигание природного газа. Представленное решение сопровождается анализом технологического процесса, разработкой необходимых схем автоматизации, включая электрические, алгоритмические, и т.п. Полученная таким образом АСУТП сопровождается эскизным проектированием экранных форм и алгоритмов работы верхнего уровня SCADA -системы.

# 1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОТЛА КВГМ-100

## 1.1 Состав и технические характеристики объекта

Котел КВГМ-100 является прямоточным, П-образной компоновки, и рассчитан для подогрева воды до 150 °С при пиковом режиме с перепадами 40 °С и в основном режиме 80 °С.

Котел оборудован двумя мазутными горелками РМГ-30 с ротационными форсунками Р-3500, расположенные по бокам. Производительность горелки на мазуте – 3835 кг/ч. Требуемое давление, мазута перед горелкой – 0,2 МПа, газа – 0,04 МПа. К горелкам, при сжигании мазута, подаются два потока воздуха – общий и первичный.

Котёл оборудован двумя вентиляторами: общего воздуха и первичного ВДН-18, дымососом ДН-20×2.

Внешний вид котла КВГМ-100 можно рассмотреть на рисунке 1.1 [11].

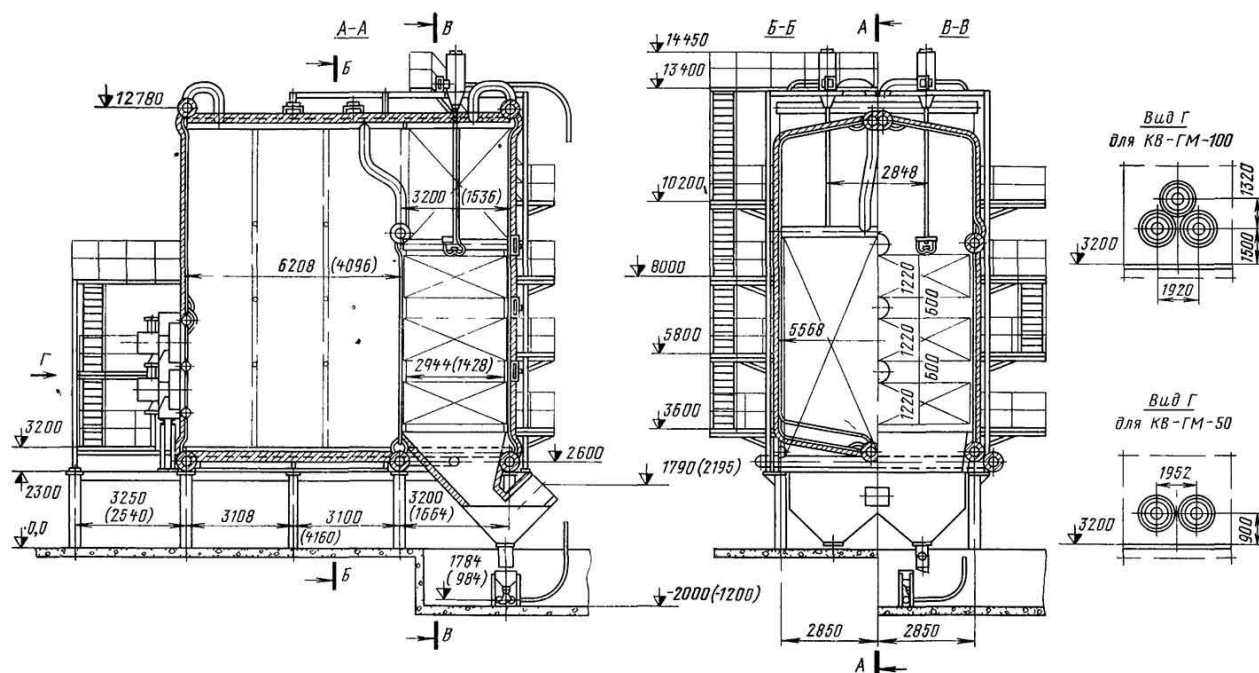


Рисунок 1.1 – Внешний вид котла КВГМ-100

Характеристики котла КВГМ-100 приведены в таблице 1.1 [3].



Таблица 1.1 – Технические характеристики котла КВГМ-100

Номинальная теплопроизводительность, МВт (Гкал/ч)	116,3 (100)
Давление воды, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ):	
расчетное	2,5 (25)
минимальное на выходе	1,0 (10)
Температура воды, °С:	
на входе	70/110
на выходе	150
Недогрев воды до кипения на выходе, °С	30
Расход воды, т/ч	1230/2460
Минимальное гидравлическое сопротивление тракта, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ):	
при первоначальной заводской конструкции верхнего конвективного пакета	0,25 (2,5)
после реконструкции заводом верхнего конвективного пакета	0,35 (3,5)
Минимальный КПД котла брутто, %:	
на мазуте	91,8
Максимальный удельный расход условного топлива, кг/МВт (кг/(Гкал·ч <sup>-1</sup> ), м <sup>3</sup> /МВт (м <sup>3</sup> /(Гкал·ч <sup>-1</sup> ))	134 (156)
Диапазон регулирования теплопроизводительности от номинальной, %	20 – 100
Время растопки котла не более, ч	0,5
Средняя наработка на отказ не менее, ч	5500
Срок службы между капитальными ремонтами не менее, год	2
Полный назначенный срок службы, год	20
Удельный выброс оксидов азота, г/м <sup>3</sup>	
на мазуте	0,38

## 1.2 Описание технологического процесса

Подогрев сетевой воды происходит следующим путем: вода под давлением до 2,5 МПа и температурой 70 °С из сети поступает U-образные змеевики, расположенные в конвекционной части котла. Здесь происходит нагревание воды до 150 °С продуктами сгорания.

Горение в топке происходит следующим образом: воздух под давлением (0...0,5 кПа) подается вентилятором в топку, где происходит его смешивание с топливным газом, поступающим в топку под давлением 60 кПа. Газовоздушная смесь воспламеняется источником высокого напряжения на запальнике, после чего происходит воспламенение горелок. Продукты

сгорания уходят в дымовую трубу, передавая часть тепла конвекционным поверхностям и U-образным змеевикам. Дымовые газы выводятся из котла дымососом. На выходе дымовых газов контролируется их состав, а перед горелками регулируется соотношение «топливо-воздух» с целью контроля качества сгорания топливной смеси [3].

### **1.3 Задачи по модернизации КВГМ-100**

На данный момент два котла КВГМ-100, размещённые на Благовещенской ТЭЦ, существенно не автоматизированы и используют в качестве топлива только мазут. Работа этих установок осуществляется за счёт локального САУ и на данный момент применение полномасштабного АСУТП невозможно.

В данном проекте будет рассмотрена задача модернизации одной такой установки, связанная с переводом котла на сжигание природного газа и соответствующая полномасштабная автоматизация (затрагивающая весь комплекс технологического процесса от нижнего полевого уровня – до верхнего), основанная на применении полномасштабного АСУТП.

Проводимые работы выполняются в условиях действия актуальных законодательных актов РФ (Указа президента РФ №166 от 30.03.2022 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации», т.е. использовании оборудования (датчиков, исполнительных механизмов и иных технических средств автоматизации, включая контроллер) и программного обеспечения (контроллерного и верхнего уровня, включая SCADA систему) отечественного производства. Техническое задание на разработку автоматизированной системы см. Приложение А.

## 2 РАЗРАБОТКА АППАРАТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ

### 2.1 Разработка структурной схемы устройства

Первым этапом выполнение работы явилось составление структурной схемы, необходимой для анализа полевого уровня системы. Основой для данной схемы явилось схема из типовой инструкции [3], она же являлась прототипом для создания функциональной схемы. Разработанная в итоге схема представлена на рисунке 2.1.

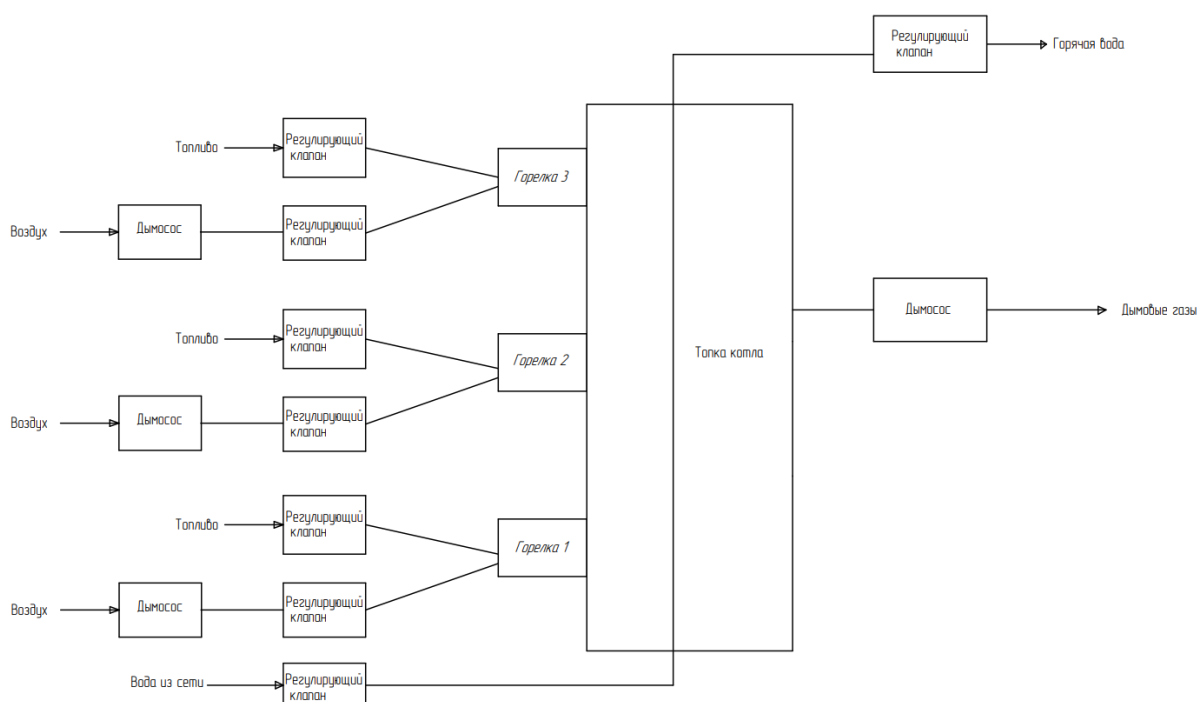


Рисунок 2.1 – Структурная схема КВГМ-100

Данная структурная схема представляет собой набор элементов, необходимые для общего представления решаемой задачи. В дальнейшем она станет основой для разработки функциональной схемы.

Исходя из структурной схемы, нам необходимо обеспечить подачу топлива(газа) и воздуха на горелки, а также подачу воды в топку котла и вывод воды необходимой температуры. Помимо этого, необходимо выводить дымовые газы из топки, для поддержания оптимального уровня разрежения в топке котла.

В соответствии с типовой инструкцией по эксплуатации котла КВГМ-100 [3] необходимо обеспечить измерение и контроль следующих технологических параметров: температуры воды на входе и выходе; давления воды на входе и выходе; расхода газа; давления газа в газопроводе к котлу; давления газа за регулирующим клапаном; давления воздуха за дутьевым вентилятором; температуры воздуха за дутьевым вентилятором; расхода воздуха на котел; температуры уходящих газов; содержания кислорода в дымовых газах; разрежения в топке; разрежения за котлом; температуры подшипников дымососа и вентиляторов; положения направляющих аппаратов дымососа, вентиляторов, регулирующих клапанов; факела в топке; давление газа перед горелками; давление общего воздуха перед горелками.

На рисунке 2.2 представлена структурная схема подключения ПЛК к ТСА.

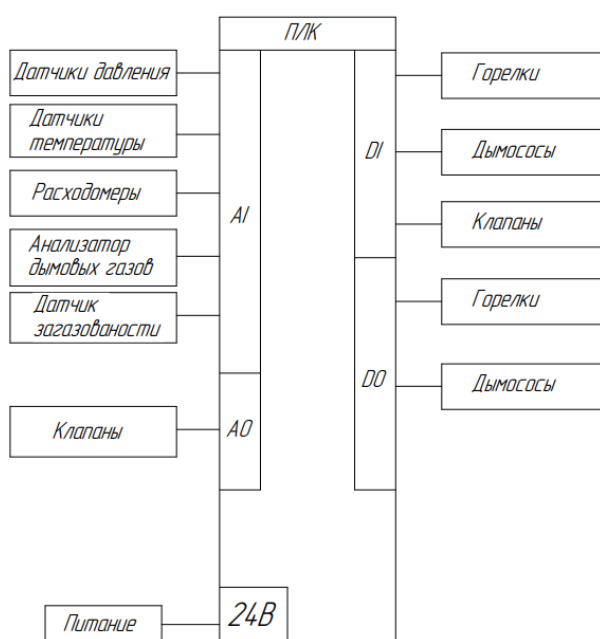


Рисунок 2.2 – Структурная схема подключения ТСА к ПЛК

Исходя из рисунка 2.1, схемы из типовой инструкции [3] и требуемых ТСА, была разработана функциональная схема, приведённая в Приложение Б [1].

## 2.2 Выбор ТСА КВГМ-100

### 2.2.1 Выбор датчиков

Значение температуры воды на выходе равно 150 °С и значение температуры воды на входе не менее 70 °С. Рассмотрим данный диапазон температуры (70 – 150 °С) в качестве основного фактора для подбора датчика температуры.

Для измерения температуры выбран датчик температуры ТПУ-205 от отечественного производителя ООО НПП «ЭЛЕМЕР». ТПУ-205 необходимы для измерения и преобразования температуры жидких и газообразных веществ в выходной сигнал постоянного тока от 4 до 20 мА. Внешний вид ТПУ-205 представлен на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 – Внешний вид ТПУ-205

ТПУ-205 подходит также для измерения температуры воздуха за дутьевым вентилятором и температуры подшипников дымососа и вентиляторов. Для измерения температуры уходящих газов используется ТПУ-205 с ТС-1088 Pt100.

Для отображения измеренной температуры по месту необходимо использовать вспомогательное оборудование – измеритель технологический цифровой ИТЦ 420/МЗ-5. ИТЦ предназначены для измерения и индикации температуры и других физических величин, преобразованных в унифицированный сигнал постоянного тока 4 – 20 мА. Внешний вид ИТЦ 420/МЗ-5 представлен на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4 – Внешний вид ИТЦ 420/М3-5

ИТЦ являются микропроцессорными, переконфигурируемыми потребителем приборами, имеют 2-х кнопочную сенсорную клавиатуру, позволяющую автономно:

- изменять параметры конфигурации: диапазон измерений, количество знаков после запятой;
- устанавливать зависимость измеряемой величины от входного сигнала: линейную или корнеизвлекающую;
- устанавливать функцию демпфирования (усреднения);
- контролировать собственную температуру прибора.

Давление воды не должно превышать 2,5 МПа, давление газа в газопроводе к котлу не должно превышать 0,6 МПа, давление газа за регулирующим клапаном не должно превышать 60 кПа, давления воздуха за дутьевым вентилятором 2,0 МПа, разрежение в топке и за котлом (10 – 30 Па), давление перед горелками 300 Па [3]. Исходя из этих данных подберем датчик давления с несколькими диапазонами измерения и видами измеряемого давления.

В качестве датчика давления выбран датчик САПФИР-22ЕМ от отечественного производителя ООО НПП «ЭЛЕМЕР» [4]. Преобразователи необходимы для преобразования: избыточного давления, разрежения, избыточного давления-разрежения, абсолютного давления, разности давлений и гидростатического давления (уровня) жидких и газообразных сред в унифицированный выходной токовый сигнал и (или) цифровой сигнал

на базе HART-протокола. Внешний вид датчика САПФИР-22ЕМ представлен на рисунке 2.5.



Рисунок 2.5 – Внешний вид датчика САПФИР-22ЕМ

Принцип действия основан на измерении емкости конденсатора, который может быть выполнен в плоском или цилиндрическом виде. Когда подвижная пластина конденсатора начинает перемещаться под действием давления, увеличивая расстояния до неподвижной пластины, происходит деформация диэлектрика, при этом изменяется его положение, ведущее к изменению диэлектрической проницаемости, соответственно, и емкости.

Для измерения расхода газа на котел КВГМ-100 с производительностью по газу к горелке 4500 м<sup>3</sup>/ч, а также для измерения расхода воздуха выбран вихревой расходомер ЭЛЕМЕР-РВ от отечественного производителя ООО НПП «ЭЛЕМЕР».[3]

Расходомеры-счетчики вихревые ЭЛЕМЕР-РВ нужны для измерения расхода газа и воздуха, и преобразования этого сигнала в унифицированный выходной сигнал постоянного тока, цифровой сигнал Modbus RTU или HART-протокола, сигналы реле и частотно-импульсных выходов. Внешний вид расходомера ЭЛЕМЕР-РВ представлен на рисунке 2.6.



Рисунок 2.6 – Внешний вид расходомера ЭЛЕМЕР-РВ

Измерение содержания кислорода в дымовых газах можно осуществлять выбранным анализатором дымовых газов КАДГ-2 от производителя ООО «Конструкторское Бюро АГАВА» [7].

Комбинированный анализатор дымовых газов КАДГ-2 предназначен для одновременного непрерывного измерения: концентрации свободного кислорода и оксида углерода в дымовых газах; давления и температуры дымовых газов с целью технологического и экологического контроля. Наиболее целесообразно его использование в системах автоматического контроля и регулирования процессов сжигания топлива в котельных установках и промышленных печах большой мощности, работающих на различных видах топлива: газообразном, жидком или твердом. Внешний вид КАДГ-2 представлен на рисунке 2.7.



Рисунок 2.7 – Внешний вид КАДГ-2



Принцип действия заключается в измерении ЭДС при диффузии ионов кислорода в твердоэлектролитных ячейках из диоксида циркония для расчета концентрации кислорода и несгоревших остатков в дымовых газах.

Расход воды в основном режиме работы составляет 1230 т/ч. Для измерения расхода воды выбран датчик ЭЛЕМЕР-РЭМ от отечественного производителя ООО НПП «ЭЛЕМЕР» [3].

Внешний вид ЭЛЕМЕР-РЭМ представлен на рисунке 2.8.



Рисунок 2.8 – Внешний вид ЭЛЕМЕР-РЭМ

В состав расходомера ЭЛЕМЕР-РЭМ входит первичный преобразователь расхода, который устанавливается на трубопровод, и блок преобразования расхода, осуществляющий прием и обработку сигнала от первичного преобразователя расхода, вычисление объемного расхода и объема жидкости.

#### 2.2.2 Выбор исполнительных механизмов

При выборе горелок для котла КВГМ-100 возникла проблема с наличием газовых горелок с тепловой мощностью, сравнимой с тепловой мощностью установленной горелки РГМГ-30.

На практике известен случай модернизации котла КВГМ-100 путем замены трех установленных горелок РГМГ-30 четырьмя горелками ГГРУ-3500 с установкой в 4 ряда и последующей реконструкцией фронтального экрана. В результате модернизация котла КВГМ-100 получила новое

название КВГМ-120-150, а права на его производство принадлежат ООО «ДОРОГОБУЖКОТЛОМАШ» (ГРУППА КОМПАНИЙ «ЕКС») [6].

Рассмотрим замену горелок РГМГ-30 на более мощные горелки ГГРУ-4500 [9]. ГГРУ-4500 – это комбинированная горелка, которая может работать на природном газе или на мазуте, дизельном топливе или другом виде жидкого топлива. Для работы на жидком топливе необходима форсунка.

Внешний вид горелки ГГРУ-4500 представлен на рисунке 2.9.

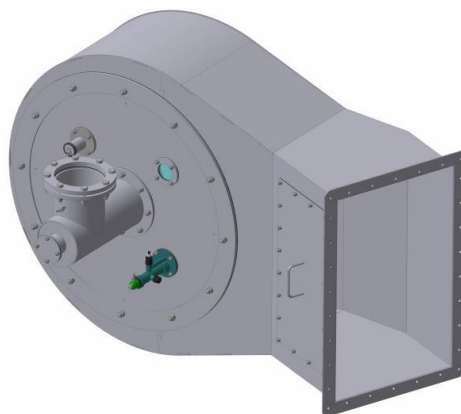


Рисунок 2.9 – Внешний вид горелки ГГРУ-4500

В комплект поставки входит: запальная горелка ЭИВ-01; ионизационный зонд контроля пламени ИЗОМС или датчик контроля пламени СЛ-90; датчик контроля пламени ДПЗ; источник высокого напряжения ИВН-01Е.

Рассмотрим комплектующее оборудование. Запальная горелка ЭИВ-01 [9], внешний вид которой представлен на рисунке 2.10, предназначена для работы при уравновешенной тяге или при разрежении в топке и не требует специального подвода воздуха.



Рисунок 2.10 – Внешний вид запальной горелки ЭИВ-01

В требуемой комплектации оснащается ионизационным зондом типа ИЗОМС-01 [9], предназначенным для использования в качестве

чувствительных элементов ионизационных датчиков-реле контроля пламени во всех типах промышленного энергетического оборудования.

Внешний вид ионизационного зонда типа ИЗОМС-01 представлен на рисунке 2.11.



Рисунок 2.11 – Внешний вид ионизационного зонда типа ИЗОМС-01

Источник высокого напряжения ИВН-01Е [9] предназначен для создания высоковольтных искровых разрядов при поджиге горючей смеси в газовых горелках. Внешний вид источника высокого напряжения ИВН-01Е представлен на рисунке 2.12.



Рисунок 2.12 – Внешний вид источника высокого напряжения ИВН-01Е

Блок розжига запальника и контроля пламени БРЗ-04-М1-2К [10], представленный на рисунке 2.13, необходим для автоматического управления процессом розжига по месту, для аварийного щита управления, и дистанционно, с компьютера.

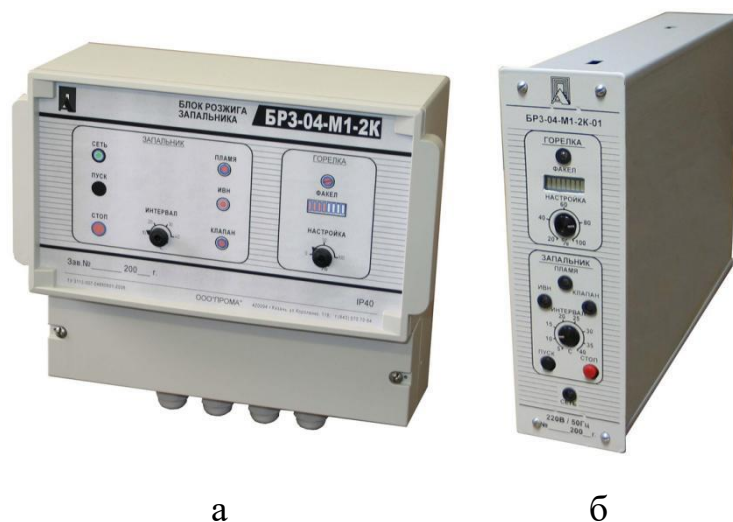


Рисунок 2.13 – Блок розжига запальника и контроля пламени БР3-04-М1-2К:  
 а) настенный вариант; б) щитовой вариант.

БР3-04-М1-2К способен формировать управляющий сигнал на открытие и закрытие электромагнитного газового клапана запальника, изображенного на рисунке 2.14.



Рисунок 2.14 – Электромагнитный газовый клапан запальника (КЭГ)

БР3-04-М1-2К также может управлять источником высокого напряжения ИВН-01Е, входящий в комплект поставки горелки ГГРУ-4500, изображенного на рисунке 2.12.

При успешном розжиге запальника до окончания временного интервала на розжиг БР3-04-М1-2К автоматически отключит ИВН-01Е. В случае, если истекло время, данное на розжиг, и пламени не будет, БР3-04-М1-2К отключит электропитание клапана и сбросит его в исходное состояние. Пуск БР3-04-М1-2К возможен только при наличии сигналов о проведенной продувке котла и готовности по системе защит. БР3-04-М1-2К

автоматически отключит КЭГ и ИВН-01Е при срабатывании технологической защиты.

ФДА-03 применяется для преобразования ультрафиолетового излучения и выдачи аналогового сигнала интенсивности горения пламени в схемы контроля, регулирования и управления технологическими процессами в системах газопотребления и других отраслях [10].

Применяется совместно с блоком розжига запальника БРЗ-04-М1-2К. Внешний вид ФДА-03 представлен на рисунке 2.16.



Рисунок 2.16 – Внешний вид ФДА-03

ФД-02 применяется для преобразования потока инфракрасного спектра оптического излучения в электрический сигнал 24 В [10]. Внешний вид ФД-02 представлен на рисунке 2.17.



Рисунок 2.17 – Внешний вид ФД-02

К блоку розжига БРЗ-04-М1-2К также подключается ионизационный зонд типа ИЗОМС-01 (комплект поставки горелки ГГРУ-4500), контролирующей наличие пламени на запальной горелке ЭИВ-01 (комплект поставки горелки ГГРУ-4500).

В качестве запорно-регулирующей арматуры, установленной на входном и выходном трубопроводах воды котла, а также на линии аварийного слива, выбран клапан типа КРЗдо с электроприводом МЭОФ.

Внешний вид запорно-регулирующего клапана КРЗдо с приводом МЭОФ представлены на рисунке 2.18.



Рисунок 2.18 – Внешний вид запорно-регулирующего клапана КРЗдо с приводом МЭОФ

Основные технические характеристики и габаритные размеры запорно-регулирующего клапана КРЗдо с приводом МЭОФ зависят от типоразмера трубопровода.

Однооборотные приводы МЭОФ имеют возможность подключения интеллектуальных блоков управления КИМ, предназначенных для работы в составе электрических ИМ и электроприводов постоянной скорости для автоматизации объектов в различных отраслях – энергетике, металлургии, жилищно-коммунальном хозяйстве и так далее.

Рассмотрим подключение КИМ1 общепромышленного исполнения к приводу МЭОФ. Внешний вид КИМ1 общепромышленного исполнения представлен на рисунке 2.19.



Рисунок 2.19 – Внешний вид контроллера КИМ1

Интеллектуальные блоки управления КИМ1 включают бесконтактный реверсивный тиристорный пускатель и абсолютный бесконтактный цифровой датчик положения.

В нашем случае КИМ1 можно встроить в электропривод, во взрывозащищенном исполнении.

Состав ПМУ КИМ1: четырехразрядный цифровой индикатор положения; светодиодная индикация для отображения направления движения, конечных положений, превышения момента, неисправности; переключатель режимов управления; кнопки управления и настройки; замок для механической блокировки.

Управление электроприводом и арматурой может осуществляться, как по месту с ПМУ, так и дистанционно. Все возможности дистанционного управления зависят от выбранной заранее конфигурации. В таблице 2.1 приведены типы конфигураций и дополнительные опции КИМ1.

Таблица 2.1 – Типы конфигураций и дополнительные опции КИМ1

Тип конфигурации	Входные сигналы в КИМ1	Выходные сигналы от КИМ1	Цифровые сигналы	Дополнительные опции
Конфигурация М	Дискретные сигналы: «ОТКРЫТЬ» «ЗАКРЫТЬ» «АВАРИЯ» «АктДУ/СТОП»	Дискретные сигналы: «ОТКРЫТО» «ЗАКРЫТО» «ГОТОВНОСТЬ» «НЕИСПРАВНОСТЬ» «М1» и «М2» (настраиваемые)	Modbus RTU RS-485	Нет
Конфигурация Д	Дискретные сигналы: «ОТКРЫТЬ» «ЗАКРЫТЬ» «АВАРИЯ» «АктДУ/СТОП»	Дискретные сигналы: «ОТКРЫТО» «ЗАКРЫТО» «ГОТОВНОСТЬ» «НЕИСПРАВНОСТЬ» «М1» и «М2» (настраиваемые) Аналоговый сигнал «ПОЛОЖЕНИЕ»	Modbus RTU RS-485	Bluetooth для управления и настройки
Конфигурация А	Дискретные сигналы: «ОТКРЫТЬ» «ЗАКРЫТЬ» «АВАРИЯ» «АктДУ/СТОП» Аналоговый сигнал «ЗАДАНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ»	Дискретные сигналы: «ОТКРЫТО» «ЗАКРЫТО» «ГОТОВНОСТЬ» «НЕИСПРАВНОСТЬ» «М1» и «М2» (настраиваемые) Аналоговый сигнал «ПОЛОЖЕНИЕ»	Modbus RTU RS-485	Bluetooth и RS-485-1 (Modbus RTU) для управления и настройки
Конфигурация С	Нет	Нет	Modbus RTU RS-485	Bluetooth и RS-485-2 (Modbus RTU) резерв для управления и настройки
Конфигурация Т	Дискретные сигналы: «ОТКРЫТЬ» «ЗАКРЫТЬ» «АВАРИЯ» «АктДУ/СТОП»	Дискретные сигналы: «ОТКРЫТО» «ЗАКРЫТО» «ГОТОВНОСТЬ» «НЕИСПРАВНОСТЬ» «М1» и «М2» (настраиваемые) Аналоговый сигнал «ПОЛОЖЕНИЕ»	Modbus RTU RS-485	Bluetooth и RS-485-2 (Modbus RTU) резерв для управления и настройки

В соответствии с таблицей 2.1 для контуров регулирования подходит конфигурация А с управляющим аналоговым сигналом и обратной связью по



положению. Для выполнения функции запорного клапана на линии аварийного слива подходит конфигурация М.

Для контуров регулирования соотношения газ-воздух к горелкам, а также разрежения в топке котла выбрана заслонка дроссельная ЗД с электроприводом МЭО (МЭОФ) [5]. Внешний вид заслонки дроссельной ЗД с электроприводом МЭО (МЭОФ) представлен на рисунке 2.20.



Рисунок 2.20 – Внешний вид заслонки дроссельной ЗД с электроприводом МЭО (МЭОФ)

ИМ заслонки дроссельной ЗД является МЭО (МЭОФ), который может работать с подключенным интеллектуальным блоком КИМ1.

Для установки на свечи безопасности выбран клапан электромагнитный двухпозиционный типа ВН. Внешний вид клапана электромагнитного двухпозиционного типа ВН представлен на рисунке 2.21.



Рисунок 2.21 – Внешний вид клапана электромагнитного двухпозиционного типа ВН

Клапан ВН является нормально-закрытым, так как должен выполнять функцию сброса газа на свечу безопасности (открываться при наличии напряжения на катушке).

### 2.2.3 Выбор программируемого логического контроллера

Для организации АСУТП установки котла КВГМ-100 выбран ПЛК отечественного производства REGUL R500, внешний вид которого представлен на рисунке 2.22 [12].



Рисунок 2.22 – Внешний вид ПЛК REGUL R500

Технические характеристики ПЛК REGUL R500 приведены в таблице 2.2 [12].

Таблица 2.2 – Технические характеристики ПЛК REGUL R500

Параметр	Характеристика
Производитель	ООО «Прософт»
Диапазон температур, °С	1 – 60
Влажность, %	5 – 98 (без конденсата)
Количество портов	RS-232, RS-485, 2×Ethernet RJ45, 2×Ethernet SFP, 2×USB, DVI-D
ЦП	Intel Atom
ОЗУ	2 Гбайт (при R500 CU 00071)
ПЗУ	4 Гбайт (при R500 CU 00071)
Напряжение питания, В	85...264VAC/ 120...370VDC, 18...36 VDC
Встроенная ОС	ОС реального времени
Быстродействие	1 мс

REGUL 500 подходит для: решений, где требуется повышенная надёжность (поддержка различных схем резервирования контроллеров и станций удаленного ввода/вывода); измерительных систем высокой точности; отказоустойчивых систем управления технологическими объектами с быстроменяющимися физическими процессами

(резервированные системы управления с минимальным циклом исполнения программы, специализированные модули высокоскоростного измерения физических параметров); распределительных систем АСУ ТП.

Функциональные возможности: поддержка «горячего» резервирования центральных процессоров, источников питания, модулей ввода/вывода; дублированная высокоскоростная внутренняя шина данных; различные схемы резервирования контроллеров (100% резервирование, резервирование источников питания и центральных процессоров); «горячая» замена всех модулей контроллера (без отключения питания и прерывания прикладной программы); наборный крейт – возможность наращивания крейта с дискретностью в один модуль; подключение станций удаленного ввода/вывода к центральному процессору по топологии «двойное резервируемое кольцо», «звезда» и смешанной схеме; энергонезависимая память – до 3 Гб под архивы пользователя; среда разработки Astra.IDE с поддержкой 5 языков стандарта IEC 61131-3; возможность web-визуализации.

Аппаратная конфигурация ПЛК: поддержка резервирования с расположением модуля центрального процессора в одном крейте и в разных крейтах; подключение до 255 крейтов расширения; до 40 модулей в одном крейте; возможность разнесения крейтов на расстояние до 10 км (по оптоволоконной линии связи).

Согласно всем вышеупомянутым характеристикам, особенностям и функциональности ПЛК REGUL R500 подходит для выполнения задач, связанных с управлением технологическим процессом установки котла КВГМ-100.

...

## 3 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

### 3.1 Подключение датчиков к Regul R500

Для дальнейшей разработки принципиальной электрической схемы необходимо разобрать как именно производится подключение датчиков к нашему ПЛК.

Подключение датчиков и ИМ к ПЛК производится с помощью специальных модулей ввода-вывода. Для датчиков нам понадобится использовать модуль аналогового ввода R500 AI 16 011, показанный на рисунке 3.1

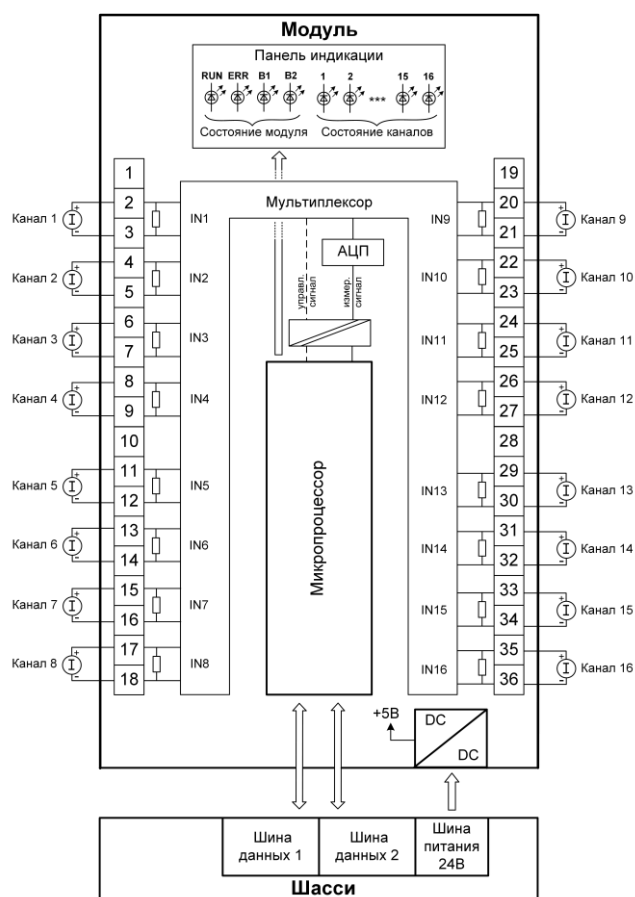


Рисунок 3.1 – Схема модуля аналогового ввода

На рисунке 3.2 показан пример подключения датчика температуры ТПУ-205 к ПЛК R500.

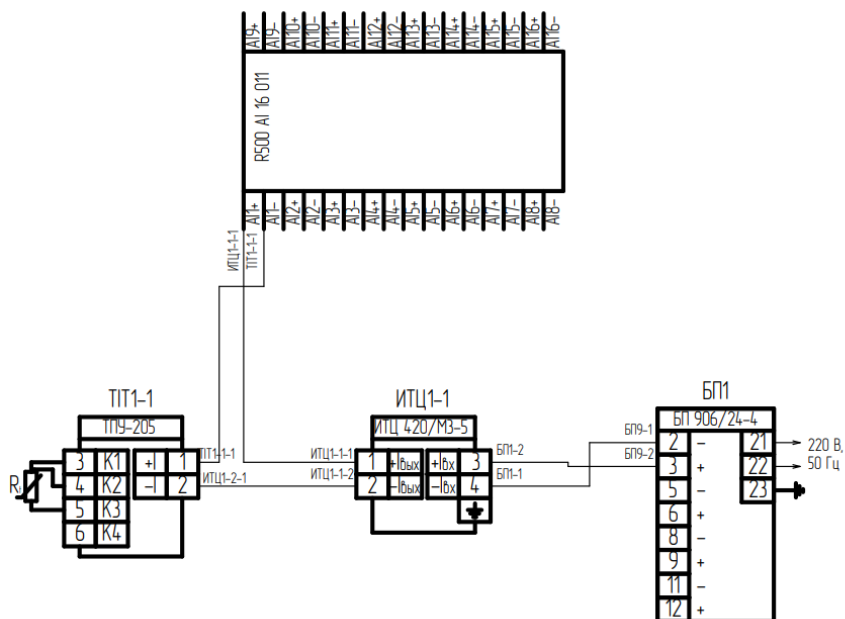


Рисунок 3.2 – Пример подключения датчика температуры к ПЛК

Как видно из рисунка 3.2 помимо подключения датчика температуры к ПЛК мы подключили его и к ИТЦ для отображения измеренной температуры по месту. Также использовали внешний БП 906 от компании «ЭЛЕМЕР» [4] как источник питания для ИТЦ и датчика температуры.

На рисунке 3.3 показан пример подключения датчика давления САПФИР-22ЕМ к ПЛК R500.

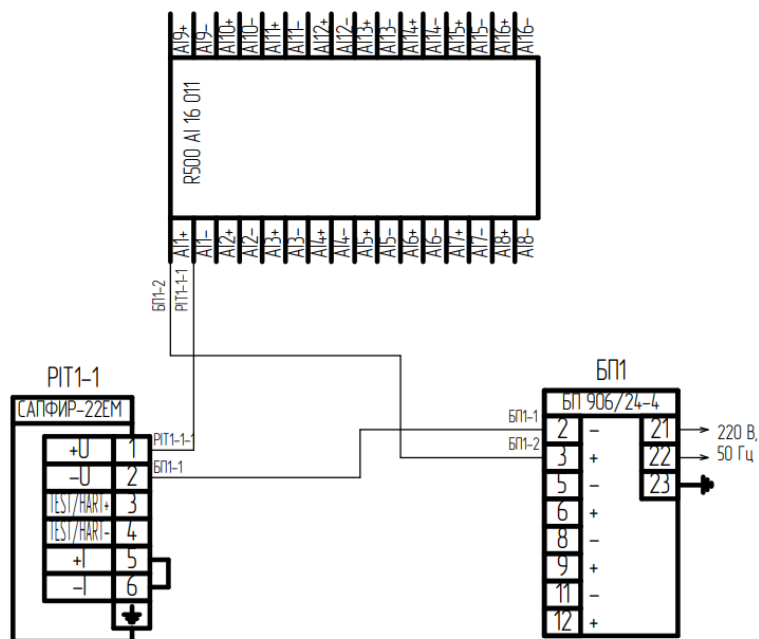


Рисунок 3.3 – Пример подключения датчика давления к ПЛК

На рисунке 3.4 показан пример подключения расходомера ЭЛЕМЕР-РЭМ к ПЛК R500.

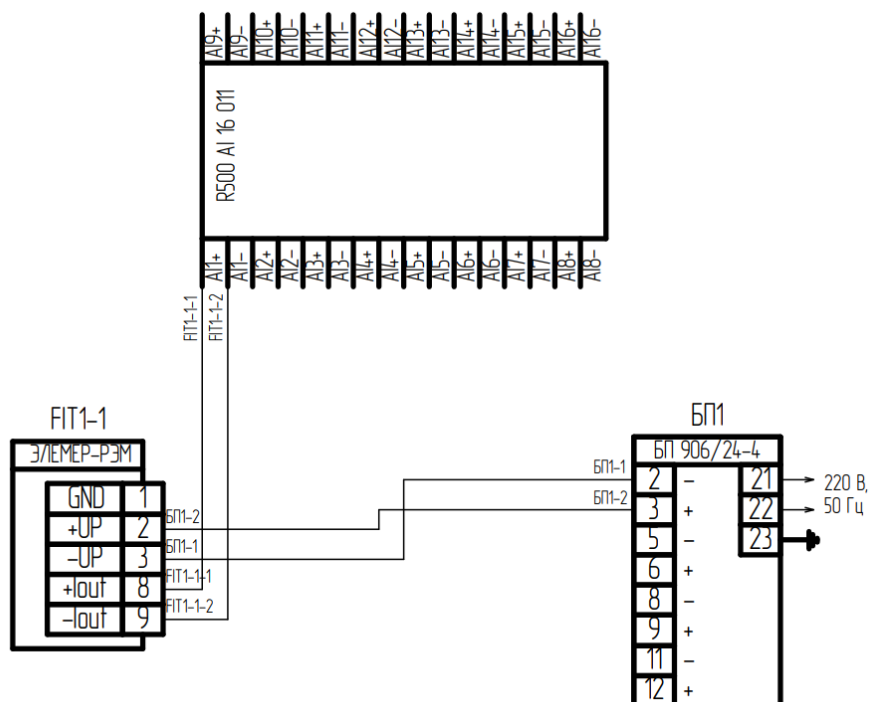


Рисунок 3.4 – Пример подключения расходомера к ПЛК

На рисунке 3.5 показан пример подключения газоанализатора ДАК к ПЛК R500.

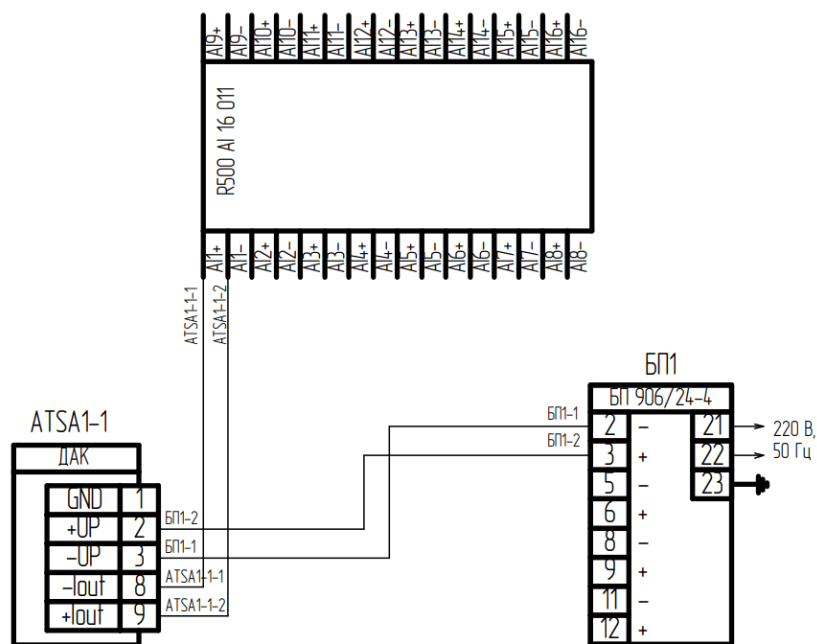


Рисунок 3.5 – Пример подключения газоанализатора к ПЛК

На рисунке 3.6 показан пример подключения анализатора дымовых газов КАДГ-2 к ПЛК R500.

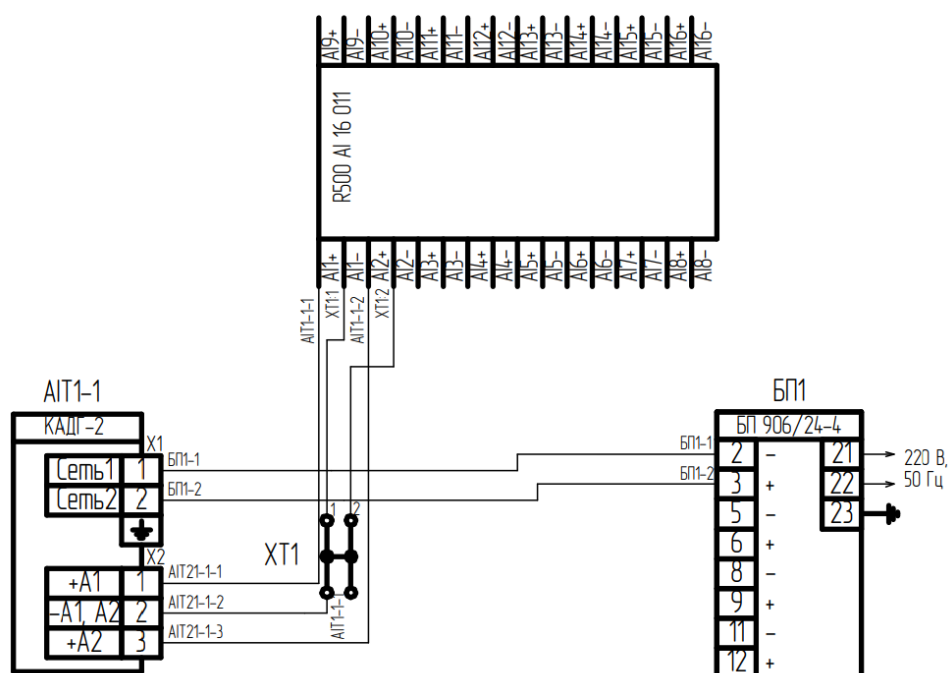
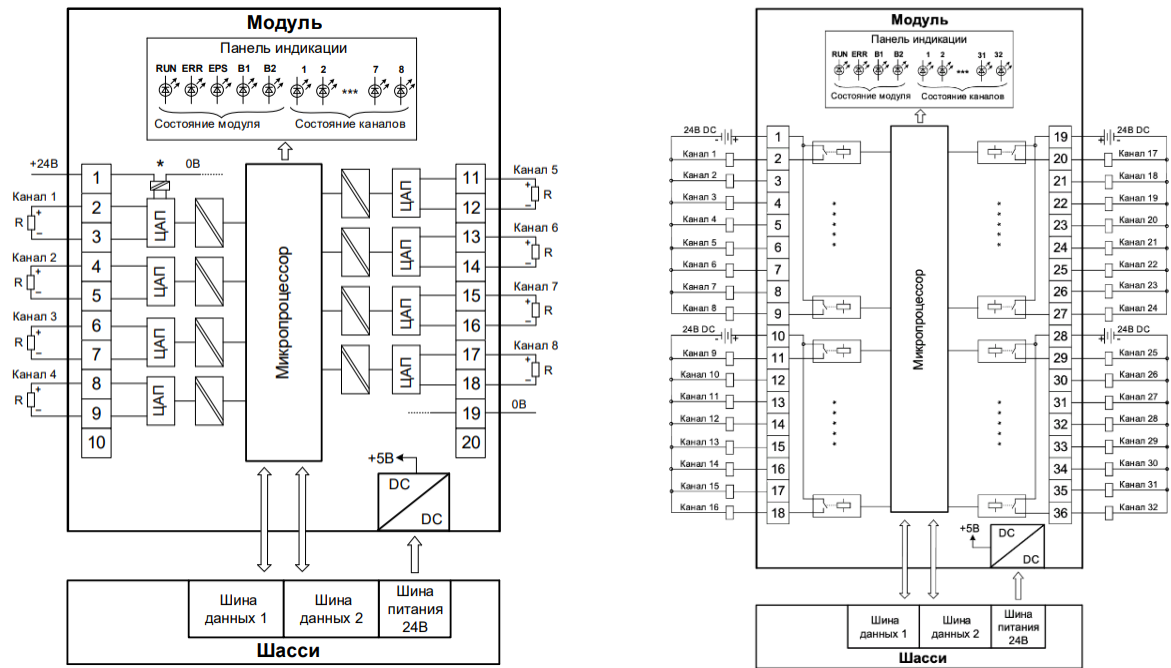


Рисунок 3.6 – Пример подключения анализатора дымовых газов к ПЛК

### 3.2 Подключение ИМ к Regul R500

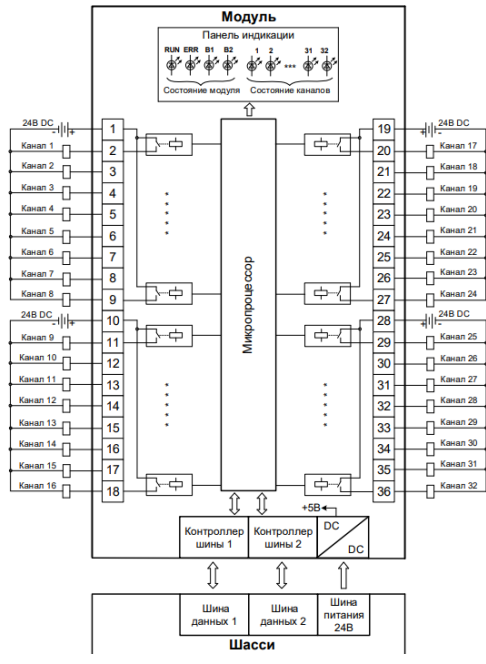
В данном пункте рассмотрим схемы подключения ИМ к ПЛК.

Для подключения ИМ помимо модуля аналогового ввода необходимо использовать: модуль аналогового вывода R500 AO 08 011, изображенный на рисунке 3.7 (а), для управления заслонками и клапанами подачи воды; модуль дискретного ввода R500 DI 08 011, изображенный на рисунке 3.7 (б), для считывания положения клапанов, индикации состояния горелок, запальника и дымососов; модуль дискретного вывода R500 DO 08 011, изображенный на рисунке 3.7 (в), для управления дымососами, клапаном аварийного слива, клапаном на свече безопасности и клапаном на входе газопровода.



а)

б)



в)

Рисунок 3.7 – а) Схема модуля аналогового вывода;  
б) Схема модуля дискретного ввода;  
в) Схема модуля дискретного вывода

В нашей системе большинство клапанов и заслонок будут управляться через КИМ1, поэтому необходимо реализовать подключение непосредственно к нему, исходя из нужных нам настроек.



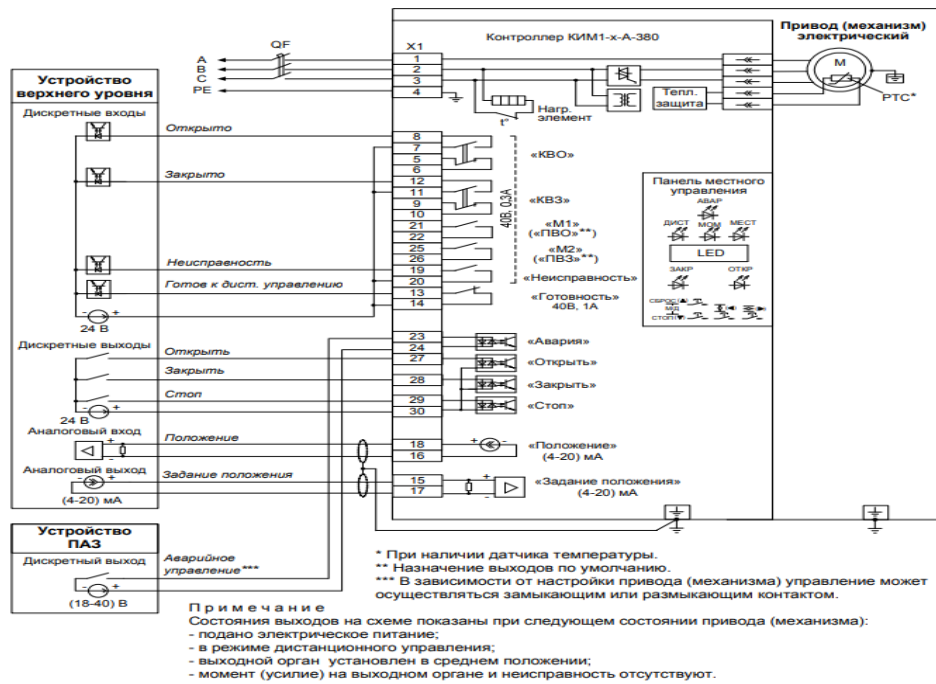


Рисунок 3.8 – схема подключения КИМ1

Исходя из настроек и управляемых ИМ нам необходимы дискретные входы «Неисправность» и «Готов к дист. управлению», аналоговый вход «Положение» и аналоговый выход «Задание положения».

На рисунке 3.9 показан пример подключения КИМ1 к ПЛК R500

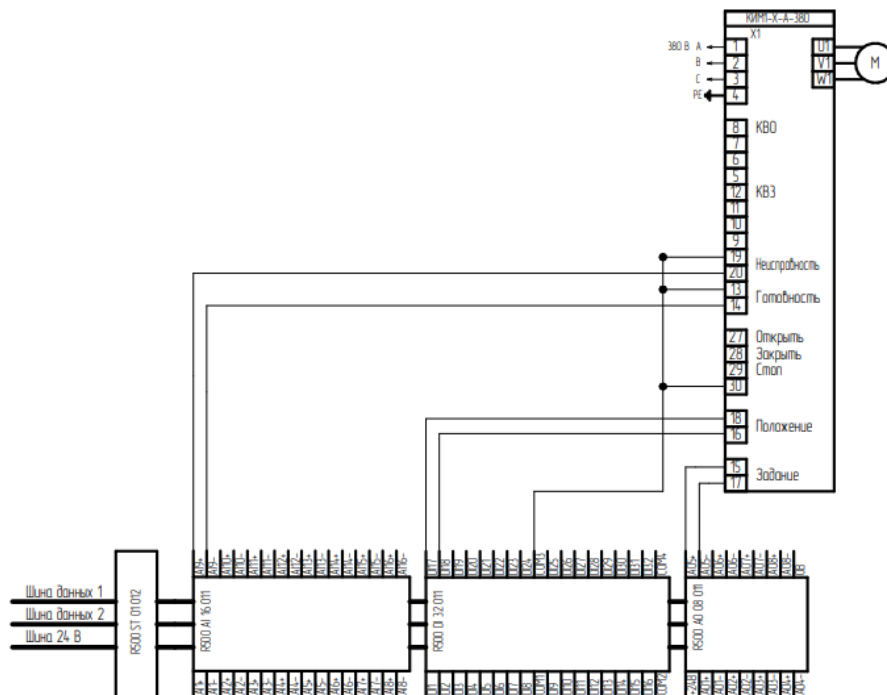


Рисунок 3.9 – Пример подключения КИМ к ПЛК

Следующий ИМ, который мы рассмотрим, будет дымосос. Дымосос управляется при помощи реле и двух кнопок. Реле позволяет нам при подачи дискретного сигнала управлять дымососом автоматически. Кнопки необходимы для ручного управления дымососом, но также используются для индикации об ручном включении дымососа.

На рисунке 3.10 показан пример подключения дымососа ДН-22 к ПЛК R500.

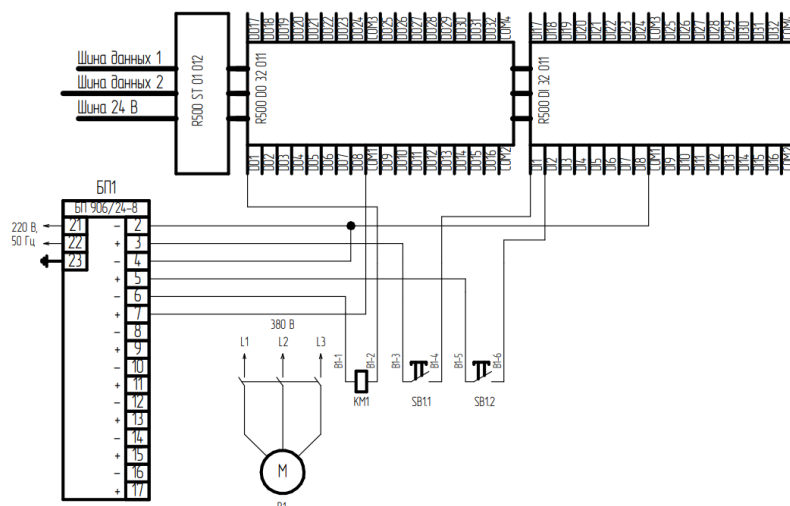


Рисунок 3.10 – Пример подключения дымососа к ПЛК

На рисунке 3.11 показан пример подключения клапана ВН4Н-БП24 к ПЛК R500

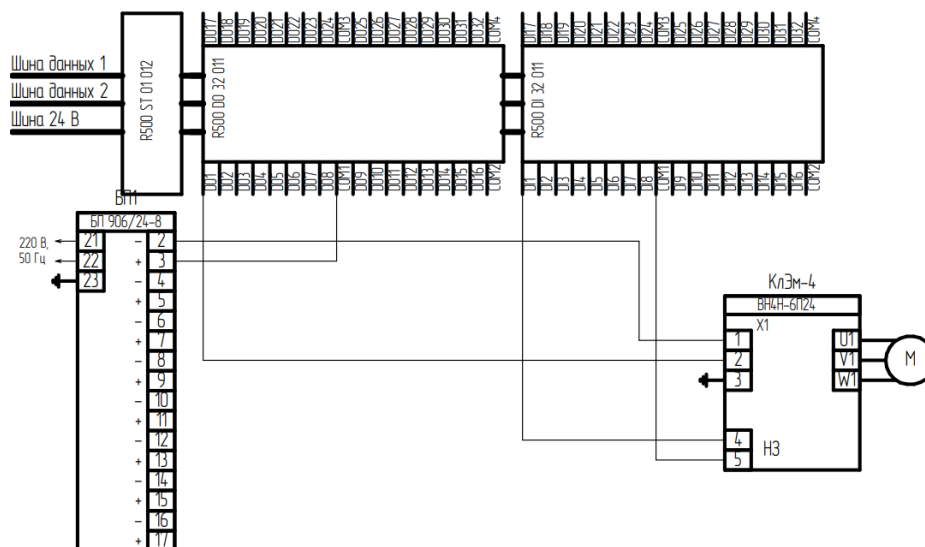


Рисунок 3.11 – Пример подключения клапана ВН к ПЛК

В данной системе к горелкам подключён БРЗ, как для упрощённого варианта автоматического управления горелками, так и для внедрения системы защит.

Схема внешних соединений БРЗ-04-М1-2К представлена на рисунке 3.14.

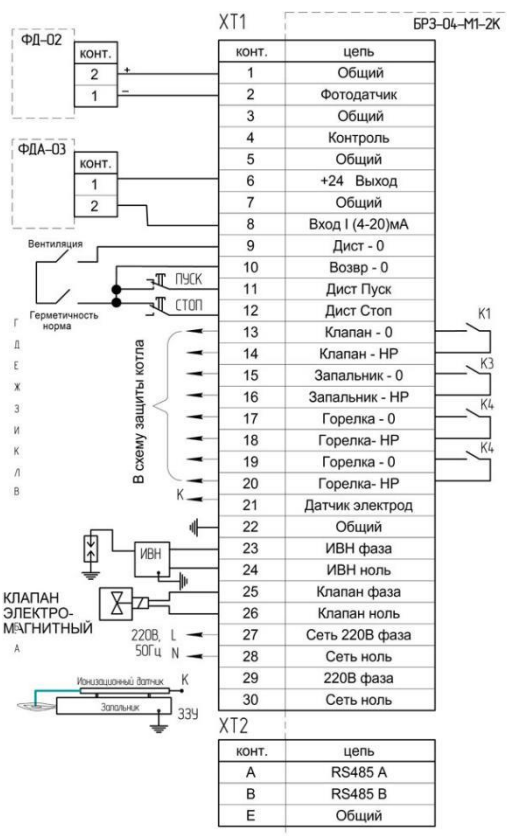


Рисунок 3.14 – Схема внешних соединений БРЗ-04-М1-2К

Как видно из рисунка 3.14 фотодатчики, запальник, клапан и горелка входят в систему БРЗ.

Управлять БРЗ можно как на месте, так и дистанционно. Для возможности АСУ реализован интерфейс подключения через RS485 по протоколу связи Modbus в режиме RTU. Для того чтобы мы могли воспользоваться данным интерфейсом, необходимо внедрить в систему модуль коммуникационного процессора R500 CP 04 011 [12].

На рисунке 3.15 изображена схема модуля коммуникационного процессора [12].

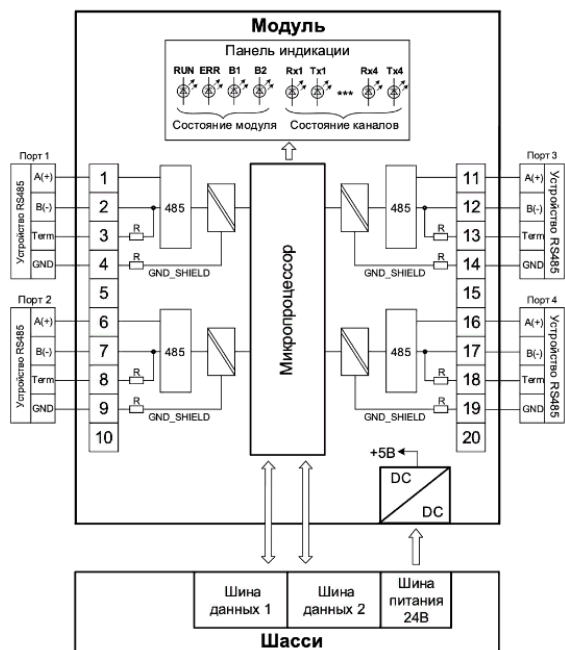


Рисунок 3.15 – Схема модуля коммуникационного процессора

На рисунке 3.16 показан пример подключения БРЗ-04-М1-2К к ПЛК

R500

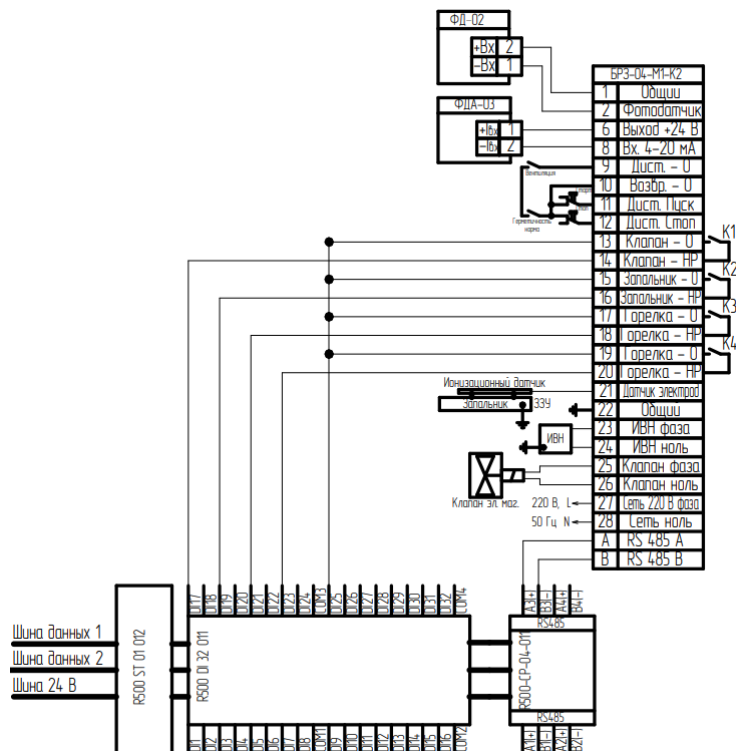


Рисунок 3.16 – Пример подключения БРЗ к ПЛК

### 3.3 Подсчёт ТСА, портов и модулей Regul R500

В таблице 3.1 приведён расчёт кол-ва ТСА и расчёт необходимого количества портов.

Таблица 3.1 – расчёт количества портов ввода-вывода

ТСА	Кол-во	AI	AO	DI	DO	RS485	Итого необходимо портов
1	2	3	4	5	6	7	8
ЗДЭ(КИМ)	7	1	1	2	-	-	AI-7, AO-7, DI-14
Датчики давления	14	1	-	-	-	-	AI-14
Датчики температуры	8	1	-	-	-	-	AI-8
Расходомеры	4	1	-	-	-	-	AI-4
БРЗ	3	-	-	4	-	1	DI-12, RS485-3
Клапаны ВН	3	-	-	1	1	-	DI-3, DO-3
Датчик загазованности	1	1	-	-	-	-	AI-1
Анализатор дымовых газов	1	2	-	-	-	-	AI-2
Дымососы	2	-	-	2	1	-	DI-4, DO-2
Клапан аварийного слива (КИМ-другая настройка)	1	-	-	4	3	-	DI-4, DO-3
Регулирующие клапаны на водопроводе	2	1	1	2	-	-	AI-2, AO-2, DI-4

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
ЗДЭ-8(КИМ- другая настройка)	1	-	-	4	3	-	DI-4, DO-3
Итого: AI-38, AO-9, DI-45, DO-11, RS485							

Исходя из расчётов из таблицы 3.1, понадобится 3 модуля аналогового ввода с 16 портами каждый, 2 модуля дискретного ввода с 32 портами каждый, 2 модуля аналогового вывода с 8 портами каждый, 1 модуль дискретного вывода с 16 портами и 1 модуль коммуникационного процессора с 4 портами.

Также помимо модулей ввода-вывода необходимо внедрить в крейт ПЛК модуль источника питания R500 PP 00 031, модуль центрального процессора R500 CU 00 071, модуль оконченный IN R500 ST 01 012 и модуль оконченный OUT R500 ST 01 022 для коммутации крейтов между собой в составе одного контроллера [12].

Принципиальная электрическая схема подключения датчиков и ИМ к ПЛК REGUL R500 приведена в Приложении В.

## 4 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОГРАММЫ

В данном пункте проекта разрабатывается алгоритм работы программы. Под алгоритмом понимается точное описание последовательности действий над заданными объектами.

Алгоритм поделён на 2 части. Основой для разработки алгоритма послужила типовая инструкция КВГМ-100 [3]. В первой части разработан алгоритм запуска котла. В нем необходима поэтапная проверка значений на датчиках, так же необходимо проверить наличие факела в топке котла при запуске.

Предусмотрен первичный пуск, обеспечивающий безопасный запуск, на рисунке 4.1.

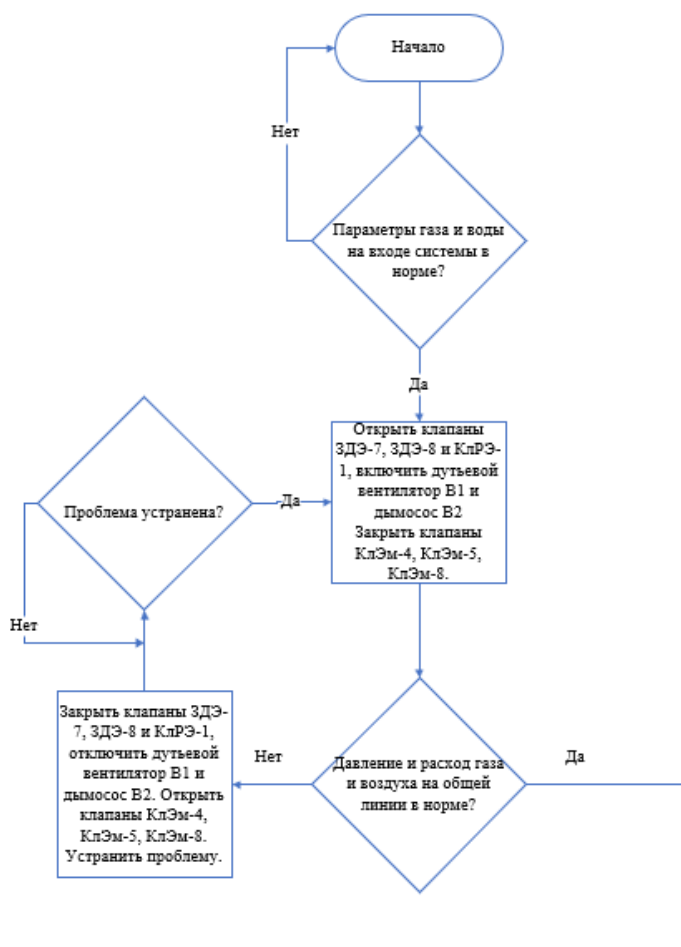


Рисунок 4.1 – Алгоритм первичного запуска

Важной особенностью является возможность запуска каждой горелки отдельно. Это даёт возможность не выводить котёл из строя полностью, в случае отказа одной из линий горелки. Также это позволяет использовать меньшее количество горелок в случаях, когда мощности одной или двух горелок достаточно. Алгоритм запуска и работы горелок показан на рисунке 4.2.

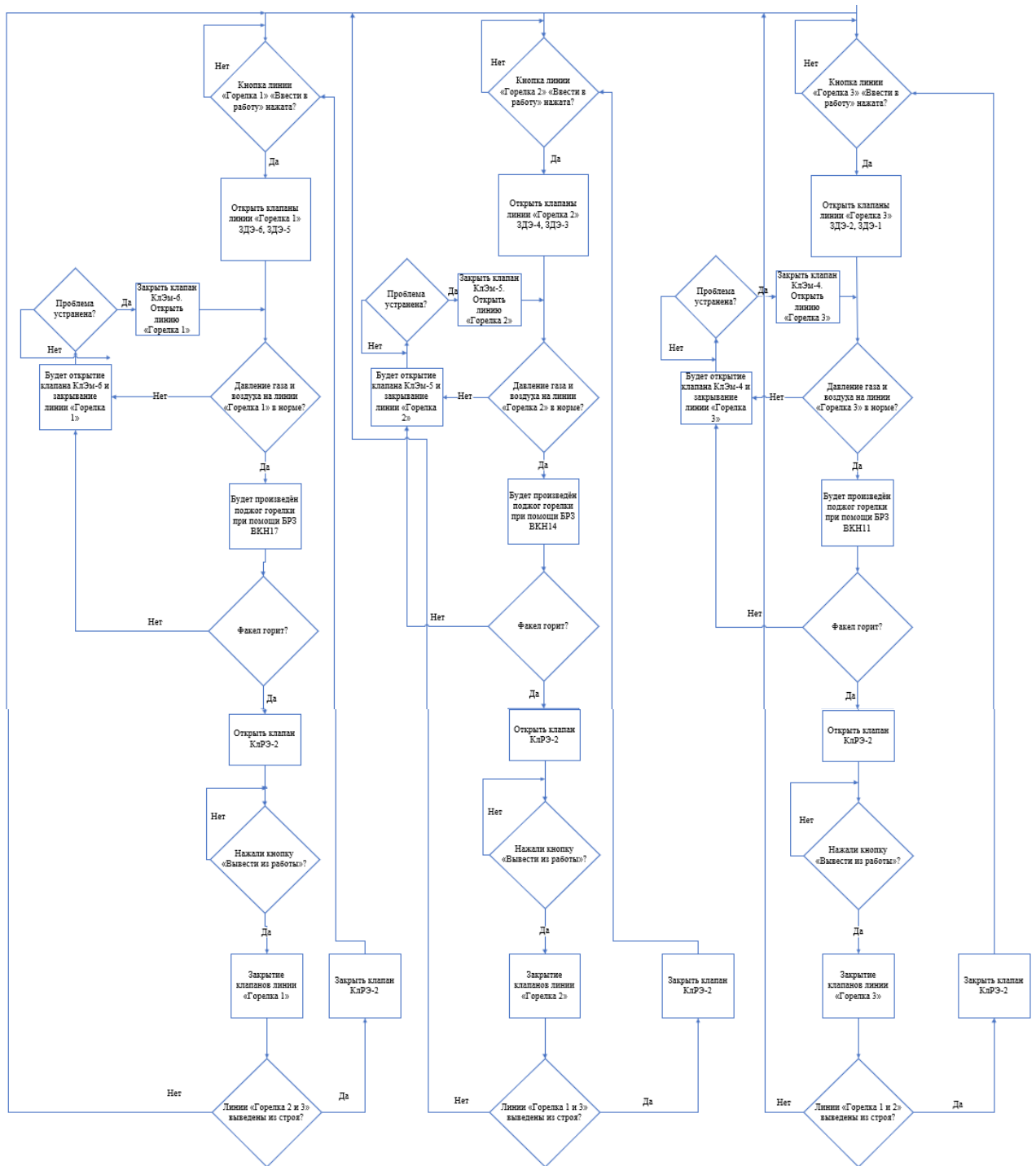


Рисунок 4.2 – Алгоритм запуска и работы горелок



Во второй части разработан алгоритм системы защит, для случаев, когда показания датчиков выходят за пределы нормы.

Если получаем сигнал об неисправности клапанов и ИМ, будет немедленная остановка котла и вывод этого сигнала на соответствующий индикатор.

Для датчиков давления газа и воздуха на линиях 1,2,3 предусмотрено отключение лишь той линии, на которой показано аварийное значение. На всех остальных датчиках, в случае аварии, будет произведена полная остановка котла.

Отключение производится лишь в том случае, если значение не вернулось в норму в течении выдержки 9 секунд после получения аварийного значения [3].

Алгоритм системы защиты показан на рисунке 4.3.

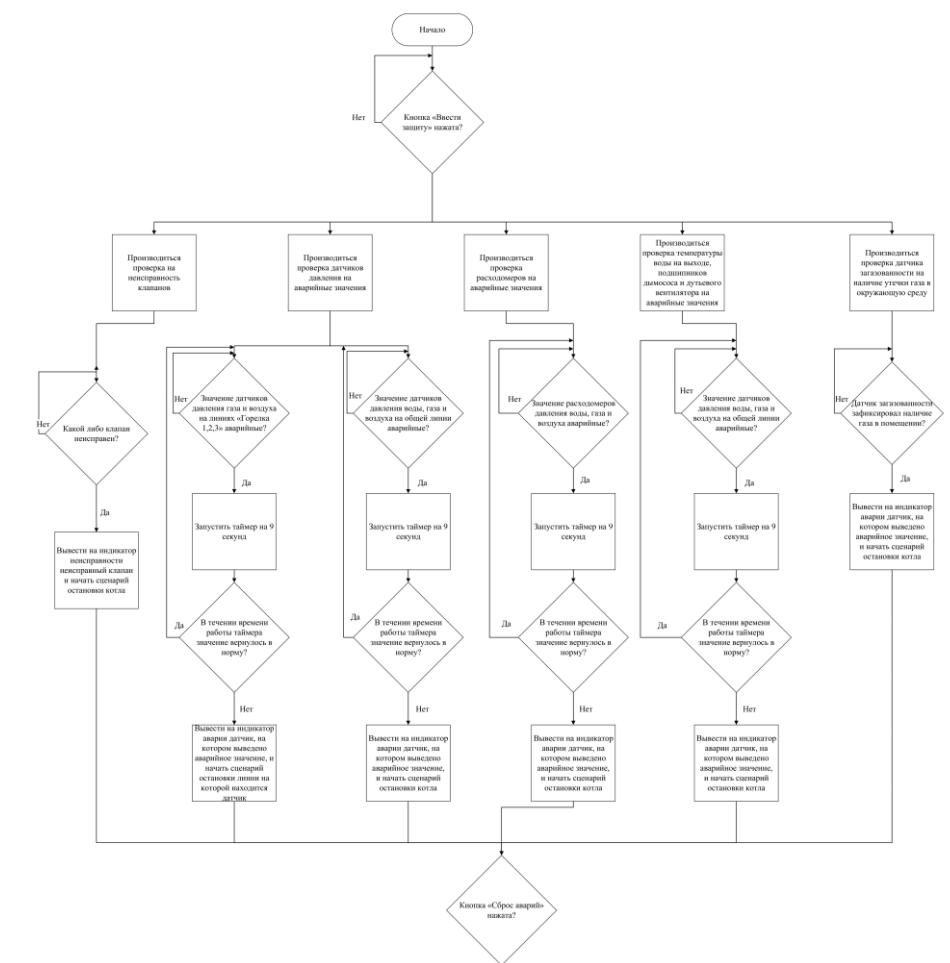


Рисунок 4.3 – Алгоритм системы защит

## 5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ ЧАСТИ И SCADA-СИСТЕМЫ

### 5.1 Структура АСУТП котла КВГМ-100

Архитектура современных систем АСУ ТП в настоящее время имеет два варианта реализации [15]:

1. централизованные – это системы, которые объединяют управляющую подсистему, систему ввода/вывода и отображения (например, пульта управления плавильными печами, автоматизированные линии), рисунок 5.1.
2. распределенные – это системы, которые позволяют:
  - приблизить управляющий контроллер к объекту;
  - разделение подсистем управления и визуализации;
  - управление в масштабе предприятия, рисунок 5.2.

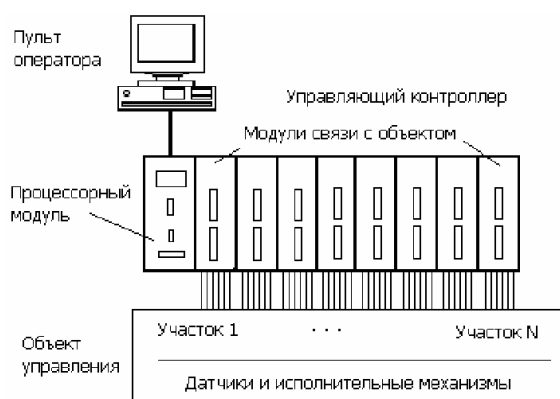


Рисунок 5.1 – Архитектура централизованной АСУТП

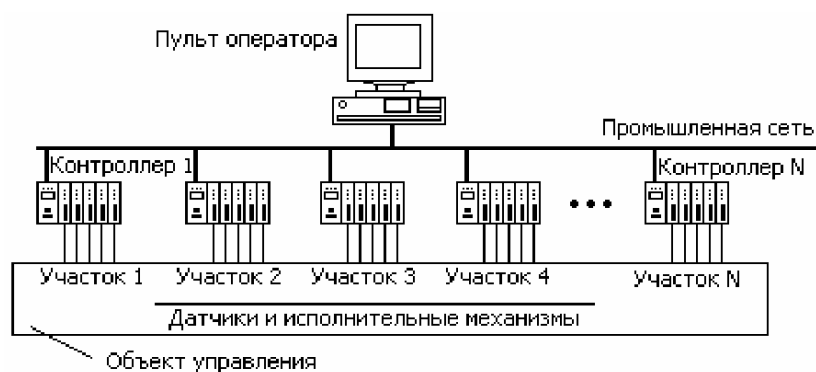


Рисунок 5.2 – Архитектура распределенной АСУТП

В случае автоматизации котла КВГМ-100 архитектура АСУТП будет иметь вид централизованной с точки зрения сбора данных о технологическом процессе, протекающем в котле и его смежных системах и локального управления посредством пульта управления по месту.

Нижний или полевой уровень АСУТП составляют датчики, вспомогательные вычислительные средства и ИМ.

Средний уровень представляет собой ПЛК в совокупности с пультом управления. В качестве пульта управления может выступать терминальная панель оператора или панель управления с кнопками и световой индикацией.


Верхний уровень – это PCY или Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) система, которая позволяет осуществлять глобальное управление всем производственным или технологическим объектом.

## **5.2 Разработка SCADA – системы**

### **5.2.1. Создание проекта и крейта**

Для разработки SCADA – системы, использована среда разработки Astra.IDE версии 1.7.1. Данная среда разработки является специализированным продуктом компании «Прософт» и разработана она специально под ПЛК Regul.

В данной среде есть всё необходимое для создания крейтов на базе ПЛК Regul; программ для осуществления управления технологическими процессами; визуализации, для отображения и управления всеми необходимыми параметрами и органами управления на мониторе оператора АРМ.

Чтобы начать разработку SCADA – системы, необходимо открыть среду разработки Astra.IDE. Далее необходимо нажать на значок  «Мастер конфигурации Regul». В открывшемся окне выбираем нужную серию ПЛК «Regul R500» и нажимаем «Далее». Далее выбираем модель ЦП «Regul R500 71», затем нажимаем «Далее» и переходим в этап «Дополнительные настройки». На данном этапе, рисунок 5.3, мы можем выбрать нужные нам настройки. В разделе «Поддержка резервирования» мы можем выбрать

нужно ли нам резервирования дополнительного места для модуля в крейте. Также мы можем выбрать шину и возможность её расширения. Предпочтительно выбрать шину RegulBus OS, так как она работает не в рамках RunTime в качестве главного процесса, а под операционной системой. Это даёт возможность перенести её на свободное ядро центрального процессора, чтобы разгрузить первое ядро для RunTime.

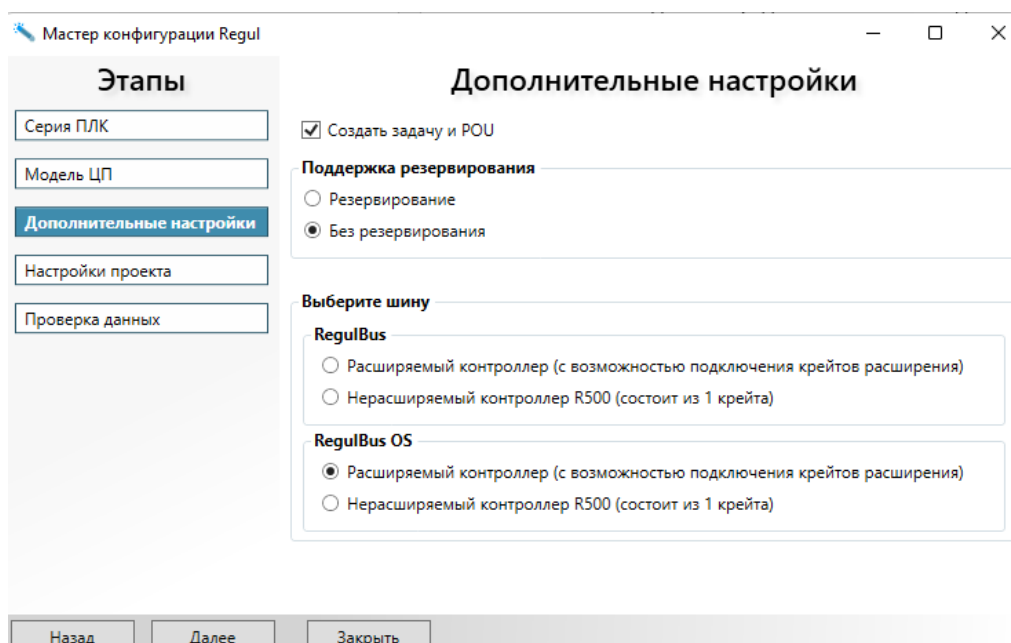


Рисунок 5.3 – Этап «Дополнительные настройки»

Если в крейте предусмотрены оконечные модули ST, то крейт является расширяемым, то есть позволяет соединять крейты между собой. Также на этом этапе можно автоматически создать вкладку «Задачи» и в ней вкладку «Программа», нажав на квадратик «Создать задачу и POU». Нажимаем «Далее» и переходим на этап «Настройки проекта». На данном этапе необходимо указать имя проекта и путь сохранения. Как только всё указали нажимаем «Далее» и переходим на этап «Проверка данных». Здесь можно перепроверить все необходимые настройки. После проверки нажимаем «Завершить».

Как только будет создан проект необходимо внедрить в крейт все необходимые модули. Для этого нажимаем правой кнопкой мыши на «R500

Крейт», как указано на рисунке 5.4, и нажимаем на строку «Добавить устройство»

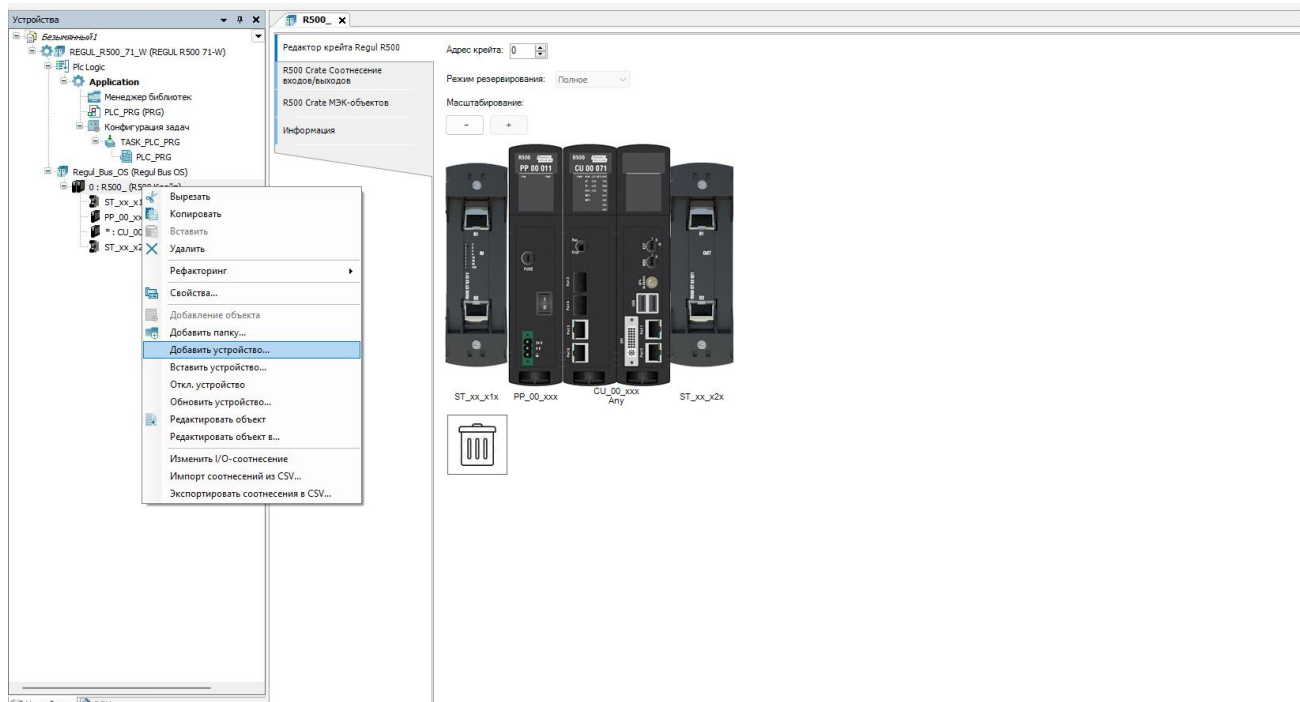


Рисунок 5.4 – Вызов окна «Добавить устройства»

В окне «Добавить устройства» есть 4 типа модулей: коммуникационные модули, модули ввода/вывода, модули питания и модули процессора. Выбираем необходимые модули, которые указаны на рисунке 5.5. Все модули соответствуют тем, что были выбраны в пункте 3

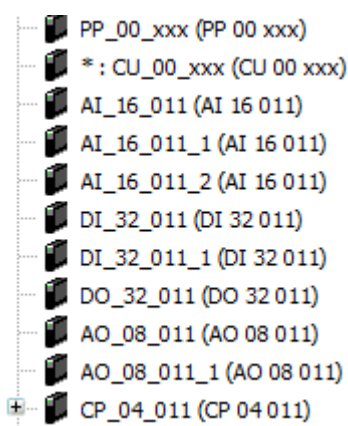


Рисунок 5.5 – Введённые в крейт модули

После добавления всех модулей мы можем увидеть внешний вид всего крейта во вкладке «Редактор крейта RegulR500». Важно, чтобы

расположение модулей и ЦП были расположены в том порядке, в котором составлен крейт в шкафу управления.

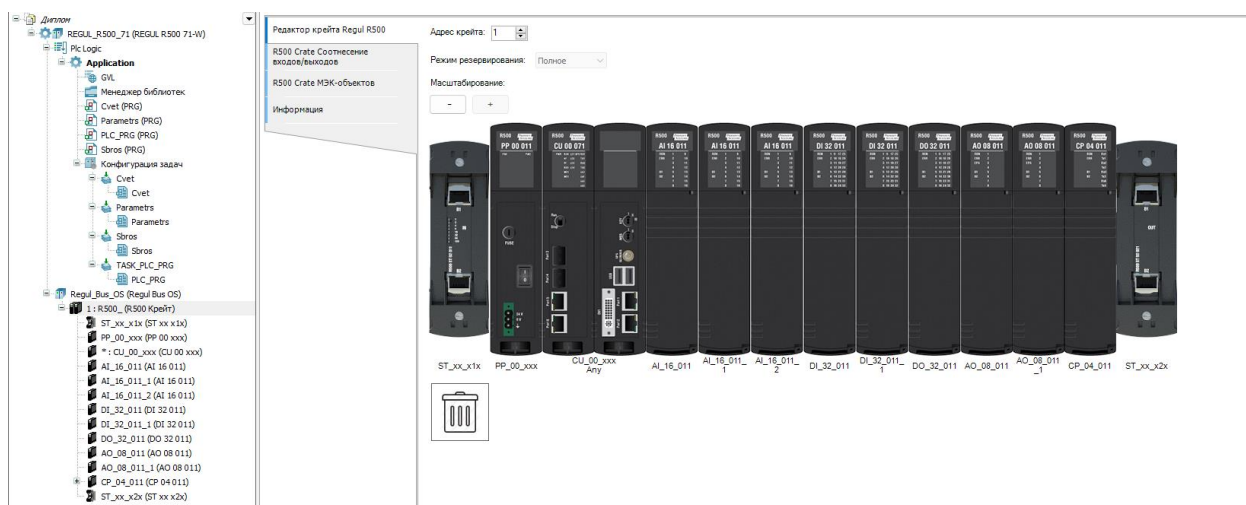


Рисунок 5.6 – Внешний вид крейта

### 5.2.2 Подключение компьютера к ПЛК

Чтобы подключить наш проект к ПЛК, необходимо зайти во вкладку «Инструменты» и нажать на строку «Сканер сети».

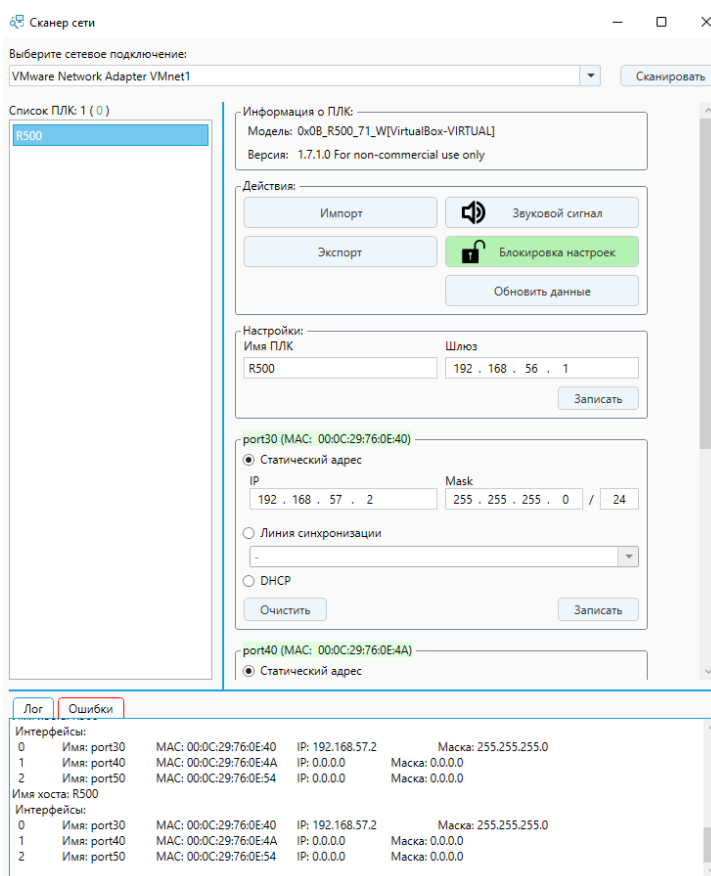


Рисунок 5.7 – Окно «Сканер сети»

В данном окне необходимо выбрать сетевое подключение, которое используется для связи компьютера с ПЛК. Так как в рамках ВКР использовать реальный ПЛК нет возможности, для подключения и тестирования программы, используется виртуальный контроллер по сетевому подключению «VMware Network Adapter VMnet1». После обнаружения ПЛК, он будет отображён в «Списке ПЛК». Нажимаем на ПЛК и появятся поля настройки. Можно изменить имя ПЛК и используемый шлюз. Далее необходимо задать IP адрес и маску в том порту, к которому подключен ПЛК. Записываем значения, которые указаны на рисунке 5.7. Теперь необходимо задать настройки выбранной сети в компьютере в настройках «Параметры сети и Интернета». Нажимаем на вкладку «Дополнительные сетевые параметры», выбираем используемую сеть и заходим в свойства сети. Используя кнопку «Редактировать», выбираем протокол IPv4, вводим IP-адрес и маску подсети, как указано на рисунке 5.8, и сохраняем.

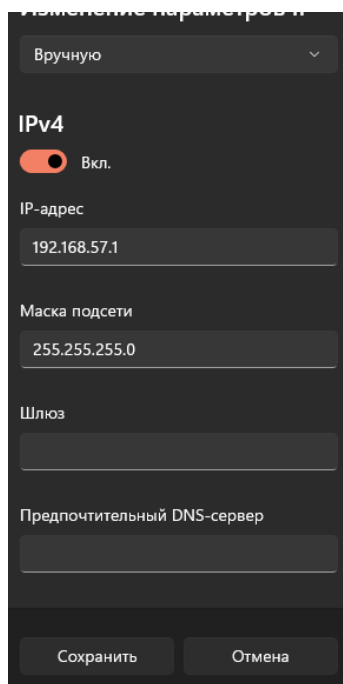


Рисунок 5.8 – Настройки сети

Как только произвели настройку сети, в проекте заходим во вкладку «Онлайн» и нажимаем на строку «Логин». Откроется окно безопасности, в котором нужно создать учетную запись. Как только создали учётную запись,

выполняем вход, загружаем «Application» в ПЛК и в случае правильной настройки, будет гореть статус «Соединен», как на рисунке 5.9.

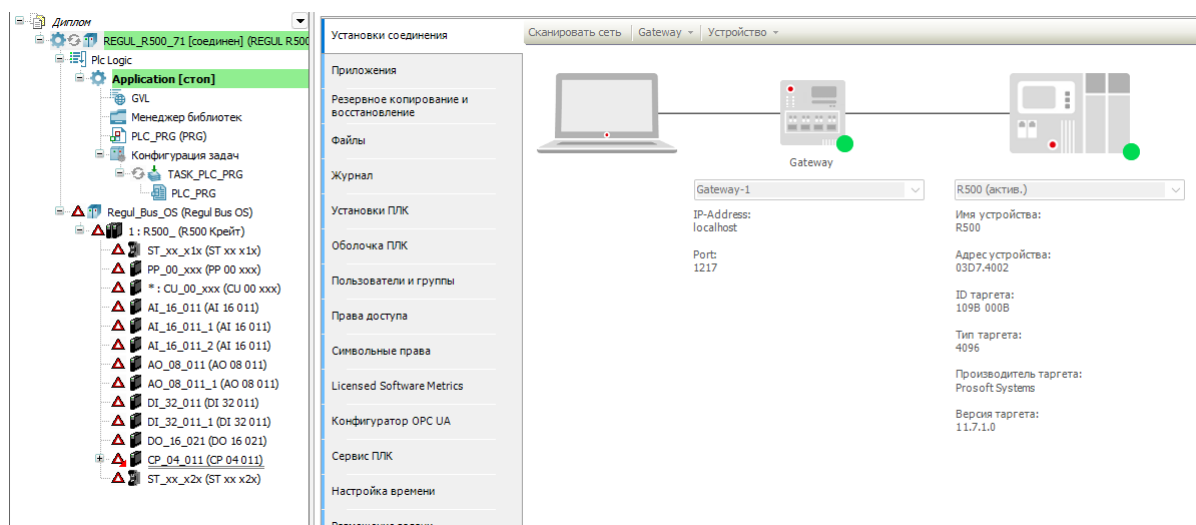


Рисунок 5.9 – успешное подключение компьютера к ПЛК

### 5.2.3 Привязка переменных к каналам портов ввода/вывода

Для того чтобы привязать переменные к каналам ввода/вывода, необходимо создать и объявить эти переменные. Эти переменные будут являться глобальными переменными. Это позволит, изменяя состояние переменных, управлять ИМ и считывать данные с датчиков.

Чтобы создать список глобальных переменных, нужно нажать правой кнопкой мыши на «Application», во вкладке «Добавление объекта», нажать на строку «Список глобальных переменных». После заходим в список и начинаем создавать переменные.

Для портов AI и АО, создаем переменные типа REAL, так как сигнал с датчиков будет преобразовываться в вещественные числа, и управляющий сигнал будет преобразовываться из вещественных чисел в сигнал по току 4-20 мА для управления ИМ. Все переменные порта AI и АО показаны на рисунке 5.10



```

//Переменные AI
//Переменные давления
P_gaz_vh:REAL; // Давление газа на входе
P_gaz_ob1:REAL; // Давление газа на общем участке 1
P_gaz_ob2:REAL; // Давление газа на общем участке 2
P_gaz_ln1:REAL; // Давление газа на линии 1
P_gaz_ln2:REAL; // Давление газа на линии 2
P_gaz_ln3:REAL; // Давление газа на линии 3
P_vozd_ob:REAL; // Давление воздуха на общем участке
P_vozd_ln1:REAL; // Давление воздуха на линии 1
P_vozd_ln2:REAL; // Давление воздуха на линии 2
P_vozd_ln3:REAL; // Давление воздуха на линии 3
P_razr:REAL; // Рвзряжение в топке котла
P_dim:REAL; // Давление дыма
P_voda_vh:REAL; // Давление воды на входе
P_voda_vih:REAL; // Давление воды на выходе
//Переменные расхода
F_gaz:REAL;
F_vozd:REAL;
F_voda_vh:REAL;
F_voda_vih:REAL;
//Переменные температуры
T_gaz:REAL;
T_vozd:REAL;
T_dim:REAL;
T_podsh_1:REAL;
T_podsh_2:REAL;
T_voda_vh:REAL;
T_voda_vih:REAL;
T_za_kotlom:REAL;
//Переменные количества вещества
Q_O2:REAL;
Q_CO:REAL;
Q_gaz:REAL;
//Переменные положения ИМ
ZDE1_pol:REAL;
ZDE2_pol:REAL;
ZDE3_pol:REAL;
ZDE4_pol:REAL;
ZDE5_pol:REAL;
ZDE6_pol:REAL;
ZDE7_pol:REAL;
K1RE1_pol:REAL;
K1RE2_pol:REAL;
//Переменные АО
ZDE1_zad:REAL;
ZDE2_zad:REAL;
ZDE3_zad:REAL;
ZDE4_zad:REAL;
ZDE5_zad:REAL;
ZDE6_zad:REAL;

K1RE1_pol:REAL;
//Переменные АО
ZDE1_zad:REAL;
ZDE2_zad:REAL;
ZDE3_zad:REAL;
ZDE4_zad:REAL;
ZDE5_zad:REAL;
ZDE6_zad:REAL;
ZDE7_zad:REAL;
K1RE1_zad:REAL;
K1RE2_zad:REAL;

```

Рисунок 5.10 – Переменные AI и АО

Теперь создадим переменные для портов DI и DO. Все дискретные переменные должны быть типа BOOL, так как дискретных значений будет всего два. Все переменные порта AI и АО показаны на рисунке 5.11

```

//Переменные DI
KIRE1_neispr:BOOL;
KIRE1_gotov:BOOL;
KIRE2_neispr:BOOL;
KIRE2_gotov:BOOL;
KIE2_otkrito:BOOL;
KIE2_zakrito:BOOL;
KIE2_neispr:BOOL;
KIE2_gotov:BOOL;
ZDE1_neispr:BOOL;
ZDE1_gotov:BOOL;
ZDE2_neispr:BOOL;
ZDE2_gotov:BOOL;
ZDE3_neispr:BOOL;
ZDE3_gotov:BOOL;
ZDE4_neispr:BOOL;
ZDE4_gotov:BOOL;
ZDE5_neispr:BOOL;
ZDE5_gotov:BOOL;
ZDE6_neispr:BOOL;
ZDE6_gotov:BOOL;
ZDE7_neispr:BOOL;
ZDE7_gotov:BOOL;
ZDE8_otkrito:BOOL;
ZDE8_zakrito:BOOL;
ZDE8_neispr:BOOL;
ZDE8_gotov:BOOL;
B1_vkl:BOOL;
B1_vykl:BOOL;
B2_vkl:BOOL;
B2_vykl:BOOL;
KIE4_otkrito:BOOL;
KIE5_otkrito:BOOL;
KIE6_otkrito:BOOL;
BKH11_klapan:BOOL;
BKH11_zapalnik:BOOL;
BKH11_gorelka:BOOL;
BKH11_gorelkal:BOOL;
BKH14_klapan:BOOL;
BKH14_zapalnik:BOOL;
BKH14_gorelka:BOOL;
BKH14_gorelkal:BOOL;
BKH17_klapan:BOOL;
BKH17_zapalnik:BOOL;
BKH17_gorelka:BOOL;
BKH17_gorelkal:BOOL;

//Переменные DO
KIE2_otkrit:BOOL;
KIE2_zakrit:BOOL;
KIE2_stop:BOOL;
B1_pusk:BOOL;
B2_pusk:BOOL;
KIE4_otkrit:BOOL;
KIE5_otkrit:BOOL;
KIE6_otkrit:BOOL;
ZDE8_otkrit:BOOL;
ZDE8_zakrit:BOOL;
ZDE8_stop:BOOL;

```

Рисунок 5.11 – Переменные DI и DO

После создания всех переменных заходим в модули ввода/вывода и нажимаем на вкладку «Соотнесение входов/выходов» и производим привязку согласно привязке на принципиальной электрической схеме «Приложения В». Пример привязки переменных модуля АО представлен на рисунке 5.12.

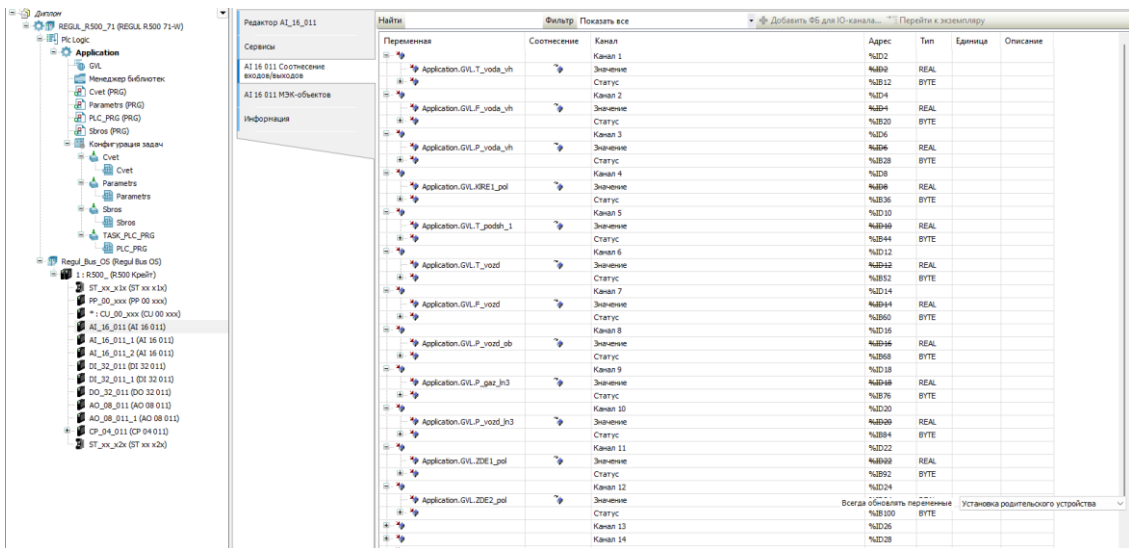


Рисунок 5.12 – Пример привязки переменных модуля АО

### 5.2.4 Визуализация

Чтобы отслеживать параметры и управлять технологическими процессами на компьютере в реальном времени, необходимо создать визуализацию КВГМ-100.

Для этого в окне «Устройства» нажимаем правой кнопкой мыши в поле окна, и во вкладке «Добавление объекта» выбираем «Визуализация». В открывшемся окне появится рабочая зона, где будут располагаться объекты визуализации, и панель инструментов визуализации, в которой находятся необходимые объекты.

Используя панель инструментов, создадим окно визуализации «Котел» и расположим объекты, как показано на рисунке 5.13.

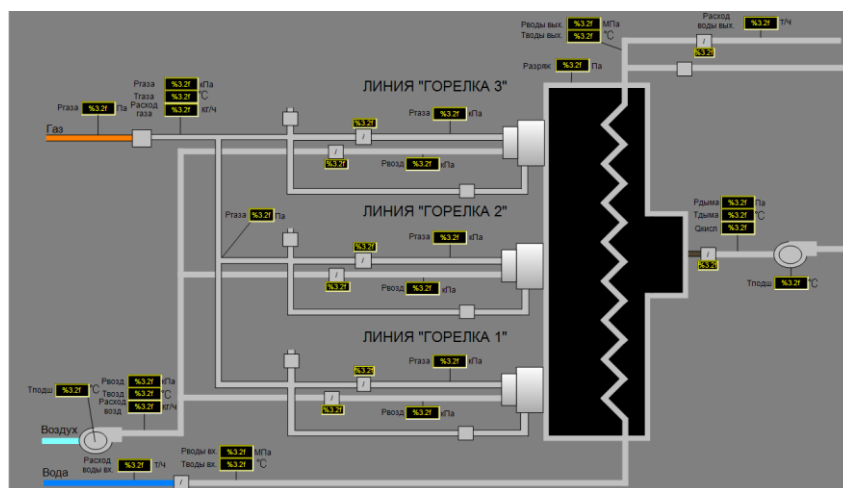


Рисунок 5.13 – Окно визуализации «Котел»

Далее используя свойства объектов, производим привязку текстовых переменных к элементам «Текстовое поле», для отображения значения на датчиках, согласно функциональной схеме котла в «Приложении Б». Таким же образом производим привязку переменных изменения цвета для элементов «Прямоугольник», для отображения изменения состояния ИМ и потоков в трубопроводах.

После создания основного окна, создадим окно, в котором будут отображаться и фиксироваться неисправности и аварии. Необходимо учесть все возможные аварии, связанные с аварийными значениями датчиков, как было указано в пункте 4, «Алгоритм системы защит». Окно визуализации «Световая индикация места аварии» представлен на рисунке 5.14

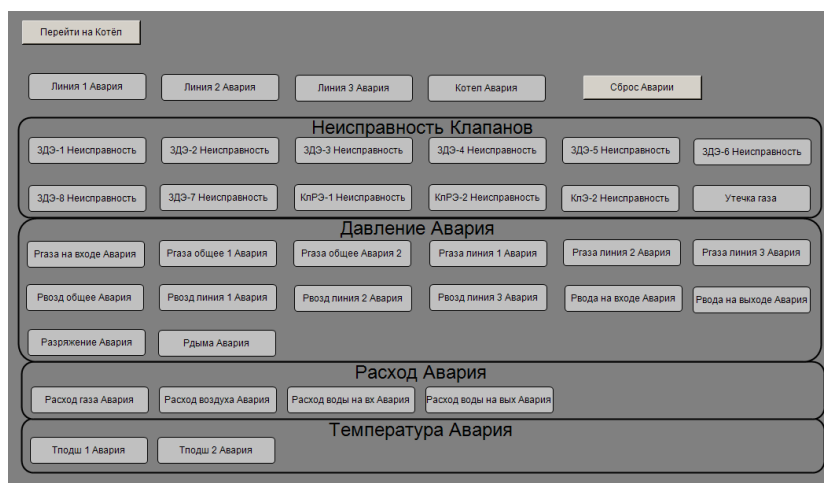


Рисунок 5.14 – Окно визуализации «Световая индикация места аварии»

После создания окна, привязываем переменные, которые будут фиксировать наличие аварии, с элементами «Скругленный прямоугольник». Теперь в случае возникновения аварии, будет оповещение, где именно находится авария. Также следует создать кнопку сброса аварии и кнопку перехода на окно визуализации «Котел»

## 6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

### 6.1 Безопасность

Для обеспечения безопасности была разработана на программном и техническом уровне система защит, которая срабатывает при отклонениях различных параметров, а именно:

1) Давление воздуха в трубопроводе на общем участке и давление на участках «Горелка №1,2,3». Если эти параметры изменятся на общем участке, то работа котла будет полностью приостановлена. Если давление изменится на определённом участке «Горелка №X», то будет приостановлена подача воздуха на этом участке.

2) Давление и расход воды на входе и на выходе из топки котла. При изменении этих параметров, будет полностью приостановлена работа котла.

3) Давление и расход газа в газопроводе на общем участке и давление на участках «Горелка №1,2,3» Если эти параметры изменятся на общем участке, то работа котла будет полностью приостановлена. Если давление изменится на определённом участке «Горелка №X», то будет приостановлена подача газа на этом участке.

4) Температура подшипников дымососов и дутьевых вентиляторов. Если температура повысится, а расход воздуха не изменился, это указывает об не исправной работе дымососа или дутьевого вентилятора. В этом случае работа котла будет остановлена.

5) Разрежение в топке котла. Если давление в топке котла упадёт ниже 10 Па больше чем на 9с, то необходимо полностью остановить работу котла.

В случае утечки газа, в помещении предусмотрены газоанализаторы. При поступлении сигнала от газоанализатора об наличии газа в помещении, работа котла немедленно приостанавливается.

При запуске горелок, установленный блок розжига запальника, используя установленные фотодатчики, проверяет на наличие огня в топке. В случае, если датчики не зафиксировали воспламенение горелки, блок

розжига запальника автоматически прекратит подачу газа, с помощью установленного клапана запальника.

В случае неисправности органов автоматического управления, предусмотрен аварийный щит управления.

## **6.2. Экологичность**

На АРМ используется компьютерная техника, блоки питания, электросхемы и другое электротехническое оборудование, которое, в случае поломки и невозможности восстановления, необходимо утилизировать.

Утилизация отходов компьютерной техники должно соответствовать инструкции № ИОО-04-2020 [14], а именно:

Запрещено:

- 1) складирование отходов в неподходящих для этого местах
- 2) складирование отходов больше 11 месяцев;
- 3) превышение накопления отходов;
- 4) смешивание при накоплении разных видов и групп отходов;
- 5) сжигание отходов, выброс на почву, в системы канализации на территории структурного подразделения;
- 6) любые действия, которые могут сломать неисправное оборудование;
- 7) загромождать места накопления отходов и подходы к ним;

Передача отходов для утилизации компьютерной техники и коммуникационного оборудования, утративших потребительские свойства, осуществляется в соответствии с договором, заключенным со специализированными организациями, имеющим лицензию, на деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов.

## **6.3. Чрезвычайные ситуации**

В помещении, где находятся котлы, необходимы все средства пожаротушения (огнетушители, рукава, пожарные краны, стволы).

Не хранить рядом с котлом легковоспламеняющиеся материалы. Их хранение должно быть в изолированном месте и в не больших объёмах .

В случае возникновения пожара: необходимо подать сигнал тревоги и вызвать пожарную команду; организовать тушение пожара имеющимися средствами, либо, если тушение невозможно, обеспечить эвакуацию персонала. Все средства пожаротушения должны быть в свободном доступе.

В целях безопасности в котельной установлены системы автоматического управления режимом работы котельных агрегатов, системы регулирования тепловой нагрузки, соотношения газа и воздуха, а также клапаны, задвижки, вентили, манометры, датчики уровня воды, расходомеры, датчики давления и температуры. Однако в процессе эксплуатации котельных установок могут возникнуть аварийные ситуации. Если при этом не сработают предохранительные клапаны или другие устройства системы безопасности, то может произойти взрыв. Таким образом, неисправность контрольно-измерительных приборов и средств обеспечения безопасности могут стать источниками опасности.

При несчастных случаях немедленно окажите медицинскую помощь пострадавшему в соответствии с действующими правилами. Организуйте вызов медицинского персонала и уведомите о происшедшем начальника смены КТЦ и станции.

Котел должен быть немедленно остановлен защитами или непосредственно персоналом в случае:

- 1) выхода из строя расходомеров воды, если при этом возникают нарушения режима, требующие под регулировки питания;
- 2) остановка всех сетевых насосов;
- 3) недопустимого понижения давления воды в выходном коллекторе (защита с выдержкой времени до 9 с);
- 4) разрыва труб поверхностей нагрева, коллекторов и трубопроводов;
- 5) погасания факела в топке;
- 6) понижения давления мазута за регулирующим клапаном (для паромеханических форсунок);

7) повышения или понижения давления газа за регулирующим клапаном;

8) отключения дымососа или дутьевых вентиляторов (вентилятора) общего воздуха;

9) отключения всех вентиляторов первичного воздуха (при работе на ротационных форсунках);

10) взрыва в топке и газоходах, загорания горючих отложений, разрушения обмуровки, других повреждений, угрожающих персоналу и оборудованию; пожара, представляющего опасность для персонала, оборудования и цепей дистанционного управления отключающей арматуры, входящей в схему защит;

11) понижения расхода воды через котел меньше минимально допустимого значения с выдержкой времени до 9 с;

12) повышения температуры воды на выходе сверх допустимой с выдержкой времени до 9 с;

13) исчезновения напряжения на устройствах дистанционного и автоматического управления или всех контрольно-измерительных приборах;

14) разрыва мазутопровода и газопровода в пределах котла;

15) одновременного понижения давления газа и мазута (при совместном их сжигании) за регулирующими клапанами ниже пределов, установленных местной инструкцией.

Время остановки котла в этих случаях определяется главным инженером электростанции (начальником котельной).



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе рассмотрены технические характеристики котла КВГМ-100 и кратко описан технологический процесс. На основе описанного технологического процесса разработана функциональная схема автоматизации котла КВГМ-100.

Проведен подбор ТСА для модернизации систем регулирования котла КВГМ-100 БТЭЦ. Выбор ТСА осуществлялся в рамках импортозамещения, то есть все выбранные ТСА отечественного производства. Разработана принципиальная электрическая схема, в которой приведены подключения датчиков и ИМ к ПЛК REGUL R500. Разработаны алгоритмические схемы для работы котла, и создана SCADA-система.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 21.208-2013. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах [Текст]. – Введ. 2014-11-01. – М: Из-во стандартов, 2014. – 28 с.
2. ГОСТ 21.408-2013. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов [Текст]. – Введ. 2014-11-01. – М: Из-во стандартов, 2014. – 42 с. – (Система проектной документации для строительства).
3. РД 34.26.507-91. Типовая инструкция по эксплуатации газомазутного водогрейного котла типа квгм-100 [Текст]. – Введ. 1993-01-01. – 37 с.
4. Официальный сайт компании «ЭЛЕМЕР» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.elemer.ru](http://www.elemer.ru). – 15.06.2024.
5. Официальный сайт АО «АБС ЗЭиМ Автоматизация» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://abselectro.com/companies/abs-zeim-avtomatizatsiya/>. – 15.06.2024.
6. Кибарин, А. А. Современные тенденции в модернизации и проектировании водогрейных котлов типа ПТВМ и КВГМ / А. А. Кибарин, М. С. Коробков, М. С. Кадырхан, Г. А. Ханасилова // Инновационное развитие современной науки. – с. 59-62.
7. Официальный сайт ООО «КБ «АГАВА» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kb-agava.ru>. – 15.06.2024.
8. Официальный сайт ООО «СП «ТермоБрест» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://termobrest.ru>. – 15.06.2024.
9. Официальный сайт ООО «Экотеплогаз» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ekoteplogaz.ru>. – 15.06.2024.
10. Официальный сайт НПП «Прома» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.promav.ru>. – 15.06.2024.

11. Официальный сайт ООО «Автоматизация» [Электронный ресурс].  
– Режим доступа: <https://kipprof.ru/products/vodogrejnie-kotly/vodogrejnye-kotly-kv-gm/vodogrejnye-kotly-kv-gm-100-150/>. – 15.06.2024.
12. Официальный сайт ООО «Прософт» [Электронный ресурс]. –  
Режим доступа: <https://www.prosoft.ru/>. – 15.06.2024.
13. ГОСТ 12.2.032-78. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. [Текст]. – Введ. 1978-04-26. – 9 с.
14. Инструкция № ИОО-04-2020. По обращению с отходами компьютерной техники, периферийного и коммуникационного оборудования, утратившего потребительские свойства в структурных подразделениях и филиалах АО «ДГК» [Текст]. – Введ. 2020-12-30. – 7 с.
15. Технические средства автоматизации [Электронный ресурс]. –  
Режим доступа: <https://studfile.net/preview/1191976/page:2/> – 15.06.2024.

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА РАЗРАБОТКУ

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

### **1. Введение**

#### **1.1 Наименование системы**

Полное наименование: Автоматизированная система управления технологическим процессом котла КВГМ-100 на Благовещенской ТЭЦ.

#### **1.2 Наименование организаций – Заказчика и Разработчика**

Заказчик: СП «Благовещенская ТЭЦ».

Адрес фактический: г. Благовещенск, Загородная 177

Телефон: +7(4162)39-87-59

Разработчик: ФГБОУ ВО «АмГУ»

Адрес фактический: г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе 21

Телефон: +7(4162)234-500

### **2 Основание для разработки**

Система разрабатывается в рамках выпускной квалификационной работы на основании документов:

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

#### **2.1 Разработчик**

Федоров Максим Александрович, студент 4 курса энергетического факультета, кафедры Автоматизации производственных процессов и электротехники, АмГУ.

#### **2.2 Плановые сроки начала и окончания работы**

Начало работы – 5.01.2024

Завершить проект необходимо до 27.06.2024.

## **2.3 Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ**

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

### **3. Назначение и цели создания системы**

#### **3.1 Назначение АСУТП**

АСУТП предназначена для возможности автоматизации процессов управления водогрейного котла КВГМ-100 на Благовещенской ТЭЦ.

#### **3.2 АСУТП водогрейного котла, создается с целью:**

- повышения качества;
- перевод работы котла с мазута на газ;
- для возможности управления работой котла на АРМ за компьютером, отслеживания параметров и индикацией их в SCADA-системе;
- отказа от зарубежных комплектующих и систем автоматизации;

### **4. Состав и содержание работ по модернизации**

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

### **5. Порядок контроля и приемки системы**

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

целью определения ее работоспособности и тестирования правильности ее работы.

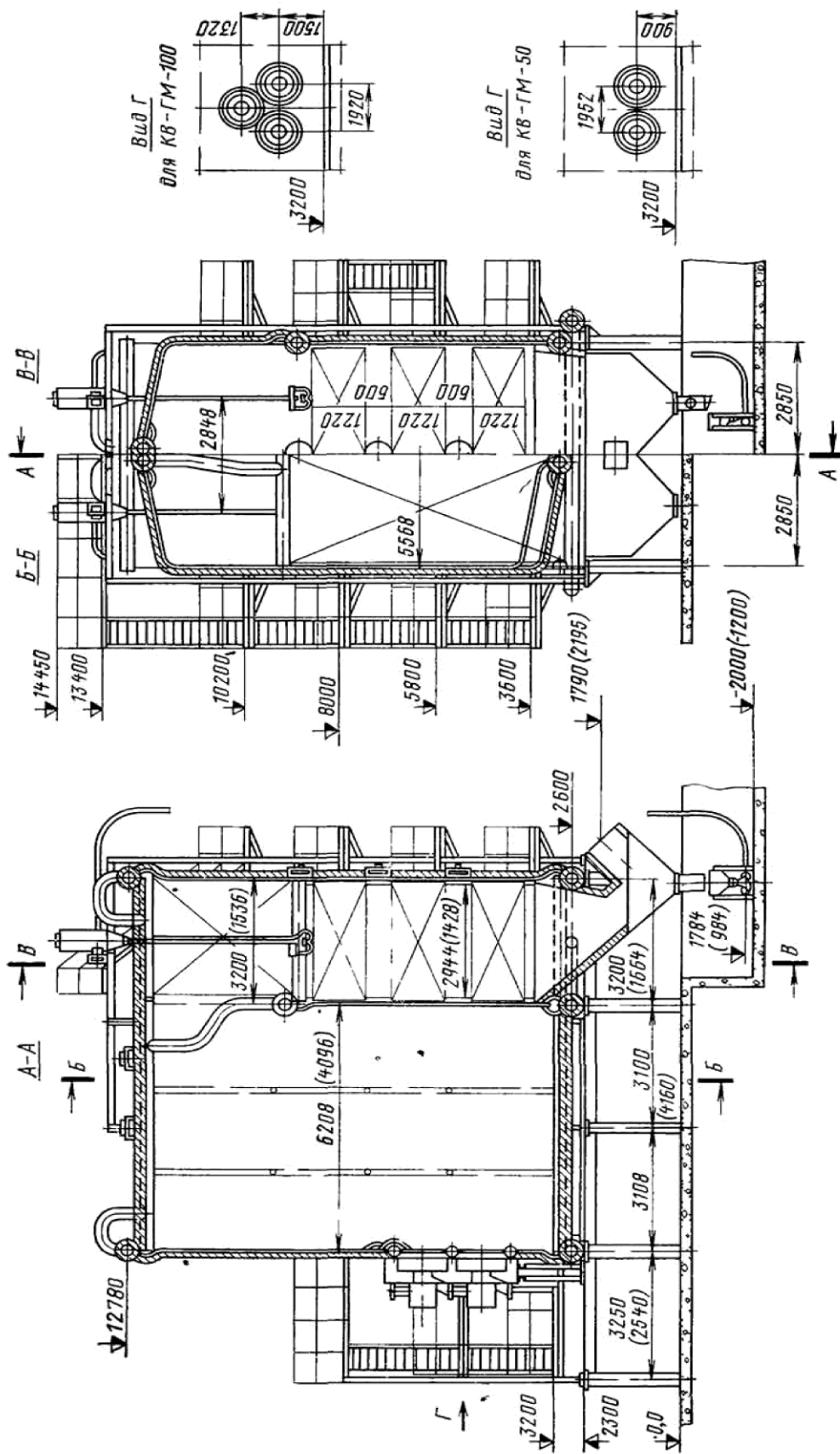
## **6. Источники разработки**

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

1. ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
2. ГОСТ 24.601-86 единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы. Стадии создания.
3. ГОСТ 24.701-86 «Надежность автоматизированных систем управления».

# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

## Общий вид котла КВГМ-100

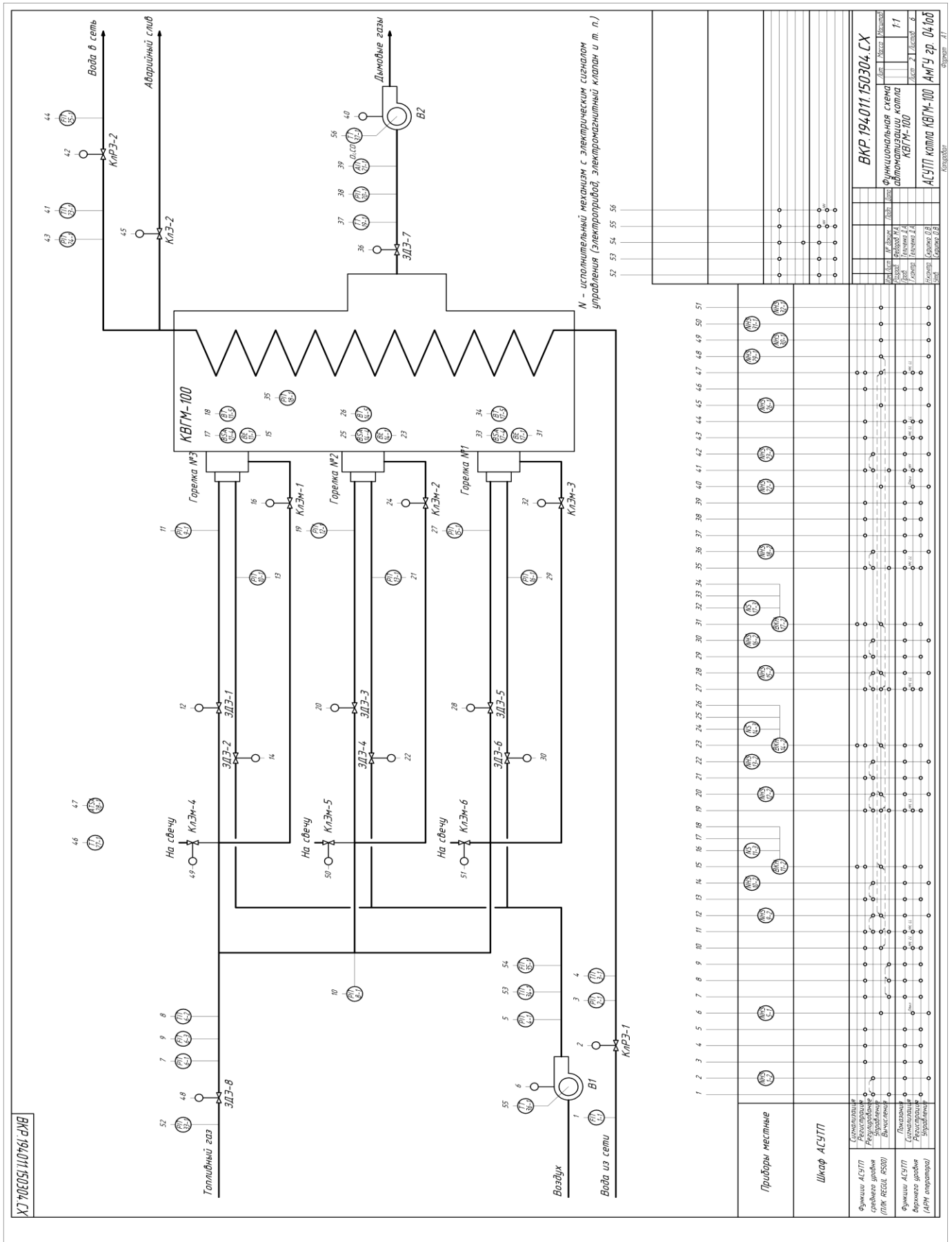


ВКР 194011.150304.В0

ВКР 194011.150304.В0	
Общий вид котла КВГМ-100	Лист 1 из 1
АСУ ТП котла КВГМ-100 АМЧ 5 зр. 04.160	Лист 1 из 1
Исполн. Сидорова О.В.	Провер. Сидорова О.В.
Машин. Сидорова О.В.	Инженер Сидорова О.В.
Лист 1 из 1	Лист 1 из 1

# ПРИЛОЖЕНИЕ В

## Функциональная схема котла КВГМ-100



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51

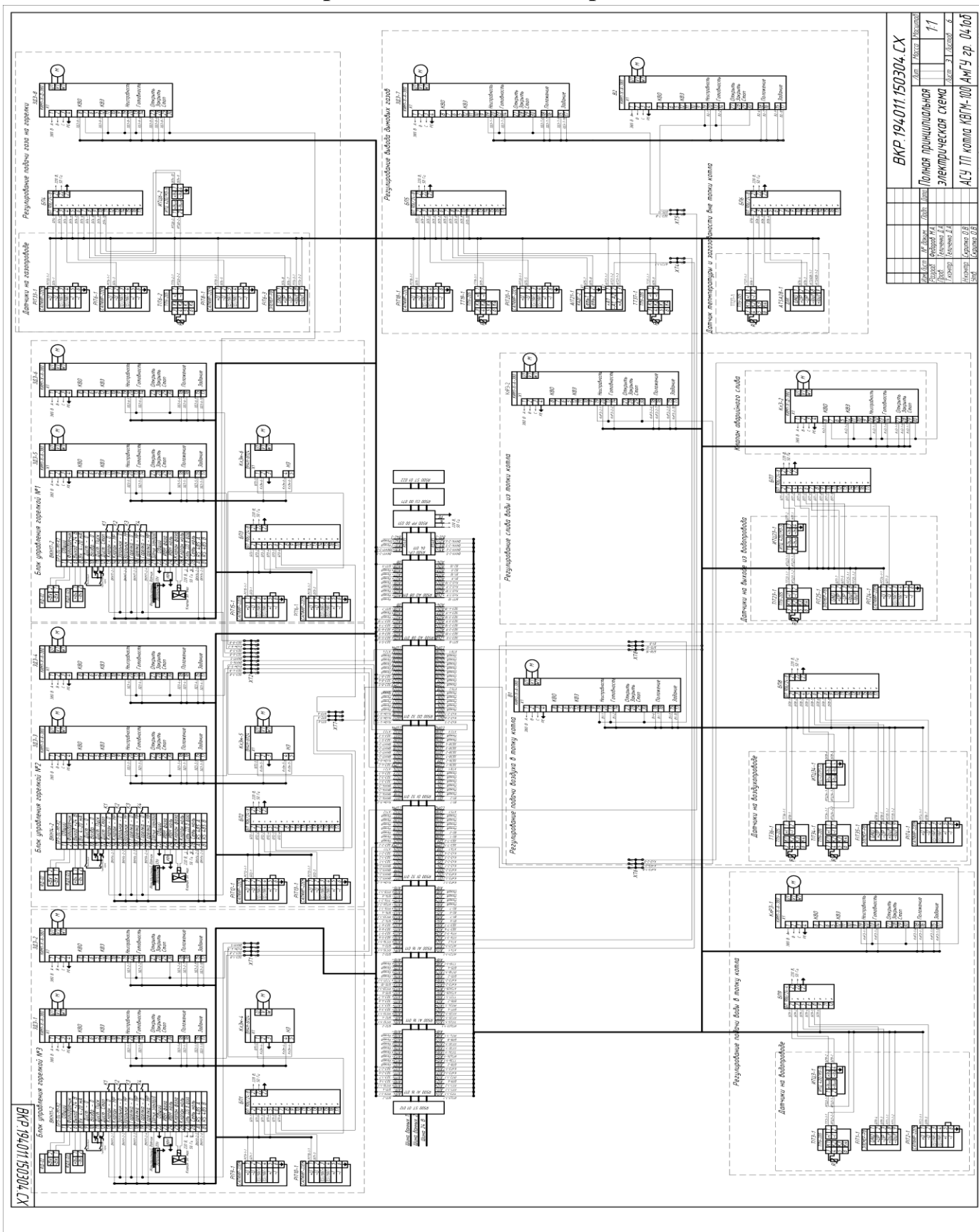
Приборы местные	17, 18, 15, 25, 26, 23, 33, 34, 31, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
Шкаф АСУТП	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51

ВКР.194.011.150304.СХ	
Функциональная схема	11
Автоматизация котла	КВГМ-100
Лист	2 из 6
АСУТП котла КВГМ-100	АмГУ эр. 04.00



# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

## Полная принципиальная электрическая схема



ВКР 194.011.150304.СХ		Лист 1	Из 2	Страница 21
Исполнитель	Проверен	Дата	Лист	Страница
Л.А.С.	В.А.С.	15.08.2016	1	1
Полная принципиальная электрическая схема				
АСУ ТП котла КВМ-800 АмГЗ гр. 04.16б				
Утвержден	Согласован	Составитель	Проверен	Дата
		Л.А.С.	В.А.С.	15.08.2016

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Г

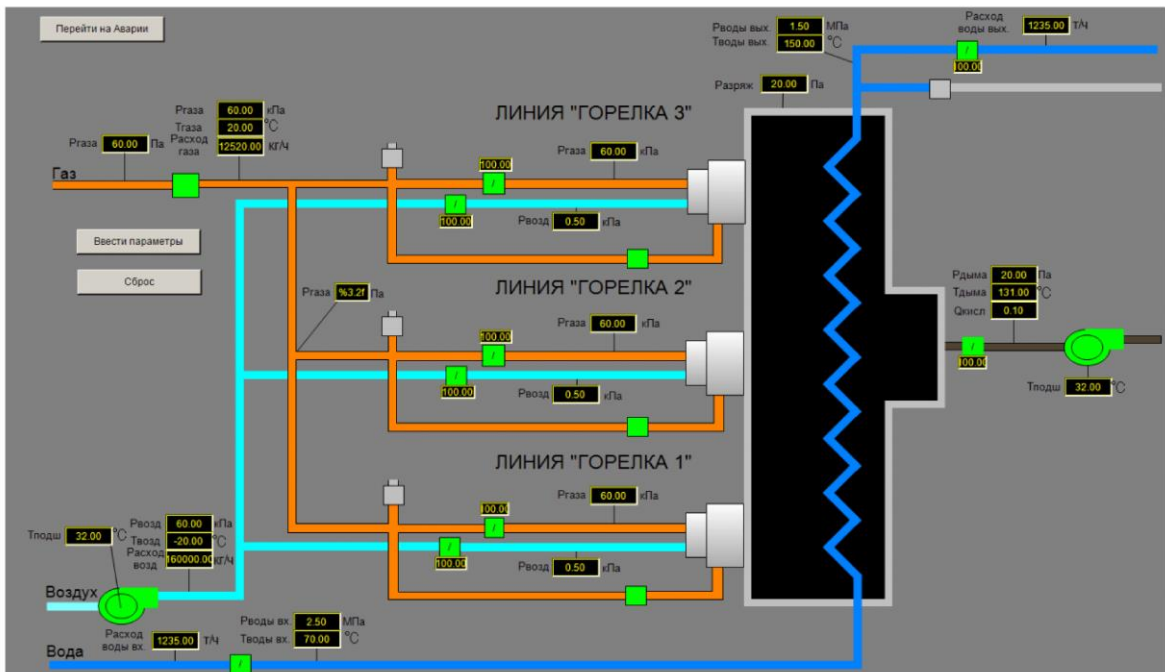
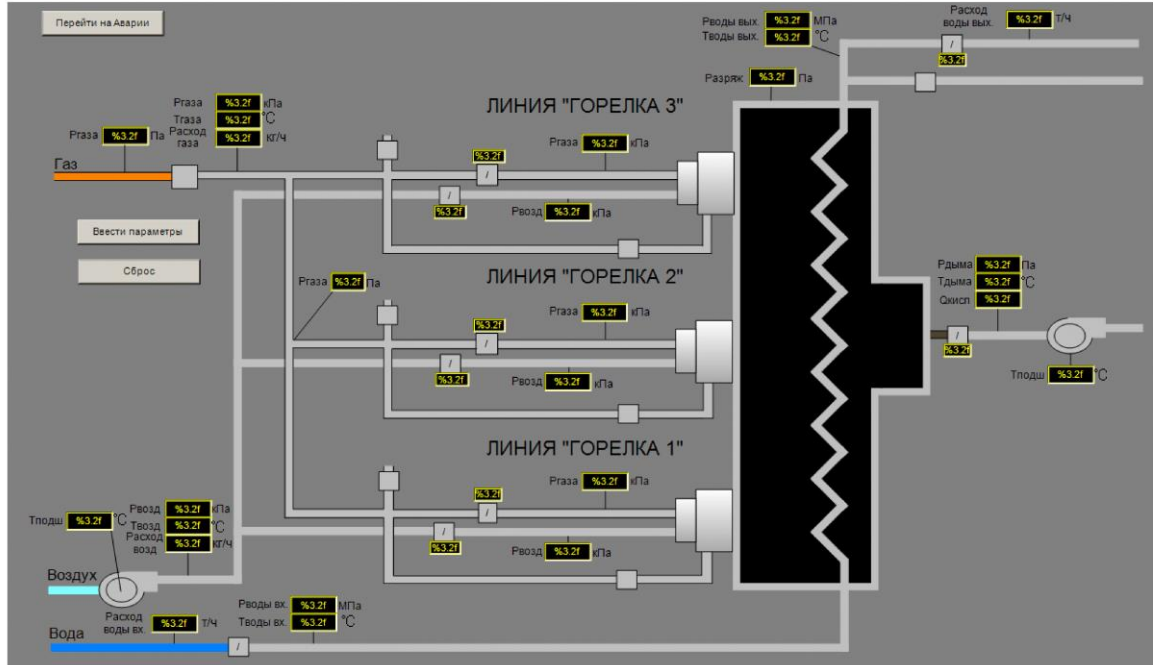
Спецификация

Инв. №	Изм. лист	№ докум.	Подп.	Дата	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № дробл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	
																			Лит.
									<i>Детали</i>										
							1	ВКН	Блок розжига запальника БРЗ-04-М1-К2	3									
							2	FIT	Расходомер ЭЛЕМЕР-РВ	4									
							3	PIT	Датчик давления Сапфир-22ЕМ	14									
							4	ТТ, ТПТ	Датчик температуры ТПУ-205	8									
							5	ЗДЭ, КлРЭ, КлЭ, В	Контроллер исполнительных механизмов КИМ1-Х-Д-380	13									
							6	КлЭм	Клапан электромагнитный ВН4Н-дП24	3									
							7	АТСА	Датчик загазованности ДАК	1									
							8	АИТ	Газоанализатор КАДГ-2	1									
							9	ИТЦ	Измеритель температуры ИТЦ 420/МЗ-5	4									
							10	БП	Блок питания БП 906/24-4(8)	9									
							11	R500 ST 01 022	Концевые модули ST 01 022	2									
							12	R500 CU 00 071	Модуль центрального процессора CU 00 071	1									
							13	R500 CP 04 011	Коммуникативный модуль CP 04 011	1									
							14	R500 AI 16 011	Модуль аналогового ввода AI 16 011	3									
							15	R500 AO 08 011	Модуль аналогового вывода AI 16 011	2									
							16	R500 DI 32 011	Модуль дискретного ввода DI 32 011	1									
							17	R500 DO 32 011	Модуль дискретного вывода DO 32 011	1									
							18	ХТ	Автоматический выключатель	8									
<b>ВКР.194011.150304</b>																			
										<b>Спецификация</b>									
										АМГУ гр. 0410д									
										Копировал		Формат		А4					



# ПРИЛОЖЕНИЕ Е

## Визуализация окна «Котел»



БКР.194.011.150304.0В									
Диз. Акт	А.В. Девин	Андр.	Дмит.						
Разраб.	Редовед М.А.								
Проф.	Ильиничев А.А.								
Специр.	Иванов А.А.								
Исполн.	Сорокин Д.В.								
Инж.	Корольков Д.В.								
				Визуализация окна «Котел»					
				АСУ ТП котла КВГМ-100			АМГУ зр. 04.10.08		
				Копировать			Формат: А1		

# ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

## Визуализация окна «Световые индикаторы места аварии»

ВКР.194.011.150304.0В

Перейти на Котёл

**Неисправность Клапанов**

**Давление Авария**

**Расход Авария**

**Температура Авария**

Перейти на Котёл

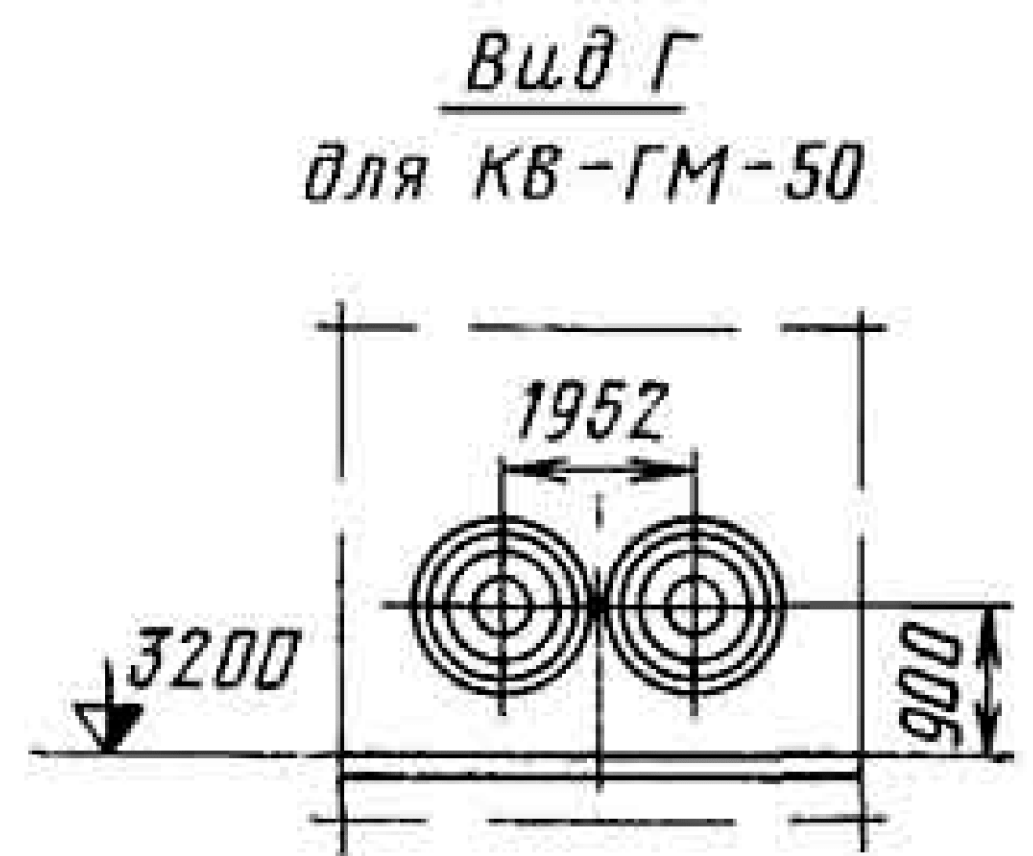
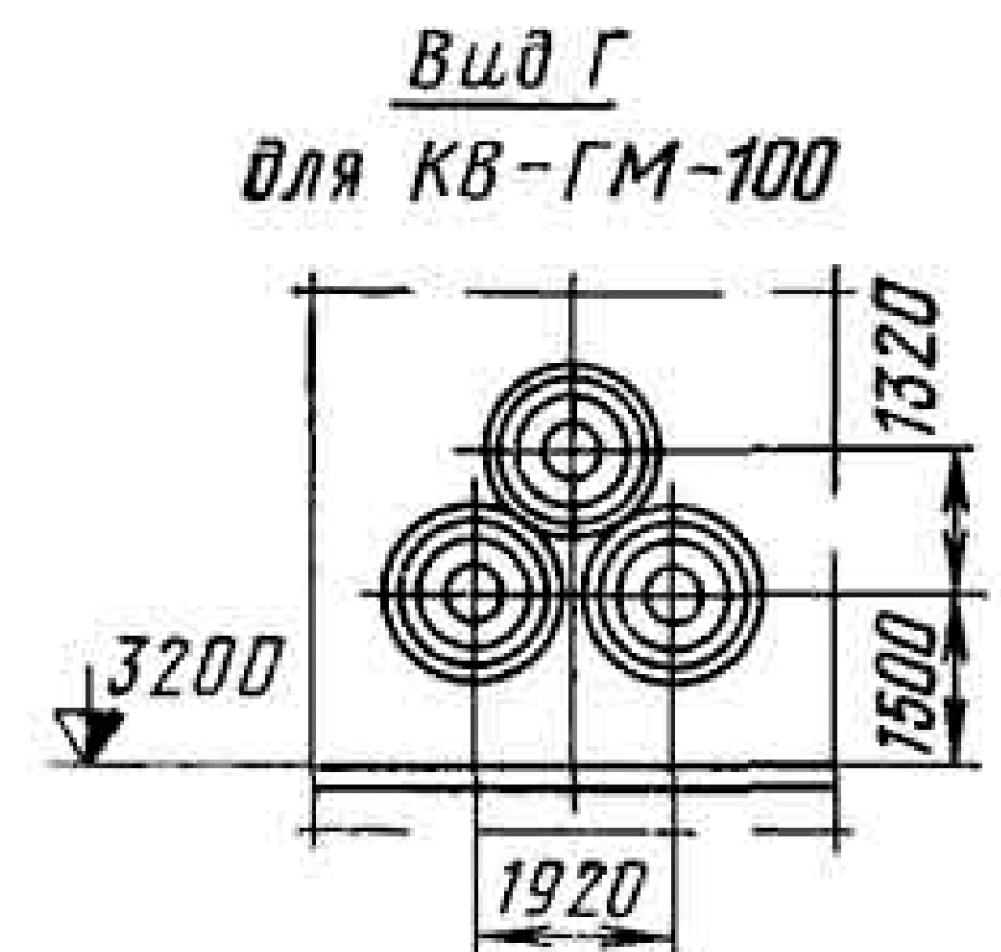
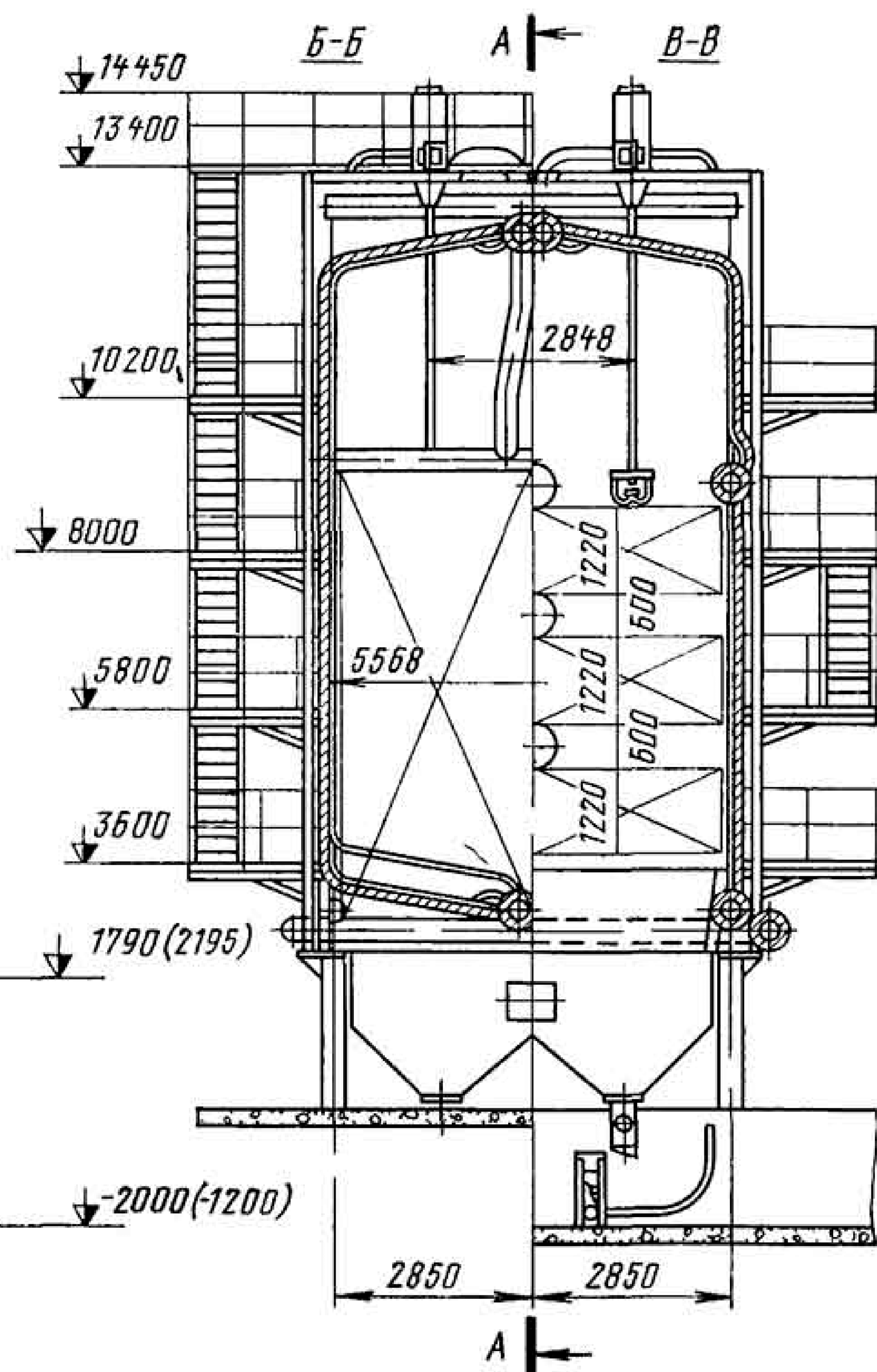
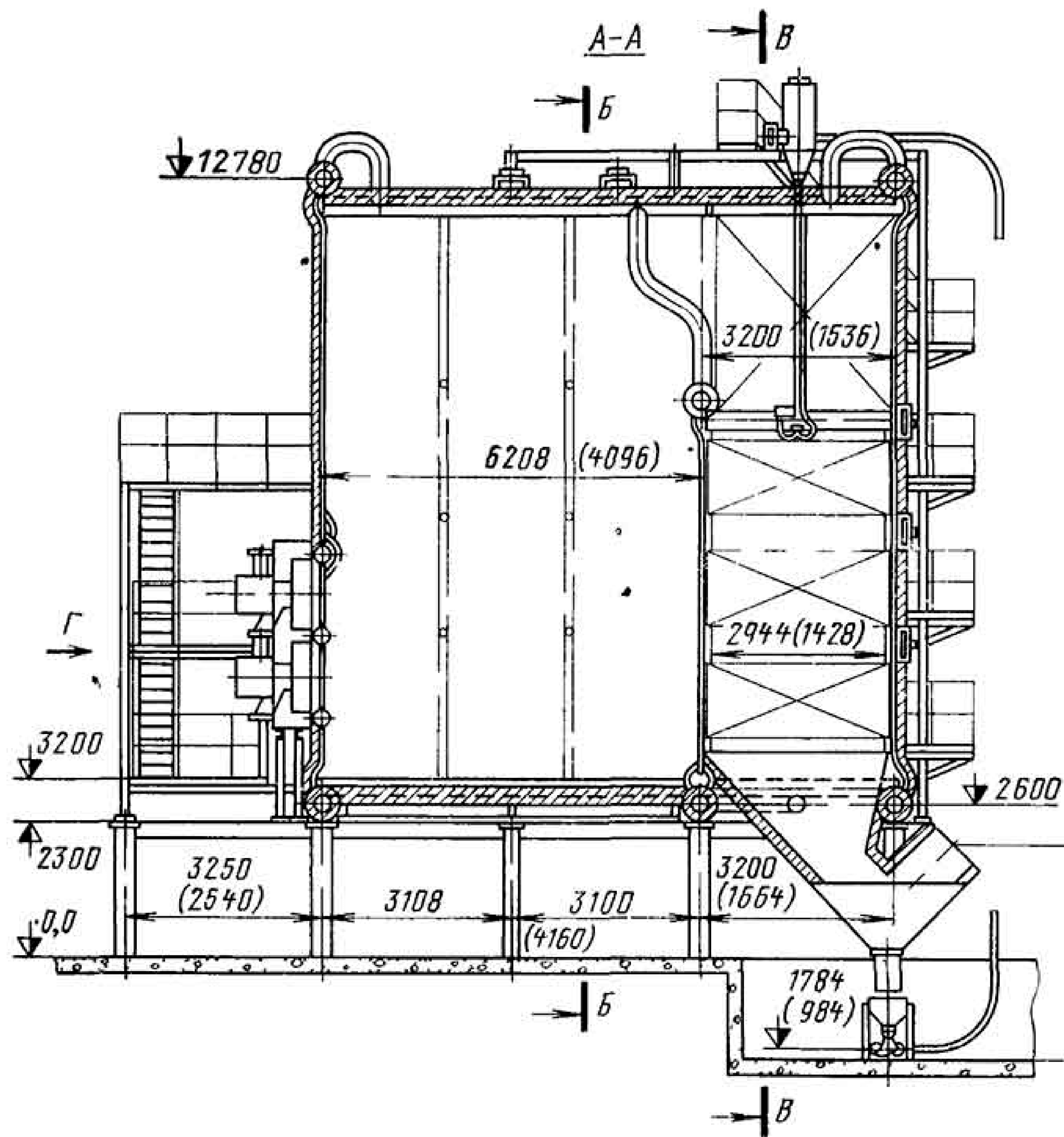
**Неисправность ИМ**

**Давление Авария**

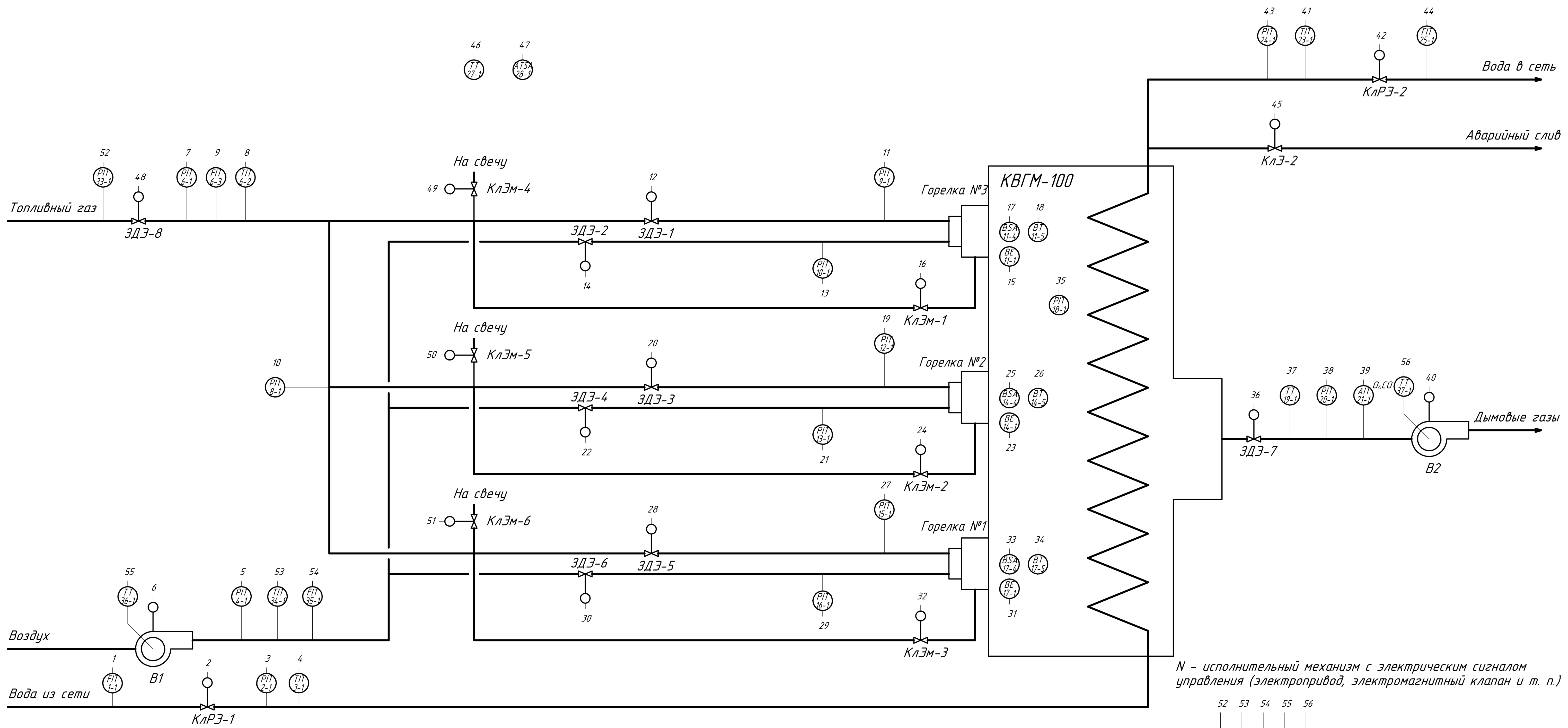
**Расход Авария**

**Температура Авария**

				<b>ВКР.194.011.150304.0В</b>			
Имя	Длина	№	Вид	Имя	Длина	№	Вид
Резерв	Резерв	Резерв	Резерв	Резерв	Резерв	Резерв	Резерв
Уровень	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень
Температура	Температура	Температура	Температура	Температура	Температура	Температура	Температура
Влажность	Влажность	Влажность	Влажность	Влажность	Влажность	Влажность	Влажность
Давление	Давление	Давление	Давление	Давление	Давление	Давление	Давление
Скорость	Скорость	Скорость	Скорость	Скорость	Скорость	Скорость	Скорость
Время	Время	Время	Время	Время	Время	Время	Время
				Визуализация окна «Световые индикаторы места аварии» АСУТП котла КВГМ-100 АмГУ зр. 04.10.08			
				Лист 61 из 61			



ВКР.194011.150304.В0				Лит	Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ док-м	Подп	Дата	Общий вид котла КВГМ-100	
Разраб	Федоров М.А.				4	
Проб	Теличенко Д.А.				Лист 1 Листов 6	
Т.контр	Теличенко Д.А.				АСУ ТП котла КВГМ-100 АмГУ зр. 04.10.08	
Н.контр	Скрипко О.В.				Копировал	
Этб	Скрипко О.В.				Формат А1	

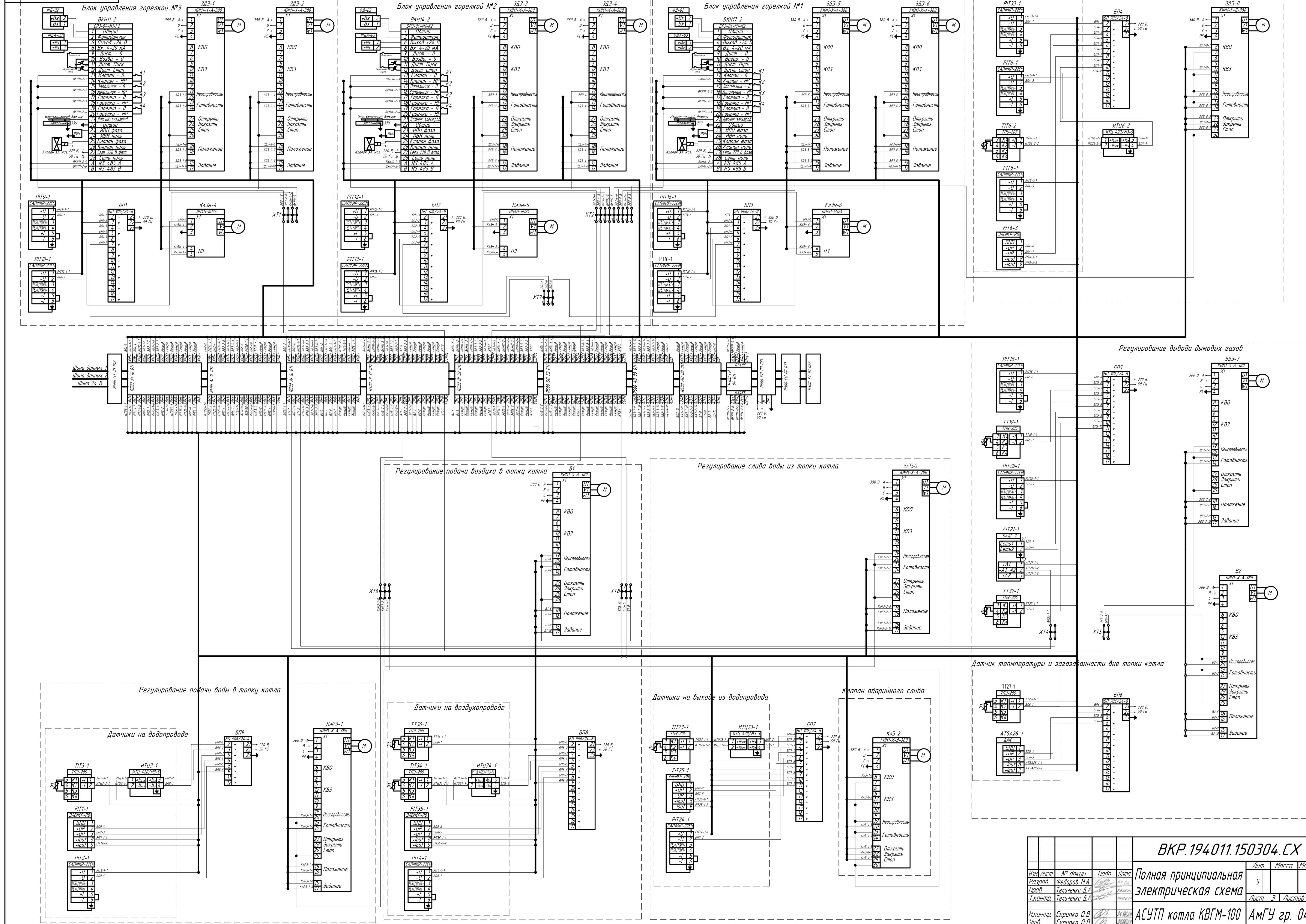


И - исполнительный механизм с электрическим сигналом управления (электропривод, электромагнитный клапан и т.п.)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51

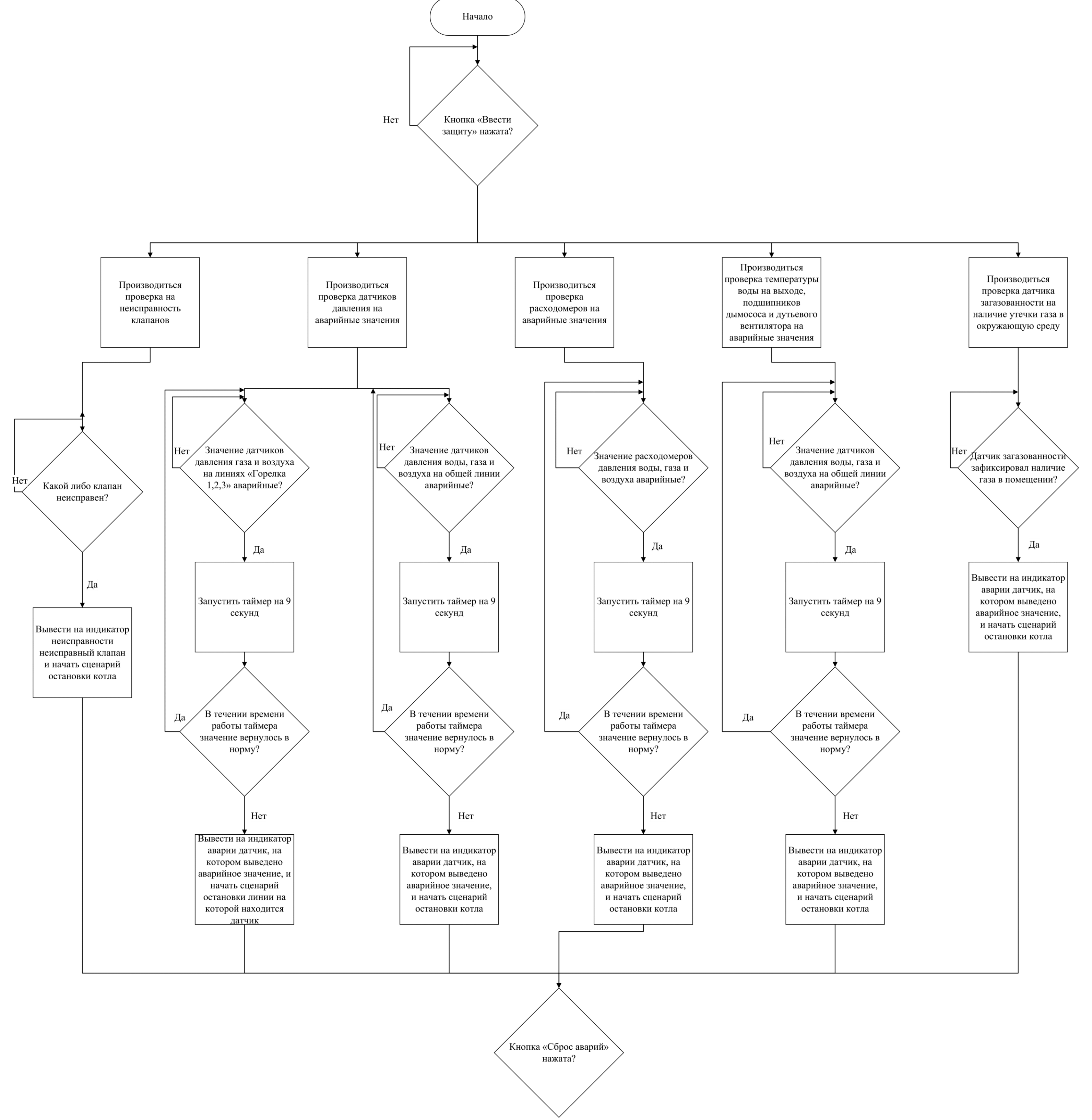
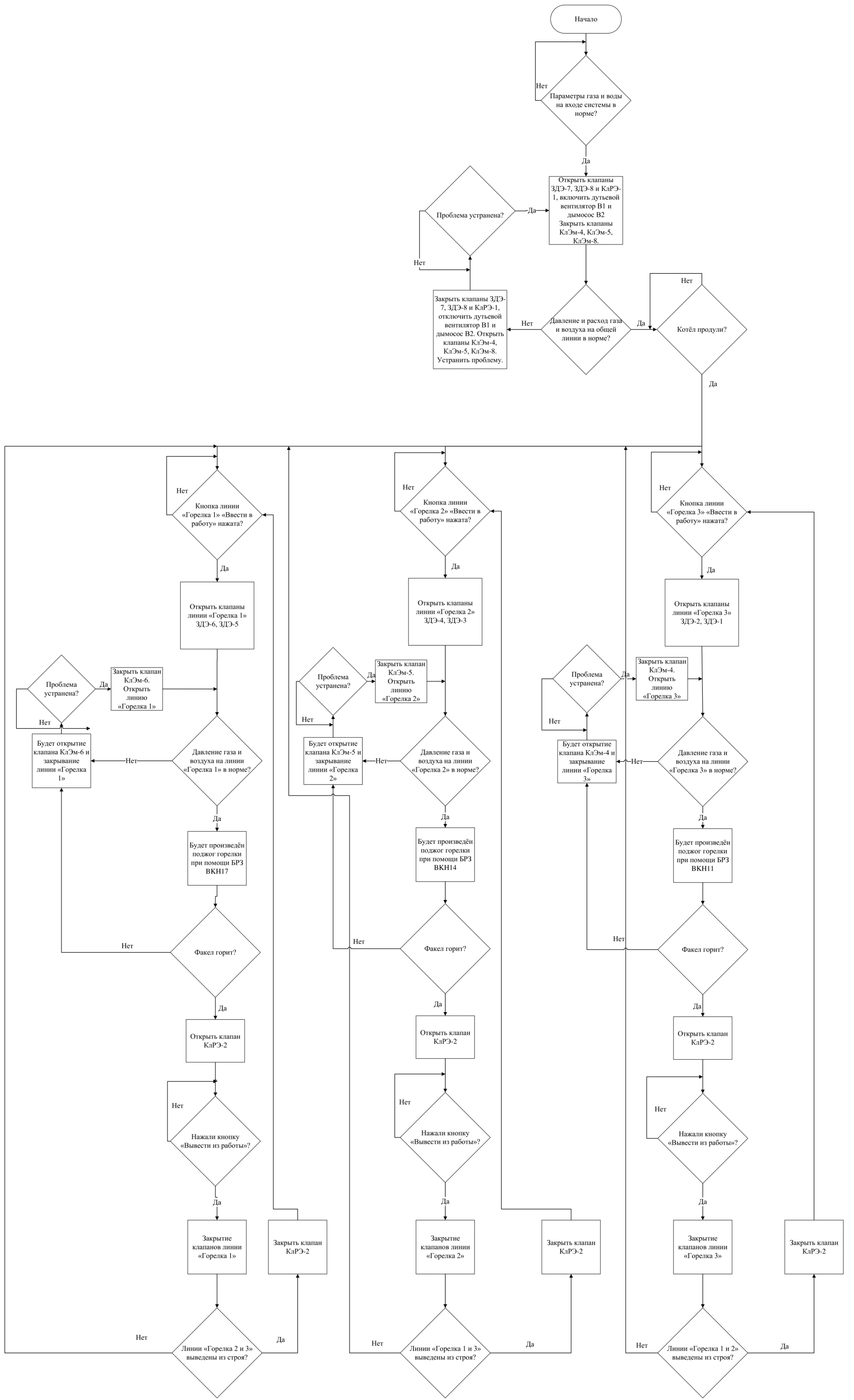
Приборы местные	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">(NH5) 2-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 5-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 9-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 10-2</div> <div style="text-align: center;">(NS) 11-3</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 12-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 12-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 12-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 15-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 16-2</div> <div style="text-align: center;">(NS) 17-3</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 18-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 22-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 23-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 26-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 29-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 31-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 30-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 32-1</div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">(NH5) 2-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 5-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 9-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 10-2</div> <div style="text-align: center;">(NS) 11-3</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 12-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 12-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 12-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 15-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 16-2</div> <div style="text-align: center;">(NS) 17-3</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 18-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 22-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 23-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 26-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 29-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 31-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 30-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 32-1</div> </div>	
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">(NH5) 2-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 5-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 9-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 10-2</div> <div style="text-align: center;">(NS) 11-3</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 12-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 12-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 12-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 15-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 16-2</div> <div style="text-align: center;">(NS) 17-3</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 18-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 22-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 23-2</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 26-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 29-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 31-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 30-1</div> <div style="text-align: center;">(NH5) 32-1</div> </div>

52	53	54	55	56
<b>ВКР.194011.150304.СХ</b>				
Исполнительный механизм с электрическим сигналом управления (электропривод, электромагнитный клапан и т.п.)			Функциональная схема автоматизации котла КВГМ-100	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Федоров М.А.			
Проб.	Теличенко Д.А.			
Т.контр.	Теличенко Д.А.			
Исполн.	Скрипка О.В.			
Этп.	Скрипка О.В.			
Лит	Масса	Масштаб		
4			1:1	
Лист	2	Листов	6	
АСУТП котла КВГМ-100			АМГУ зр. 04108	
Копировал				
Формат А1				



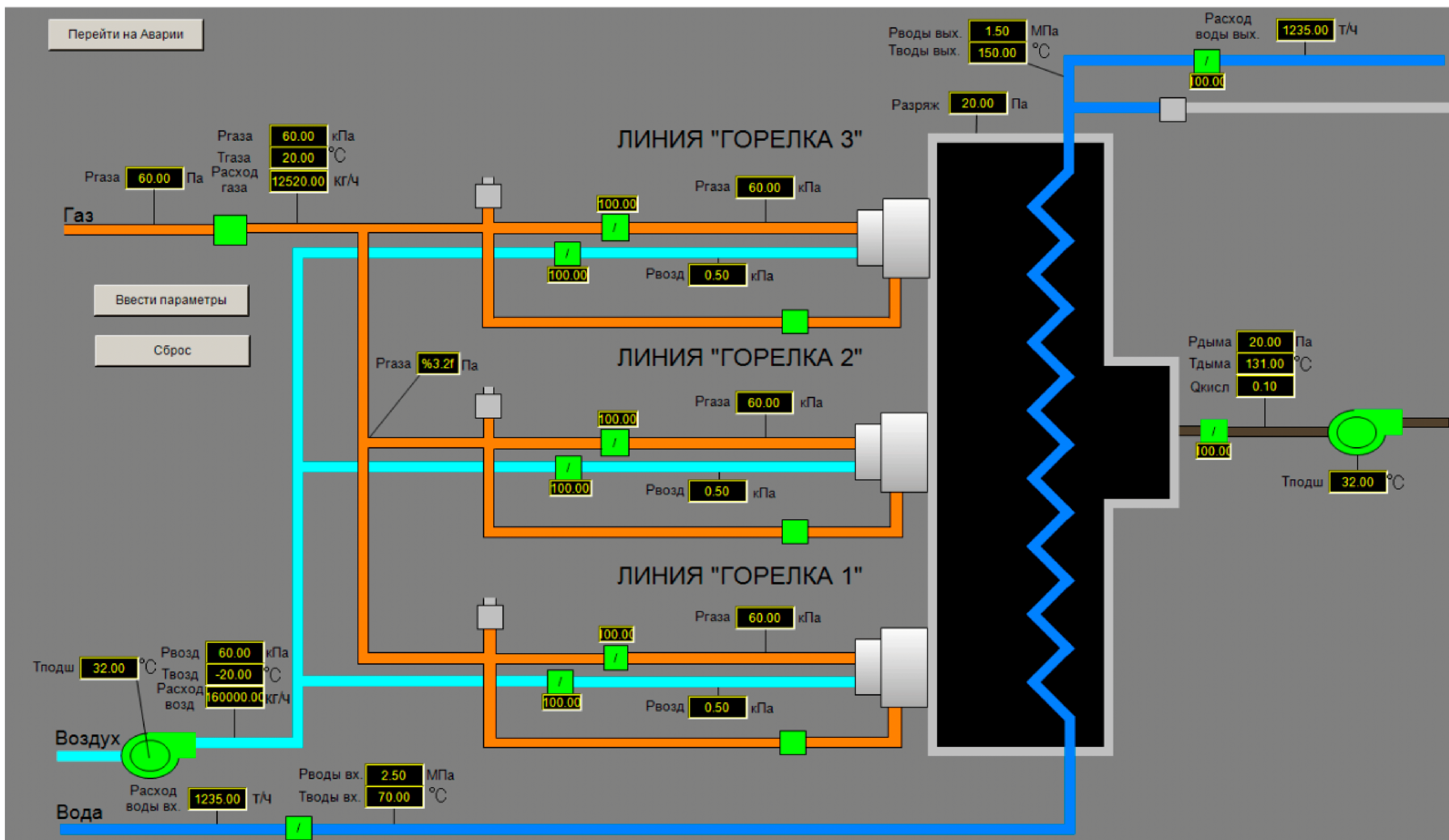
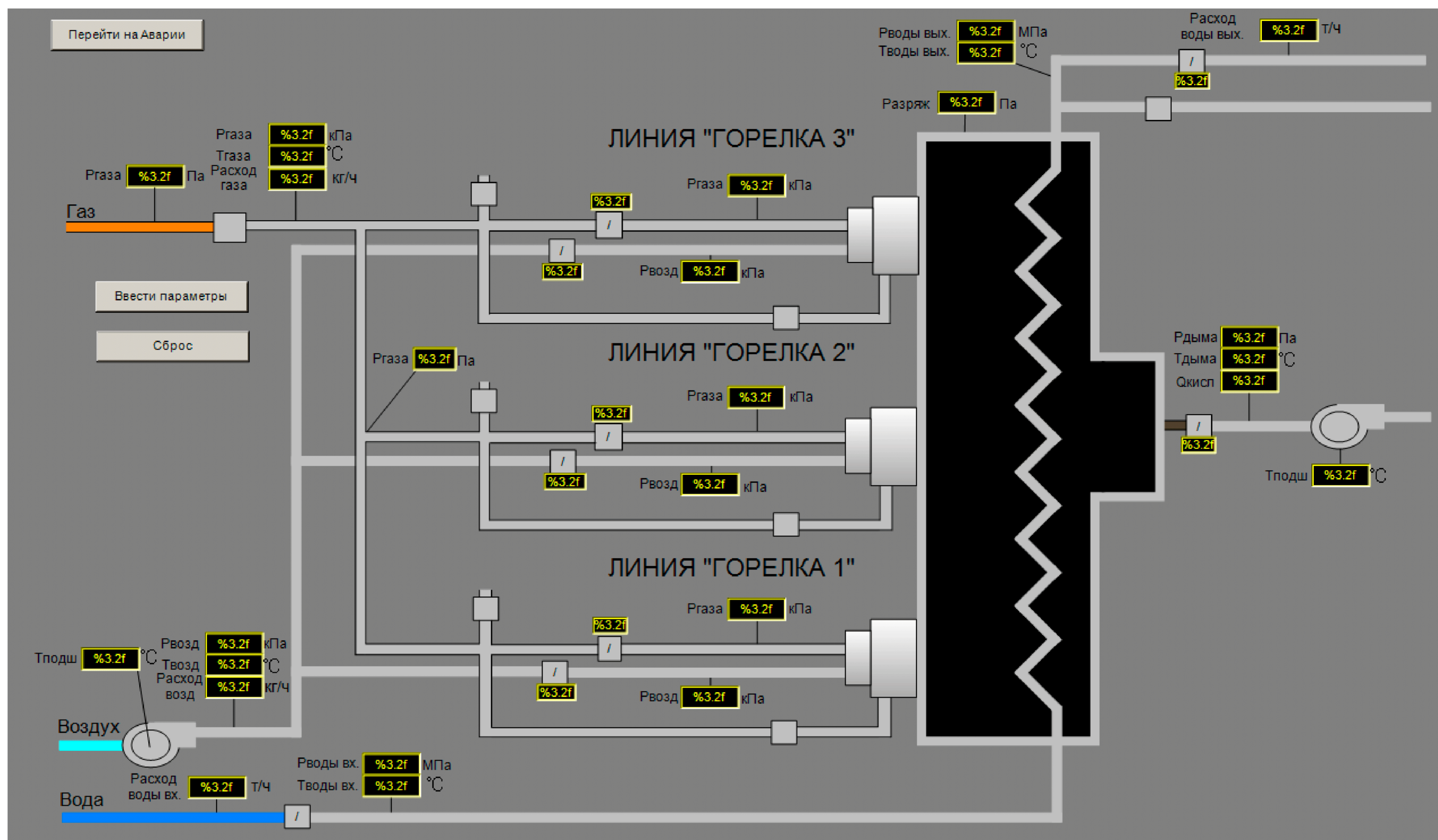
ВКР.194.011.150304.СХ				Лист	Масса	Масштаб
Полная принципиальная электрическая схема				у		1:1
АСУТП котла КВГМ-100				Лист 3	Листов 6	
Копировал				Формат А1		





ВКР.194.011.150304.СХ				Лит	Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ док.	Подп.	Дата	4	
Разраб.	Федоров М.А.	Телечко Д.А.	Скрипка О.В.	04.10.18	Лист 4 / Листов 6	
Проб.	Телечко Д.А.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.	04.10.18	АМГУ зр. 04.10.18	
Т.контр.	Телечко Д.А.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.	04.10.18	Формат А1	
Исполн.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.	04.10.18	Копировал	
Утв.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.	04.10.18	Формат А1	

Алгоритмическая схема  
АСУТП котла КВГМ-100



				ВКР.194.011.150304.0В		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лит.	Масса
Разраб.	Федоров М.А.				9	
Проб.	Телченко Д.А.				Лист 5	Листов 6
Т.контр.	Телченко Д.А.					
Н.контр.	Скрипка О.В.					
Этб.	Скрипка О.В.					
Визуализация окна "Котел"						
АСУТП котла КВГМ-100					АМГУ зр. 0410д	
Копировал					Формат А1	

Перейти на Котёл

Линия 1 Авария    Линия 2 Авария    Линия 3 Авария    Котел Авария    Утечка газа    Сброс Аварии

### Неисправность Клапанов

ЗДЭ-1 Неисправность    ЗДЭ-2 Неисправность    ЗДЭ-3 Неисправность    ЗДЭ-4 Неисправность    ЗДЭ-5 Неисправность    ЗДЭ-6 Неисправность  
 ЗДЭ-8 Неисправность    ЗДЭ-7 Неисправность    КлРЭ-1 Неисправность    КлРЭ-2 Неисправность    КлЭ-2 Неисправность    В1 и В2 Неисправность

### Давление Авария

Ргаза на входе Авария    Ргаза общее 1 Авария    Ргаза общее Авария 2    Ргаза линия 1 Авария    Ргаза линия 2 Авария    Ргаза линия 3 Авария  
 Рвозд общее Авария    Рвозд линия 1 Авария    Рвозд линия 2 Авария    Рвозд линия 3 Авария    Рвода на входе Авария    Рвода на выходе Авария  
 Разряжение Авария    Рдыма Авария

### Расход Авария

Расход газа Авария    Расход воздуха Авария    Расход воды на вх Авария    Расход воды на вых Авария

### Температура Авария

Тподш 1 Авария    Тподш 2 Авария    Тводы на выходе Авария

Перейти на Котёл

Линия 1 Авария    Линия 2 Авария    **Линия 3 Авария**    Котел Авария    Утечка газа    Сброс Аварии

### Неисправность ИМ

ЗДЭ-1 Неисправность    ЗДЭ-2 Неисправность    ЗДЭ-3 Неисправность    ЗДЭ-4 Неисправность    ЗДЭ-5 Неисправность    ЗДЭ-6 Неисправность  
 ЗДЭ-8 Неисправность    ЗДЭ-7 Неисправность    КлРЭ-1 Неисправность    КлРЭ-2 Неисправность    КлЭ-2 Неисправность    В1 и В2 Неисправность

### Давление Авария

Ргаза на входе Авария    Ргаза общее 1 Авария    Ргаза общее Авария 2    Ргаза линия 1 Авария    Ргаза линия 2 Авария    **Ргаза линия 3 Авария**  
 Рвозд общее Авария    Рвозд линия 1 Авария    Рвозд линия 2 Авария    Рвозд линия 3 Авария    Рвода на входе Авария    Рвода на выходе Авария  
 Разряжение Авария    Рдыма Авария

### Расход Авария

Расход газа Авария    Расход воздуха Авария    Расход воды на вх Авария    Расход воды на вых Авария

### Температура Авария

Тподш 1 Авария    Тподш 2 Авария    Тводы на выходе Авария

				ВКР.194.011.150304.0В			
Изм	Лист	№ док.	Подп	Дата	Лит	Масса	Масштаб
Разраб		Федоров М.А.			4		
Проб		Теличенко Д.А.					
Т.контр.		Теличенко Д.А.			Лист 6	Листов 6	
Исполн		Скрипко О.В.			АСУТП котла КВГМ-100		
Этап		Скрипко О.В.			АМГУ зр. 04.10.08		
				Копировал			
				Формат А1			