

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РОЗЖИГА ГОРЕЛОК КОТЛА
ТГМ-96

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профилю подготовки «Энергетика»
специализации «Компьютерные технологии автоматизации и управления»

Идентификационный номер ВКР: 517

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра информационных систем и технологий

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ

Заведующая кафедрой ИС

_____ Н. С. Толстова

« ____ » _____ 2017 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РОЗЖИГА ГОРЕЛОК
КОТЛА ТГМ-96

Исполнитель:

обучающийся группы ЗКТэ-402С

А. А. Киселев

Руководитель:

ассистент

М. Ю. Чернокутов

Нормоконтролер:

ст. преподаватель

Т. В. Рыжкова

Екатеринбург 2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 84 страницах, содержит 7 таблиц, 16 рисунков, 4 приложения, 33 источника информации.

Ключевые слова: АВТОМАТИЗАЦИЯ, СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РОЗЖИГА, АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ, АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ПАРОВОЙ КОТЕЛ.

Объект исследования – процесс розжига горелок на котле ТГМ-96.

Предмет исследования – система автоматического розжига горелок.

Цель – приведение системы управления котлоагрегата №8 в соответствие требованиям федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления» от 15 ноября 2013 года N 542.

В соответствии с поставленной целью в работе решены следующие задачи:

1. Рассмотрена нормативная документация для САРГ.
2. Подобраны технические средства для САРГ.
3. Разработаны схемы автоматизации горелок.
4. Разработаны алгоритмы ФГУ, подсистемы ТЗ и дистанционного управления.
5. Разработана инструкционная карта по работе с САРГ.

СОДЕРЖАНИЕ

Сокращенные наименования.....	5
Введение.....	7
1 Общие сведения об объекте автоматизации.....	9
1.1 Краткая характеристика предприятия	9
1.2 Анализ существующего оборудования.....	10
1.2.1 Описание процесса работы парового котла ТГМ-96	10
1.2.2 Краткая характеристика системы контроля и управления	14
2 Модернизированная система автоматического розжига газовых горелок ..	16
2.1 Назначение системы автоматического розжига горелок.....	16
2.2 Цели модернизации системы автоматического розжига горелок.....	16
2.3 Требования к системе автоматического розжига горелок.....	17
2.3.1 Общие требования к САРГ	17
2.3.2 Технологические защиты	19
2.3.3 Функционально-групповое управление.....	20
2.3.4 Требования к структуре и функционированию САРГ	20
2.3.5 Требования к режимам функционирования САРГ	22
2.3.6 Требования к надежности САРГ	23
2.3.7 Требования к безопасности САРГ	26
2.3.8 Требования к сохранности информации при авариях.....	26
2.3.9 Требования к средствам защиты от внешних воздействий	27
2.3.10 Требования к физическим каналам аналоговой информации.....	28
2.3.11 Требования к физическим каналам дискретной информации	28
2.3.13 Требования по электропитанию технических средств САРГ	28
2.4 Выбор технических средств автоматизации	29
2.4.1 Выбор контроллера.....	29
2.4.2 Выбор модулей ввода-вывода.....	30
2.4.3 Выбор датчиков и исполнительных механизмов	34

2.4.4	Выбор серверного оборудования	38
2.4.5	Выбор автоматизированного рабочего места	41
2.4.6	Выбор импульсного блока питания	45
2.4.7	Количество и стоимость технических средств автоматизации.....	46
3	Схема работы системы автоматического розжига газовых горелок	47
3.1	Технологические защиты САРГ	47
3.1.1	Общие требования к выполнению технологических защит.....	47
3.1.2	Перечень технологических защит	49
3.1.3	Технические условия на выполнение защит	49
3.1.4	Действия, выполняемые технологической защитой	52
3.2	Логическое управление	53
3.2.1	Общие принципы организации управления и алгоритмов ФГУ	53
3.2.2	Описание алгоритмов ФГУ.....	55
3.3	Дистанционное управление	68
3.3.1	Краткое описание алгоритмов управления ЗРА и МСН.....	68
3.3.2	Условия управления ЗРА и МСН.....	68
3.4	Методическая часть	71
	Заключение	75
	Список использованных источников	77
	Приложение А Лист задания.....	80
	Приложение Б Структурная схема ПТК САРГ	82
	Приложение В Общая схема автоматизации САРГ	83
	Приложение Г Схема автоматизации горелки.....	84

СОКРАЩЕННЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ

АРМ – автоматизированное рабочее место;

АСУТП – автоматизированная система управления технологическими процессами;

ГГ – газовая горелка;

ДВ – дутьевой вентилятор;

ДС – дымосос;

ДУ – дистанционное управление,

ЗЗУ – запально-защитное устройство;

ЗРА – запорно-регулирующая арматура;

КАО – клапан автоматический отсечной;

КТС – комплекс технических средств;

КФУ – контроллеры функциональных узлов;

МСН – механизмы собственных нужд;

МЩУ – местный щит управления;

НА – направляющий аппарат;

ОЩУ – объединенный щит управления;

ПЗК – предохранительно-запорный клапан;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ПТК – программно-технический комплекс;

РВП – регенеративный воздухоподогреватель;

РСУ – распределенная система управления;

РК – регулирующий клапан;

РТГ – регулятор подачи газа;

САРГ – система автоматического розжига горелок;

ТДМ – тягодутьевой механизм;

ТЭС – тепловая электростанция

ТЗ – технологическая защита;

УП – указатель положения;

УСО – устройство связи с объектом;

ФГ – функциональная группа;

ФГУ – функционально групповое управление;

ЭМК – электромагнитный клапан.

ВВЕДЕНИЕ

Среднеуральская ГРЭС находится в центре энергетических нагрузок Урала и представляет собой промышленное предприятие для выработки электрической и тепловой энергии. Для этих целей на станции установлены паровые турбины и котлы. «Сердцем» ТЭС являются котлы, которые при сжигании топлива, вырабатывают пар с высокой температурой и давлением. Далее пар используется для привода паровых турбин, различных теплообменников и для отопительных нужд. Для повышения качества вырабатываемого пара, а так же для уменьшения возникновения аварийных ситуаций все чаще применяются автоматизированные технологии.

Автоматизация технологического процесса – это совокупность методов и средств, предназначенная для реализации систем, позволяющих осуществлять управление производственным процессом без непосредственного участия человека, но под его контролем.

Автоматизация производственных процессов приводит к увеличению выпуска, снижению себестоимости и улучшению качества продукции, уменьшает численность обслуживающего персонала, повышает надежность и долговечность машин, улучшает условия труда и техники безопасности.

Автоматизация освобождает человека от необходимости непосредственного управления механизмами. В автоматизированном процессе производства роль человека сводится к наладке, регулировке, обслуживании средств автоматизации и наблюдению за их действием.

По уровню автоматизации теплоэнергетика занимает одно из ведущих мест среди других отраслей промышленности. Теплоэнергетические установки характеризуются непрерывностью протекающих в них процессов. При этом выработка тепловой и электрической энергии в любой момент времени должна соответствовать потреблению (нагрузке). Почти все операции на теплоэнергетических установках механизированы, а переходные процессы в них

развиваются сравнительно быстро. Этим объясняется высокое развитие автоматизации в тепловой энергетике.

На паровых котлах газовые горелки являются одним из важных элементов, требующие строгого соблюдения «Правил безопасности систем газораспределения и газопотребления». Внедрение САРГ позволит выполнить данные правила, обеспечив оперативный персонал своевременной, достоверной и достаточной информацией о ходе технологического процесса и состоянии основного оборудования, повысит надежность работы оборудования благодаря использованию передовых технологий контроля и управления, а так же уменьшит вероятность ошибочных действий персонала.

Объект исследования – процесс розжига горелок на котле ТГМ-96.

Предмет исследования – система автоматического розжига горелок.

Цель исследования – приведение системы управления котлоагрегата №8 в соответствие требованиям федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления» от 15 ноября 2013 года N 542.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Рассмотреть нормативную документацию для САРГ.
2. Подобрать технические средства для САРГ.
3. Разработать схемы автоматизации горелок.
4. Разработать алгоритмы ФГУ, подсистемы ТЗ и дистанционного управления.
5. Разработать инструкционную карту по работе с САРГ.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ АВТОМАТИЗАЦИИ

1.1 Краткая характеристика предприятия

Среднеуральская ГРЭС является филиалом ОАО «Энел Россия». Основные направления деятельности:

- производство электрической энергии. Установленная электрическая мощность 1181,5 МВт;
- производство тепловой энергии. Установленная тепловая мощность 1327 Гкал;
- производство химически очищенной воды для подпитки теплосети.

Производительность водоподготовки 5200 т/ч.

Используемые виды топлива:

- основное – газ.
- резервное – мазут.

В первую очередь входят котлы №. Паровые котлы ЛМЗ барабанного типа, с паропроизводительностью 180 т/ч и турбины № мощностью 50МВт.

На второй очереди находятся котлы №. Паровые котлы ТГМ-96 барабанного типа с естественной циркуляцией предназначены для получения пара высокого давления при сжигании природного газа и расчетом на следующие параметры:

- производительность – 480, т/ч;
- рабочее давление пара в барабане – 156, кгс/см²;
- температура – 560, °С;
- температура уходящих газов при работе на газе –130, °С.

Паровые турбины на второй очереди предназначены для выработки электроэнергии.

Третья очередь оснащена тремя котлоагрегатами типа ТГМП-114 и турбинами 300МВт.

Котельный агрегат прямоточного типа состоит из двух отдельных корпусов, в каждом из которых поверхность нагрева смонтирована по П-образной схеме. Рассчитан на следующие параметры:

- паропроизводительность одного корпуса котла – 475, т/ч;
- давление пара – 255, кгс/см²;
- температура – 545, °С.

Также на Среднеуральской ГРЭС в 2011 году была пущена новая парогазовая установка мощностью 410 МВт.

Четвертая очередь состоит из ПГУ-410 МВт которая включает:

- паровая турбина;
- газовая турбина;
- котел утилизатор;
- пункт подготовки газа.

В качестве основного и резервного топлива для ПГУ-410 используется природный газ, контроль качества которого и содержание вредных примесей контролируется согласно ГОСТ 5542-87 «Газы природные горючие».

Потребление газа ПГУ-410 составляет 90000 м³/ч.

Подача природного газа на существующую ГРС предусмотрена от двух независимых магистральных газопроводов.

1.2 Анализ существующего оборудования

1.2.1 Описание процесса работы парового котла ТГМ-96

Паровой котел это устройство, в котором химическая энергия сжигаемого топлива переходит в тепловую энергию пара. Рабочим телом в паровом котле является вода при избыточном давлении, которая превращается в пар заданных параметров. Далее пар используется для привода паровых турбин,

для различных теплообменников, а так же для отопительных нужд. Теплоносителем в котле является дымовые газы, образующиеся в процессе сгорания органического топлива.

ТГМ-96 имеет П-образный профиль, состоит из топки с горелками, системы водяных труб, барабана, пароперегревателя, парасборной камеры. Схема барабанного котла с естественной циркуляцией изображена на Рисунке 1.

Паровой котел ТГМ-96 с естественной циркуляцией предназначается для получения пара высокого давления при сжигании природного газа или мазута и рассчитан на следующие параметры:

- производительность – 480 т/час;
- рабочее давление, пара в барабане – 156 кгс/см^2 , на выходе из котла перед паровыми задвижками – 140 кгс/см ;
- температура пара – $560 \text{ }^\circ\text{C}$;
- температура уходящих газов при работе на газе – 130°C , при работе на мазуте – 140°C .

На котле смонтировано по фронту 3 яруса, по 2 горелки в каждом ярусе.

Топливный тракт. Котел ТГМ-96 – газомазутный. Основное топливо – газ, резервное – мазут. Конструкция горелочного устройства предусматривает раздельное сжигание газа и жидкого топлива. Горелка служит для получения горючей топливовоздушной смеси.

Воздушный тракт. Топливо и воздух являются необходимыми компонентами для организации процесса горения. Забор воздуха происходит в верхней части котельной установки с помощью дутьевого вентилятора. По отпускнутому воздуховоду он подается в калорифер, где происходит первичный подогрев до температуры $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Далее воздух поступает в регенеративный воздухоподогреватель (РВП), где происходит его нагрев за счет тепла отходящих дымовых газов до температуры $238 \text{ }^\circ\text{C}$, после по воздуховоду подается к горелкам.

Пароводяной тракт. Очищенная и специально подготовленная питательная вода, прошедшая деаэрацию и заранее подогретая в подогревателях низкого и высокого давления до температуры 232 °С, которая поступает из возвращаемого с производства конденсата, поступает на входной коллектор водяного экономайзера. В котором, за счет тепла отходящих из топки котла дымовых газов, нагревается до температуры 352 °С. Далее вода поступает в барабан котла.

Питательная вода, которая получается из возвращаемого с производства конденсата, а также очищенная и специально обработанная подпиточная вода, прошедшая деаэрацию и заранее подогретая в подогревателях низкого и высокого давления до температуры 232 °С, поступает на входной коллектор водяного экономайзера. Здесь вода нагревается за счет тепла отходящих из топки котла дымовых газов до 352 °С. Далее вода поступает в барабан котла.

Барабан заполнен более чем на половину водой. Из барабана вода, пройдя настенный пароперегреватель, поступает в нижние коллекторы (в нижних углах топки). Затем, когда вода поднимается, происходит ее вскипание и образование водяного пара. Пар собирается в верхней части барабана (сухой насыщенный пар). Потоки пара условно называются «левым» и «правым» соответственно стороне выхода пара из котла, если смотреть с фронта. Оба потока проходят все части пароперегревателя. Переход от одной части к другой осуществляется через пароперепускные трубы из выходного коллектора предыдущей во входной коллектор последующей части. Движение пара по перегревателю следующее: Правый поток пара подводится по шести пароперепускным трубам из левой части барабана котла в левые панели радиационного настенного пароперегревателя и поступает в левый выходной коллектор радиационного настенного пароперегревателя. Далее поток направляется в левую панель потолочного пароперегревателя и движется в направлении от фронта к задней стенке котла.

После потолочного пароперегревателя пар по перепускным трубам направляется в камеру первого пароохладителя. Пройдя его, пар перебрасывается по коллектору на правую сторону котла и далее – в семь крайних правых ширм, по которым движется от задней стенки к фронту котла. Из крайних ширм поток пара направляется во второй пароохладитель. Далее пар перебрасывается на левую сторону котла по коллектору, из него – в восемь средних левых ширм, по которым движется от фронта котла к задней стенке котла. Из выходного коллектора левых средних ширм ширмового пароперегревателя пар по перепускным трубам подводится к верхнему правому пакету конвективного пароперегревателя, затем – в третий пароохладитель. После пароохладителя, прямоточно проходя нижний пакет конвективного пароперегревателя, пар через главную паровую задвижку выходит из котла с давлением, равным 155 кгс/см² и температурой 560 °С и направляется в главную паровую магистраль. Аналогична схема движения левого потока.

Газовый тракт. Топливоздушная смесь сжигается в топке, образуя дымовые газы ($t=1180$ °С). За счет лучистого теплообмена дымовые газы передают свою теплоту ширмам пароперегревателя. Пройдя поворотную камеру с температурой 1036 °С поступают в конвективный пароперегреватель. В опускной шахте дымовые газы отдают тепло водяному экономайзеру и уходят оттуда с температурой 315 °С. Пройдя воздухоподогреватель и оставив там часть тепла, дымовые газы с температурой 130 °С и 176 °С для газа и мазута соответственно идут в бороф, а затем через дымовую трубу выбрасываются в атмосферу. Движение газов от топки до дымовой трубы осуществляется с помощью дымососа.

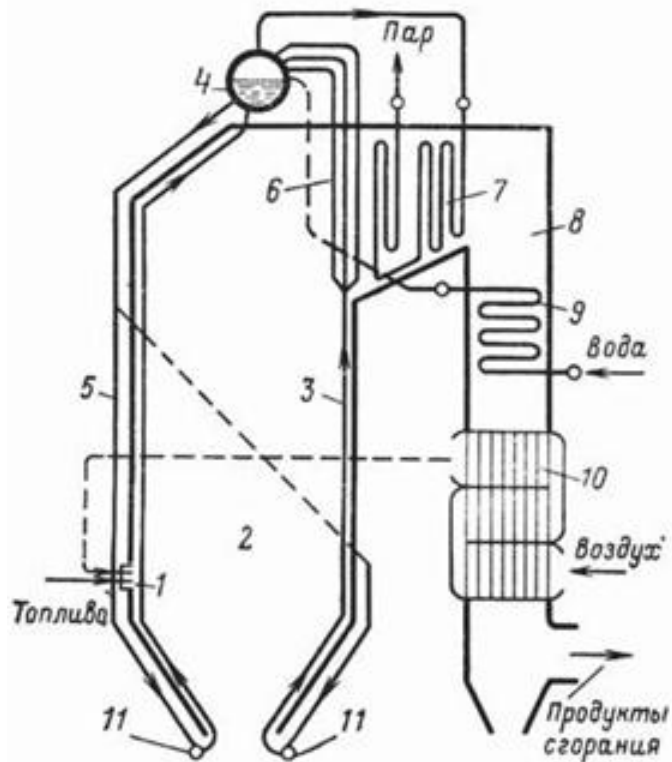


Рисунок 1 – Схема барабанного котла с естественной циркуляцией

1 – горелки; 2 – топочная камера; 3 – топочный экран; 4 – барабан; 5 – опускные трубы; 6 – флестон; 7 – пароперегреватель; 8 – конвективный газоход; 9 – экономайзер; 10 – трубчатый воздухоподогреватель; 11 – нижние коллекторы топочных экранов.

1.2.2 Краткая характеристика системы контроля и управления

Технологические защиты оборудования выполнены на схемах релейной автоматики. Автоматическое регулирование выполнено на регуляторах РП-4, РП-4У и микропроцессорных регуляторах серии «Протар».

Управление запорной электрифицированной арматурой производится ключами управления с ОЦУ котлов № 8-11 через сборки РТЗО. В качестве показывающих и регистрирующих приборов используются ВМД, КСУ, РП-160, А-682.

Для измерения температуры используются датчики ТСМ-50М (ГОСТ 6651-2009).

ЗЗУ горелок выполнено на базе запальных устройств типа ЗСУ-ПИ-60 и сигнализатора горения типа ЛУЧ-КЭ. Факел горелки контролируется приборами типа ФДСА-3М.

На рисунке 2 изображена структурная схема газопровода с исполнительными механизмами. Данная схема не удовлетворяют требованиям федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления» от 15 ноября 2013 года N 542. Нарушаемые требования данной схемы:

- отсутствуют блокировки взрывобезопасности;
- запорная арматура ГГ-1 и ГГ-2 закрывается более 1 секунды (примерное время закрытия 10 секунд);
- запорная арматура ГГ-1 и ГГ-2 не обеспечивают закрытие при пропадании электроэнергии.

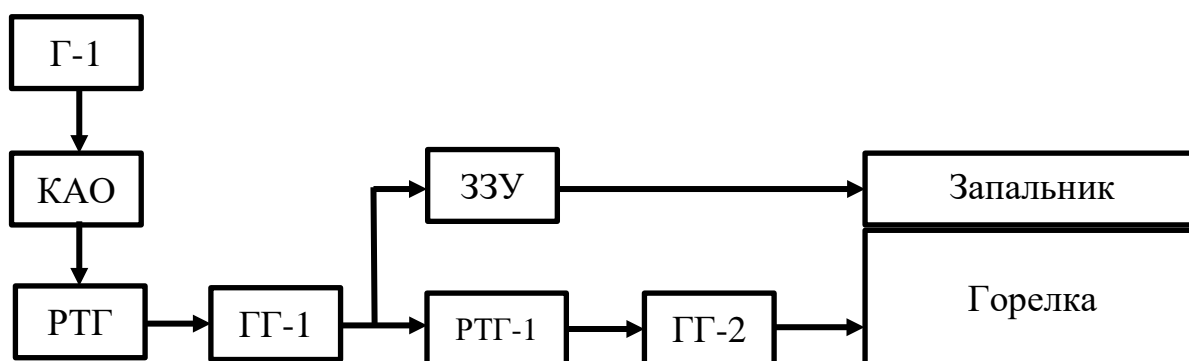


Рисунок 2 – Структурная схема модернизируемого оборудования

2 МОДЕРНИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РОЗЖИГА ГАЗОВЫХ ГОРЕЛОК

2.1 Назначение системы автоматического розжига горелок

Система САРГ модернизируется с целью приведения котлоагрегата №8 и его системы управления в соответствие требованиям федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления» от 15 ноября 2013 года N 542.

2.2 Цели модернизации системы автоматического розжига горелок

Основными целями модернизации системы САРГ в части управления оборудованием газоснабжения котла являются:

- обеспечение жесткого соблюдения технологии розжига, сокращение или исключение ручных операций, предотвращение ошибок оперативно-го персонала при выполнении операций по пуску котла;
- обеспечение дистанционного, автоматического, логического управления и автоматического регулирования технологических процессов;
- обеспечение сигнализации положения и состояния управляемого оборудования;
- обеспечение персонала достоверной и своевременной информацией о ходе технологических процессов, включая аварийную и предупредительную сигнализацию, и состоянии оборудования для ведения оперативного управления;
- повышение точности измерения параметров и обеспечение автоматизации их обработки;

- повышение быстродействия, надёжности и качества управления за счёт внедрения интеллектуальных программируемых логических контроллеров;
- замена морально устаревшего или выработавшего свой ресурс оборудования полевого уровня на современное оборудование.

2.3 Требования к системе автоматического розжига горелок

2.3.1 Общие требования к САРГ

Модернизируемая система должна соответствовать ГОСТ 24.104-85 ЕСС АСУ «Автоматизированные системы управления. Общие требования».

Система САРГ должна обеспечивать непрерывный автоматизированный контроль и управление (в том числе по заданным алгоритмам) всем оборудованием, входящим в данную систему, информационные функции в объёме существующей информационно-измерительной системы.

Управление рабочим оборудованием САРГ осуществляется с автоматизированных рабочих мест (АРМ) расположенных на объединенном щите управления котлов 2 очереди (ОЩУ). Внесение изменений в программное обеспечение в процессе эксплуатации должно осуществляться с АРМ инженера АСУТП.

Для сбора сигналов и управления технологическим оборудованием должны быть предусмотрены станции сбора сигналов, которые будут размещены в контроллерных шкафах, располагающихся на ОЩУ, а также в релейном помещении.

Для исключения аварийной ситуации связанной с отказом программируемых логических контроллеров, должны быть предусмотрены резервированные ПЛК, работающие по принципу горячего резерва с безударным автоматическим переключением.

Верхний уровень ПТК, включая контроллер и программное обеспечение, должны образовывать единый комплекс, выполненный на базе ПТК Siemens. По возможности, в САРГ должны использоваться однотипные модули ввода-вывода сигналов с одинаковыми методами тестирования и диагностики отказов с целью максимального облегчения наладки, обслуживания и обучения персонала.

Система должна работать в режиме реального времени и обеспечивать эффективное управление оборудованием во всех эксплуатационных режимах.

Поставляемое для САРГ оборудование ПТК должно иметь все необходимые сертификаты и быть внесено в государственный реестр средств измерения Госстандарта России (для средств измерений).

Контрольно-измерительные приборы и сопутствующее оборудование должны выбираться, по возможности, из линейки одного производителя.

Все предлагаемые к поставке электронные устройства КИП должны быть выполнены с учётом устойчивости к помехам в соответствии с требованиями российских и международных стандартов: ГОСТ Р 50008-92, ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 1000-4-8-93), ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93), ГОСТ Р 50839-95, ГОСТ Р 51317.4.4-99 (МЭК 61000-4-4-95), ГОСТ Р 51317.4.11-99 (МЭК 61000-4-11-94), ГОСТ Р 51318.22-99 (СИСПР 22-97).

Разработанная проектная документация на САРГ должна учитывать следующие основные требования:

- выполнение федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления» от 15 ноября 2013 года N 542;
- автоматизацию процесса розжига горелок котлоагрегата №8;
- модернизацию КИП и А;
- выполнение схемы технологических защит и блокировок по взрывобезопасности, согласно РД 153-34.1-35.108-2001.

2.3.2 Технологические защиты

САРГ должна включать в себя следующие защиты, действующие на останов котла:

- погасание общего факела в топке;
- отключение всех дымососов;
- отключение всех дутьевых вентиляторов;
- отключение всех регенеративных воздухоподогревателей;
- понижение давления газа.

Защиты, действующие на снижение нагрузки котла до 50% номинальной:

- отключение одного из двух дымососов;
- отключение одного из двух дутьевых вентиляторов;
- отключение одного из двух регенеративных воздухоподогревателей.

Блокировки:

- запрет подачи топлива к котлу при незакрытии хотя бы одного устройства с электроприводом на линии подвода этого топлива перед любой горелкой;
- запрет розжига горелок при растопке котла без вентиляции топки;
- прекращение и запрет подачи топлива в горелку в случае полного закрытия шиберов на линии подвода воздуха к этой горелке;
- запрет подачи топлива в горелку при отсутствии факела запального устройства этой горелки;
- запрет подачи топлива в горелку при наличии ложного сигнала от датчика факела горелки;
- запрет открытия второго запорного устройства по ходу топлива перед горелкой при неоткрытом первом;

- блокировки запорного устройства на трубопроводе безопасности газовой горелки.

2.3.3 Функционально-групповое управление

В рамках реализации САРГ предусматривается разработка следующих программ ФГУ:

- проверка плотности арматуры газовой горелки газом;
- розжиг газовой горелки;
- отключение газовой горелки;
- формирование условий признака начала и окончания вентиляции топки.

2.3.4 Требования к структуре и функционированию САРГ

По функциональным признакам структура САРГ подразделяется на следующие категории:

1) Распределённая система управления (PCY), предназначенная для контроля и управления технологическим процессом, совместно с оперативным персоналом, в режиме реального времени и предоставления информации в виде технологических данных, трендов, мнемосхем на АРМы Системы.

2) Система технологических защит и блокировок, предназначенная для предотвращения аварийных ситуаций, и автоматического перевода технологического процесса в безопасное состояние при возникновении аварийных ситуаций. Распределённая система управления и система технологических защит и блокировок, базируются на едином резервированном программируемом логическом контроллере и станциях распределённого ввода-вывода.

3) Периферийное оборудование, объединяющее датчики, исполнительные механизмы, а также электрические и другие приводы, установленные непосредственно на технологическом оборудовании.

ПТК САРГ условно разделена на три подсистемы:

- нижнего уровня;
- среднего уровня;
- верхнего уровня.

Назначение подсистемы нижнего уровня – полевые устройства для контроля и управления тепломеханическим оборудованием и частично электротехническим оборудованием с реализацией управления, блокировок.

Назначение подсистемы среднего уровня – сбор и преобразование информации от подсистемы нижнего уровня, реализация функций дистанционного управления, технологических защит и блокировок, автоматического регулирования, функционально-группового управления, связи с подсистемой верхнего уровня. Подсистему среднего уровня образуют контроллеры, осуществляющие управление функциональными технологическими узлами.

Назначение подсистемы верхнего уровня – реализация функций информационно-вычислительных (включая интерфейс оператора), сервисных (обеспечивающих работоспособность системы), связи с подсистемой среднего и нижнего уровня. В подсистему верхнего уровня входит архивная станция, АРМ инженера АСУТП, сетевое оборудование, система единого времени и АРМы оперативного персонала, на которых реализуются функции интерфейса оперативного и обслуживающего персонала.

Система должна быть ориентирована на работу в режиме реального времени, и быть предсказуемой, то есть обеспечивать выполнение всех функций с заданной периодичностью и точно в назначенный срок.

Должна быть обеспечена надёжная защита ПТК САРГ:

- от несанкционированного доступа;
- от разрушения или останова работы программного обеспечения в результате некорректных действий оператора технологического процесса;

- от проникновения в Систему вредоносного программного обеспечения.

Должна быть обеспечена возможность полного исключения использования АРМа оператора в качестве персонального компьютера для непроизводственных целей, выходящих за рамки инструкции оператора.

Для удобства восприятия информации и выработки соответствующих стереотипов у оператора, вся технологическая информация должна быть организована иерархически, воспроизводя организационную структуру производства в естественной для технологического персонала форме.

Система должна иметь возможность оперативного конфигурирования прикладного программного обеспечения без нарушения работоспособности Системы. При этом система фиксации изменений программного обеспечения и загрузки его в контроллер должна иметь защиту от случайных действий запросом подтверждения изменений.

Конфигурирование и настройка Системы под конкретный объект управления должна производиться обученными работе с Системой специалистами.

Контроллерное оборудование ПТК должно быть резервировано. При выходе из строя одного из дублированных контроллеров должен происходить автоматический переход на контроллер с регистрацией и выдачей соответствующего сообщения.

Подсистема технологических защит должна иметь унифицированные резервированные каналы ввода-вывода для обеспечения надежности системы.

2.3.5 Требования к режимам функционирования САРГ

САРГ должна обеспечить управление оборудованием и технологическим процессом в ситуациях:

- обесточивание ввода питания. Для обеспечения надёжной работы и безотказности системы в ситуации обесточивания ввода питания, электропитание ПТК САРГ должно происходить от источника бесперебойного питания, рассчитанного на время работы не менее 30 минут;
- проведение регламентных работ на АРМах оперативного и эксплуатационного персонала.

ПТК САРГ должен обеспечивать модификацию и настройку прикладного программного обеспечения без перевода системы в режим останова.

При корректировке, модификации или замене конкретной функции в программном обеспечении контроллера, остальные функции, реализованные в контроллере должны продолжать исполняться. При этом система фиксации изменений программного обеспечения и загрузки его в контроллер должна иметь защиту от случайных действий с запросом подтверждения изменений.

ПТК САРГ должна имеет модульную структуру и развитое системное программное обеспечение, обеспечивающее выполнение всех предусмотренных задач и возможность расширения системы. Возможна модернизация и расширение системы САРГ за счёт предусмотренного 20% резерва входных и выходных дискретных и аналоговых каналов.

2.3.6 Требования к надёжности САРГ

Надёжность автоматизированной системы управления должна быть обеспечена выбором и разработкой совокупности технических и программных средств и регламентом их обслуживания.

Требования к показателям надёжности устанавливаются в соответствии с ГОСТ 4.148-85, ГОСТ 24.701-86 и ГОСТ 27.003-90 и РД 153-34.1-35.127-2002 с учётом сложившейся отечественной практики нормирования показателей надёжности для разрабатываемых и внедряемых АСУ. Программно-технический комплекс должен создаваться как восстанавливаемая и ремонтнопригодная система, рассчитанная на длительное функционирование. Тре-

бования к показателям надёжности технических средств ПТК и САРГ в целом выбираются из условия, что суммарный коэффициент недоиспользования мощности и установленной мощности электростанции из-за отказов САРГ не должен превышать 1%. Периодичность и продолжительность остановов ПТК должны регламентироваться графиком ремонтов энергооборудования.

Показателями аппаратной надёжности являются средняя наработка на отказ и ложное срабатывание, а также средняя продолжительность восстановления работоспособности устройств.

Для повышения надёжности системы должны применяться следующие способы:

- использование современного высококачественного оборудования;
- применение отказоустойчивых структур;
- диагностика технических средств и программного обеспечения;
- хранение наиболее важной информации и программ в энергонезависимом запоминающем устройстве;
- гальваническое разделение каналов, модулей, шин и т.п.;
- технические средства должны обладать высокой помехозащищённостью от различных внешних воздействий;
- защита данных и программного обеспечения от несанкционированного вмешательства;
- обеспечение запасными частями в течение гарантийного срока эксплуатации оборудования;
- надёжность устройства ПТК, используемых в реализации функций технологических защит и защитных блокировок, должна соответствовать РД 153-34.1-35.137-00.

Показателями аппаратной надёжности программно-технического комплекса в целом принимаются:

- коэффициент готовности системы, то есть вероятность того, что ПТК окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме

планируемых периодов профилактического и капитального ремонтов, должен составлять не менее 0,98;

- показатель суммарного потока повреждений АСУ, требующих привлечения ремонтного персонала.

При отказе ПТК не должно быть ложных управляющих воздействий. ПТК должен быть устойчив к отказам входных дискретных и аналоговых сигналов (обрыв линий, неисправность датчика), приводящих к непрерывной генерации событий, при этом не должно быть «зависаний» программного обеспечения ПТК.

Требования к быстродействию САРГ должны соответствовать следующим значениям:

Таблица 1 – Требования к быстродействию восстановления САРГ

№	Подсистема, формулировка отказа	Средняя продолжительность восстановления
1	Отказ аналоговых/дискретных модулей	Не более 1 часа
2	Невозможность обмена данными между любым из контроллеров и устройствами верхнего уровня (сервер, операторские и другие станции ПТК)	Не более 1 часа
3	Отказ предупредительной или аварийной сигнализации:	Не более 1 часа
4	Отказ контура/контуров автоматического регулирования	Не более 1 часа
5	Ложное срабатывание контура автоматического регулирования	Не более 0,5 часа
6	Отказ логической программы/программного управления	Не более 1 часа
7	Ложное срабатывание логической программы/программного управления	Не более 0,5 часа
8	Невозможность вызова видеокадра/видеокадров	Не более 1 часа
9	Ложное срабатывание канала при дистанционном управлении	Не более 0,5 часа
10	Отказ регистраций аварийных ситуаций	Не более 1 часа
11	Отказ функции выполнения расчетных функций	Не более 4 часов

2.3.7 Требования к безопасности САРГ

По безопасности программно-технический комплекс должен соответствовать требованиям раздела 2 ГОСТ 24.104-85 «Автоматизированные системы управления. Общие требования».

Технические средства программно-технического комплекса по требованиям защиты человека от поражений электрическим током должны соответствовать классу 1 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

В части обеспечения требований по защитному заземлению аппаратура должна соответствовать ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.1.030-81.

Возле внешних элементов заземления (болт, винт, шпилька) должен наноситься знак заземления. Размеры знака, способ его нанесения должны соответствовать ГОСТ 21130-75.

Технические средства программно-технического комплекса при их монтаже, наладке, обслуживании и ремонте должны соответствовать:

- общим требованиям безопасности согласно ГОСТ 12.2.003-91 и ГОСТ 12.3.002-75;
- в части электробезопасности ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.2.007.0-75;
- в части пожаробезопасности РД 153-34.0-49.101-2003;
- в части создаваемых при работе шумов – ГОСТ 12.1.003-83, ГОСТ 12.1.023-80, ГОСТ 27201-87;
- в части взрывобезопасности – ГОСТ 12.1.010-76.

2.3.8 Требования к сохранности информации при авариях

ПТК САРГ должна обеспечивать сохранность и автоматическое восстановление информации при:

- перезапусках системы;
- единичных отказах операторской станции;

- в случае перерывов в электроснабжении.

На жёсткие магнитные диски операторской станции должна сохраняться архивная информация для восстановления.

Контроллеры САРГ должны быть укомплектованы энергонезависимой памятью или батареями питания, позволяющими сохранять пользовательские программы при полной потере питания.

Для сохранения и восстановления архивной информации должна быть предусмотрена возможность записи на оптические носители информации (CD, DVD).

2.3.9 Требования к средствам защиты от внешних воздействий

Шкафы с аппаратурой программно-технического комплекса, размещаемой вне постоянно обслуживаемых персоналом помещениях, должны обеспечивать степень защиты не ниже IP54 по ГОСТ 14254-80.

Аппаратура программно-технического комплекса может иметь исполнение IP20 при размещении её в постоянно обслуживаемых персоналом помещениях, обеспечивающих необходимые для такой аппаратуры условия эксплуатации.

Для САРГ должно быть выполнено рабочее заземление, удовлетворяющее следующим требованиям:

- в местах компактного размещения оборудования программно-технического комплекса должны быть организованы специальные магистрали (шины) рабочего заземления ПТК;
- микропроцессорные устройства нижнего уровня САРГ должны заземляться на шины рабочего заземления программно-технического комплекса;
- экраны кодовых линий связи, кабелей ввода аналоговых и дискретных сигналов должны быть изолированными и экран каждого кабеля должен

на одном конце соединяться изолированной перемычкой с шиной рабочего заземления программно-технического комплекса;

- к шинам рабочего заземления программно-технического комплекса не должны подключаться заземляющие провода и шины устройств, не входящие в состав ПТК.

2.3.10 Требования к физическим каналам аналоговой информации

САРГ для ввода аналоговых сигналов должна воспринимать унифицированные токовые сигналы по ГОСТ 26.011-80.

В устройствах ввода аналоговых сигналов должна быть предусмотрена диагностика неисправностей измерительных цепей и датчиков:

- контроль обрыва цепи каналов измерения аналоговых параметров;
- контроль выхода унифицированного сигнала из диапазона.

2.3.11 Требования к физическим каналам дискретной информации

УСО ввода дискретной информации должны воспринимать сигналы от концевых выключателей электрифицированной арматуры, блок контактов контакторов механизмов, дискретных датчиков и так далее.

Должен быть обеспечен приём дискретной информации на напряжениях 24VDC и 230VAC с возможностью питания цепей 24VDC со стороны ПТК, а также выдача дискретной информации на напряжениях 24VDC и 230VAC с питанием цепей от внешних, по отношению к ПТК, источников.

2.3.13 Требования по электропитанию технических средств САРГ

Основным первичным источником электропитания программно-технического комплекса должна быть трёхфазная сеть 380В, 50 Гц.

САРГ должна быть запитана напряжением $220\text{В}\pm 10\%$ 50Гц. Бесперебойное питание должно быть обеспечено с помощью источника бесперебойного питания.

Аккумуляторная батарея источников бесперебойного питания должна обеспечивать питание шкафов САРГ не менее 30 мин.

Электропитание блоков питания датчиков аналоговых сигналов АСУТП, должно осуществляться от независимых блоков питания в составе программно-технического комплекса.

2.4 Выбор технических средств автоматизации

2.4.1 Выбор контроллера

Предполагается выполнить ПТК на базе Siemens. Так как на СУГРЭС уже используются данные контроллеры и модули. Которые в реальных эксплуатационных условиях подтвердили свою надежность и качество. Так же уже имеется производственный резерв данного типа оборудования.

SIMATIC S7-300 программируемый SIEMENS контроллер стандартного исполнения для эксплуатации в нормальных промышленных условиях для решения задач автоматизации различной степени сложности.

Широкий спектр модулей SIEMENS контроллера для максимальной адаптации аппаратуры к решению любой задачи. Высокая гибкость, возможность использования систем распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности. Удобная конструкция, простота монтажа, работа с естественным охлаждением. Простота расширения системы в ходе модернизации объекта. Высокая производительность контроллера SIEMENS благодаря наличию большого количества встроенных функций.

Степень защиты IP 20 в соответствии с IEC 529.

Диапазон рабочих температур при горизонтальной установке 0 – 600°C, при вертикальной установке 0 – 400°C (-25 – 400°C – Outdoor).

Относительная влажность 5 – 95%, без конденсата (RH уровень сложности 2 в соответствии с IEC 1131–2).

Атмосферное давление 795 – 1080 ГПа.

Изоляция цепи = 24 В – испытательное напряжение = 500 В.

Изоляция цепи ~ 230 В – испытательное напряжение ~ 1460 В.



Рисунок 3 – Программируемый логический контроллер SIMATIC S7-300

2.4.2 Выбор модулей ввода-вывода

Модули входов-выходов или сигнальные модули (SM) используются для обработки входных сигналов от датчиков и выдачи управляющих сигналов на исполнительные механизмы. SM модули выпускаются в корпусах из пластика, на передней части которых располагаются светодиоды, отображающие работу входов-выходов и состояние самого модуля. Каждый SM имеет защитную дверцу – задвижку, которая закрывает клеммы и предотвращают случайное прикосновение к ним. На внутренней стороне задвижки находится схема соединения модуля с внешними слаботочными цепями.

Данные сигнальные модули можно использовать со всеми разновидностями ПЛК серии S7-300.

Монтаж модулей происходит на специальную профильную шину S7-300 в следующем порядке – на нулевое место ставится блок питания, на первое – центральный процессор, дальше в произвольном порядке ставятся модули SM, не больше восьми на одну шину. Возможно расширение количества модулей SM до 32-х с помощью добавления трех профильных шин. Подключение к внутренней шине происходит через специальные соединители, идущими в комплекте с модулями.

Благодаря съемным клеммам, облегчается подключение и замена цепей. Достаточно вытащить только соединитель, перекоммутировать его и вставить обратно в гнездо модуля.

Модули дискретных входов серии 16DI SM321 предназначены для приема входных бинарных сигналов, как правило, от датчиков и их последующей обработки.

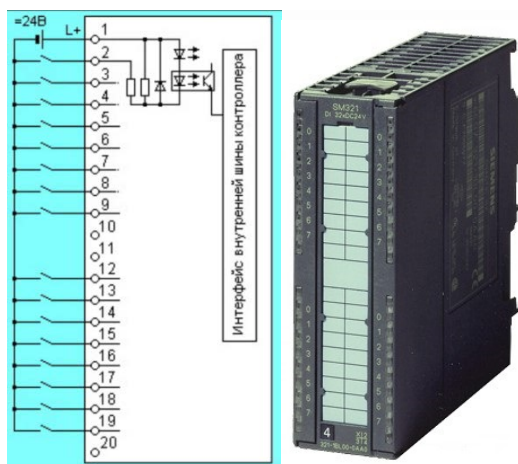


Рисунок 4 – Модуль дискретных входов 16DI SM321

Модули дискретных выходов 16DO SM322 предназначены для подачи управляющих бинарных сигналов на исполнительные механизмы или промежуточные реле.

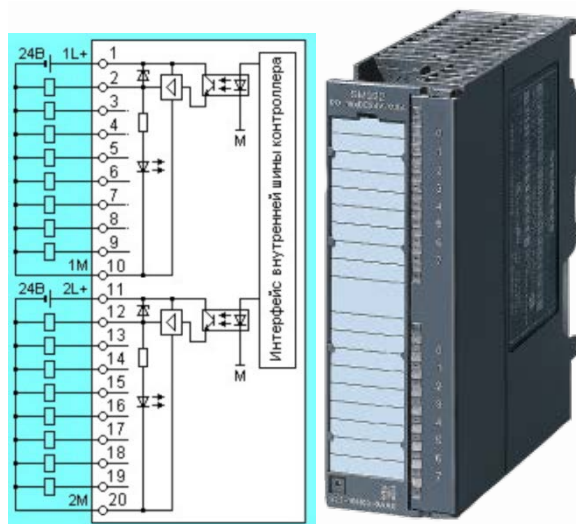


Рисунок 5 – Модуль дискретных выходов 16DO SM322

Модули аналоговых входов SM331 принимают сигналы от аналоговых датчиков и преобразовывают их в цифровые величины, которые затем обрабатываются центральным процессором. К входам может подключаться пассивные датчики – термодпары, термосопротивления и активные датчики с выходными электрическими сигналами в виде напряжения или тока. Модули AI SM 331 имеют настраиваемые входа – могут обрабатывать токовый сигнал, сигнал по напряжению или термодпару.



Рисунок 6 – Модуль аналоговых входов AI SM331

Разрешающая способность аналоговых SM 9 – 14 бит. От разрешения зависит и время обработки сигнала. Чем больше разрешение, тем больше время. Модули могут проводить самодиагностику и выдавать данные о своем состоянии на центральный процессор.

Модули аналоговых выходов SM332 используются для выдачи аналогового управляющего сигнала в виде тока или напряжения на исполнительные механизмы.



Рисунок 7 – Модуль аналоговых выходов АО SM332

Модули выпускаются в пластиковых корпусах. На фронтальной панели имеются:

- зеленые светодиоды – один на каждый вход или выход; отражают, соответственно, состояние входа или выхода;
- красный светодиод – отображает различные ошибки модуля, мигая с разной частотой;
- разъем, в который устанавливается соединитель;
- отделение в крышке, в которое можно установить этикетку с перечнем внешних цепей.

2.4.3 Выбор датчиков и исполнительных механизмов

На Среднеуральской ГРЭС уже используются данные датчики и ИМ, которые в реальных эксплуатационных условиях подтвердили свою надежность и качество. Так же уже имеется производственный резерв данного типа оборудования.

1. Датчик давления Метран-150.

Датчики давления серии Метран-150 предназначены для непрерывного преобразования в унифицированный токовый выходной сигнал и цифровой сигнал в стандарте протокола HART входных измеряемых величин:

- избыточного давления;
- абсолютного давления;
- разности давлений;
- давления-разрежения;
- гидростатического давления (уровня).

Характеристики:

1) измеряемые среды:

- жидкости;
- пар;
- газ;
- газовые смеси.

2) диапазоны измеряемых давлений:

- минимальный 0 – 0,025 кПа;
- максимальный 0 – 68 Мпа;

3) выходные сигналы:

- 4 – 20 мА с HART-протоколом (возможность переключения между 5-й и 7-й версиями HART);

- 0 – 5 мА.

4) основная приведенная погрешность до $\pm 0,075\%$;

- 5) диапазон температур окружающей среды от -40 до 85 °С;
- 6) перенастройка диапазонов измерений – до 100:1;
- 7) высокая стабильность характеристик;
- 8) взрывозащищенное исполнение вида «искробезопасная цепь» и «взрывонепроницаемая оболочка»;
- 9) гарантийный срок эксплуатации – 3 года.



Рисунок 8 – Датчик давления Метран-150

2. Расходомер Метран-150RFA

Расходомер предназначен для измерения объемного расхода среды (вода, пар, газ и другие энергоносители) методом перепада давления с использованием осредняющей напорной трубки Annubar 485 в качестве первичного измерительного преобразователя и передачи информации для управления технологическими процессами и использования в учетно-расчетных операциях.

Характеристики:

- измеряемые среды: жидкость, газ, пар;
- пределы основной относительной погрешности измерений объемного расхода $\pm 2,5\%$;

- динамический диапазон 5:1;
- температура измеряемой среды: от -40 до 315 °С – интегральный монтаж датчика, от -40 до 454 °С – удаленный монтаж датчика;
- избыточное давление в трубопроводе до 40 МПа;
- пределы измерений расхода рассчитываются для конкретного технологического процесса;
- выходной сигнал 4 – 20 мА/HART;
- наличие взрывозащищенного исполнения;
- межповерочный интервал – 2 года;
- внесены в Госреестр средств измерений под №43124-09, свидетельство №38366.



Рисунок 9 – Датчик давления Метран-150RFA

3. Блок газового оборудования БГ8 ЗАО НПО «АМАКС»

В сочетании с системой управления позволяет реализовывать следующие функции:

- обеспечение безопасного розжига с автоматической опрессовкой своих запорных устройств, при котором исключается вероятность загазованности в топке котла и «хлопка» при розжиге;

- регулирование расхода газа;
- отсечку газа без подвода электропитания от внешнего источника при нарушении технологических параметров работы котла, недопустимом отклонении давления газа или воздуха перед горелкой, при погасании факела и др.;

- погорелочное управление котлом;
- рабочая среда – природный газ ГОСТ 5542 с температурой от -30°C до $+80^{\circ}\text{C}$;

- температура окружающей среды от $+1^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$;

- влажность воздуха до 80% при температуре $+25^{\circ}\text{C}$.

Комплект газооборудования блока БГ8 включает в свой состав:

- два предохранительно-запорных клапана (ПЗК), установленных последовательно;

- опрессовочную гребенку для проверки плотности ПЗК и подачи газа на защитно-запальные устройства (ЗЗУ);

- датчики давления;

- единения продувочного газопровода;

- заслонку дроссельную с электроприводом.

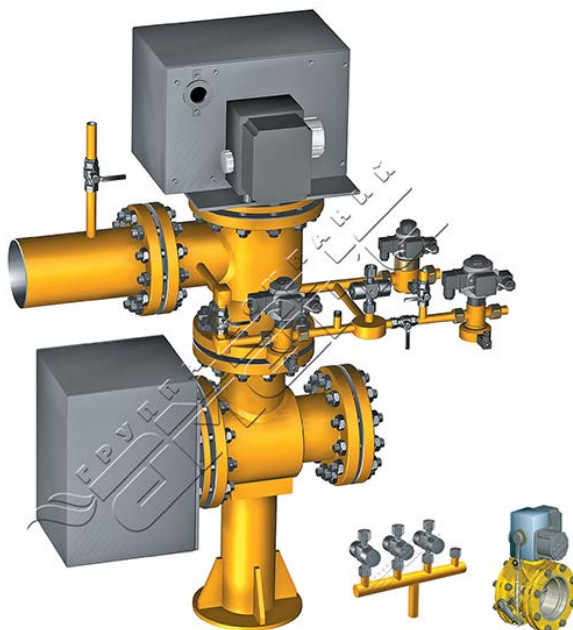


Рисунок 10 – Блок газового оборудования БГ8

2.4.4 Выбор серверного оборудования

Промышленный компьютер SIMATIC IPC647C:

Мощный промышленный компьютер 19” исполнения с высотой корпуса 2 HU:

- исключительно компактный;
- исключительно прочный;
- технология Intel Core i.

Исключительная компактность, непрерывная 24-часовая работа в промышленных условиях:

- компактный корпус высотой 2 HU;
- установка в 19” стойки управления глубиной 500 мм;
- обеспечение максимальной производительности процессора при обслуживании максимальной конфигурации компьютера в диапазоне температур до 50 °С;

- специфичная конструкция с новым вариантом оформления фронтальной панели и новое покрытие корпуса, отталкивающее грязь;

- металлический корпус с высокой степенью электромагнитной совместимости для использования в промышленной среде;

- защита от пыли. Доступ к вентилятору и воздушному фильтру с фронтальной стороны корпуса;

- специальная конструкция держателей жесткого диска и фиксаторы компьютерных карт для обеспечения высокой стойкости к вибрационным и ударным воздействиям.

Высокая производительность, скоростная обработка информации:

- процессоры Intel® Core™ с поддержкой технологий Turbo Boost (автоматическое увеличение тактовой частоты процессора выше номинальной с контролем граничных значений потребляемой мощности), Hyper-Threading (одновременная обработка нескольких информационных потоков) и визуализации;

- экстраординарная производительность памяти и графического контроллера, встроенных в процессор;
- максимальная производительность (например, Intel QM57 Express Chipset, 2-канальная оперативная память DDR3);
- максимальная потребляемая мощность 240 Вт;
- высокая скорость обмена данными (например, жесткие диски SATA, два интерфейса гигабитного Ethernet, технология PCI Express).

Высокий коэффициент готовности, минимальное время простоя:

- безопасное круглосуточное 24-часовое функционирование (высокая надежность компонентов, регулируемая частота вращения вентилятора);
- эффективная самодиагностика (светодиоды индикации состояний компьютера и его компонентов, а также интерфейсов Ethernet и PROFIBUS, SIMATIC IPC DiagMonitor);
- высокая степень защиты данных, обеспечиваемая применением систем RAID1 («зеркальная» дисковая система);
- быстрая идентификация и замена неисправного жесткого диска;
- «горячая» замена жестких дисков со съемными рамками в RAID системах;
- опциональное использование полупроводникового (SSD) диска в SLC (single level cell) архитектуре и ECC памяти;
- защита съемных компонентов на фронтальной панели (например, аппаратного USB ключа) от несанкционированного доступа с помощью запираемой дверцы;
- блокировка крышки вентилятора и корпуса. Крышки могут быть сняты только при открытой дверце фронтальной панели;
- удобная для обслуживания конструкция.

Высокая гибкость и удобство выполнения пусконаладочных работ, эксплуатации и обслуживания:

- предварительно установленная и активированная операционная система;
- быстрое восстановление исходного состояния жесткого диска с помощью DVD с образом предварительно установленного программного обеспечения;
- регулируемая частота вращения вентилятора, низкий уровень шумов;
- универсальность, использование в режиме рабочих станций или серверов;
- наличие встроенных интерфейсов PROFIBUS или PROFINET;
- наличие двух встроенных интерфейсов гигабитного Ethernet с поддержкой функций подключения к резервированной сети;
- встроенная поддержка систем RAID1;
- телескопическая установка в 19” стойку управления или использование в качестве настольной системы;
- высокая гибкость, обеспечиваемая наличием трех слотов расширения (PCI и PCI-Express).

Защита инвестиций:

- гарантированная доступность в течение 5 лет, гарантированная поставка запасных частей в течение 5 лет с момента прекращения серийного выпуска;
- гарантированная совместимость с компонентами SIMATIC;
- наличие сертификатов для использования во всем мире (cULus);
- поддержка типовых компьютерных интерфейсов (PS/2, COM, LPT);
- одинаковые с предшествующими моделями компьютеров габариты корпуса и варианты монтажа;
- обслуживание и поддержка во всех регионах земного шара.

Промышленный компьютер SIMATIC IPC647C обладает высокой производительностью, устанавливается в 19” стойки управления и находит применение для решения задач:

- визуализации;
- обработки видеоизображений;
- контроля качества продукции и мониторинга;
- измерения и регулирования;
- сбора, обработки и управления данными.

IPC647C имеет марку CE для использования в промышленных условиях, а также в жилых, коммерческих и деловых помещениях.

Промышленные компьютеры SIMATIC Rack IPC могут заказываться по специальной цене в комплекте с программным обеспечением WinCC flexible, WinCC или WinAC.



Рисунок 11 – Промышленный компьютер SIMATIC IPC647C

2.4.5 Выбор автоматизированного рабочего места

На Среднеуральской ГРЭС уже используются данные АРМ, которые в реальных эксплуатационных условиях подтвердили свою надежность и качество. Так же данный выбор обосновывается созданием единого программно-технического комплекса на базе Siemens.

Промышленный компьютер SIMATIC IPC427D:

1. Обзор.

Мощный встраиваемый промышленный компьютер для использования на уровне производственных машин:

- ультра компактный корпус;
- необслуживаемая конструкция;
- технология Intel Core i.

Высокая скорость обработки данных:

- процессор до Intel Core i7, работа с естественным охлаждением;
- оперативная память DDR3-SDRAM SODIMM или DDR3-EEC SOMIMM емкостью до 8 Гбайт;

- встроенный графический контроллер Intel HD2000 или HD4000.

Максимальная компактность и прочность:

- малая монтажная глубина корпуса, работа в диапазоне температур до 55 °С;
- второе стандартное монтажное положение с вертикальной ориентацией корпуса (диапазон рабочих температур до 50 °С);
- стандартный SSD (Solid State Disk – полупроводниковый твердотельный диск) емкостью не менее 80 Гбайт, SSD повышенной надежности емкостью не менее 50 Гбайт или жесткий диск SATA емкостью не менее 250 Гбайт, а также слот для установки CFast карт емкостью до 16 Гбайт.

Промышленное исполнение, высокая гибкость встраиваемых решений:

- гибкая структура хранения данных. Например, с использованием двух носителей;
- два встроенных интерфейса гигабитного Ethernet/ PROFINET с поддержкой функций подключения к резервированной сети;
- наличие модификаций с встроенными интерфейсами PROFINET, PROFIBUS или CAN;
- четыре скоростных порта USB 3.0, один встроенный и один опциональный последовательный интерфейс;

- гибкие варианты установки: на стандартную профильную шину DIN, настенный монтаж, горизонтальная или вертикальная ориентация корпуса;

- гибкое расширение, установка одной или двух карт PCIe;
- выключатель питания;
- максимальная потребляемая мощность не более 96 Вт.

Снижение вероятности появления отказов и затрат на обслуживание:

- необслуживаемая конструкция: отсутствие вращающихся частей, отсутствие батарей;

- буферная память SRAM емкостью 512 Кбайт, из которых 128 Кбайт могут быть использованы для записи данных в пределах допустимого времени буферирования;

- диагностические светодиоды на фронтальной панели;
- гарантированная совместимость с промышленным программным обеспечением SIMATIC.

Высокая степень защиты сделанных инвестиций:

- долговременная доступность: обслуживание и поддержка в течение 8 – 10 лет с момента запуска на рынок;

- совместимость интерфейсов и одинаковые установочные размеры с промышленными компьютерами SIMATIC PC предшествующих версий.

2. Назначение.

Промышленный компьютер SIMATIC IPC427D образует компактную высокопроизводительную компьютерную платформу, используемую на уровне производственных машин и процессов для:

- построения систем измерения, управления и регулирования;
- построения систем сбора, дальнейшей обработки и визуализации данных;

- выполнения приложений машинного уровня на языках C/C++ или на базе проектов WinAC/ WinCC flexible, которые требуют для своей работы

надежный, ультра компактный промышленный компьютер высокой производительности;

- решения новых дополнительных задач в кораблестроении, системах автоматизации зданий, системах водоочистки, системах идентификации и т.д. Компьютер может поставляться с предварительно установленной 32-разрядной операционной системой Windows Embedded Standard 7 или с 64-разрядной операционной системой Windows 7 Ultimate. Это позволяет использовать широкий спектр существующего программного обеспечения для указанных операционных систем.

SIMATIC IPC427D имеет маркировку CE для применения в промышленности, а также в системах автоматизации жилых и общественных зданий. Работа с естественным охлаждением и использование CFast карт или SSD вместо жесткого диска позволяет исключить из конструкции IPC427D все вращающиеся части, что ведет к увеличению надежности системы.

3. Интеграция:

- Ethernet. Два встроенных интерфейса Ethernet (10/100/1000 Мбит/с) могут использоваться для организации IT связи, а также для обмена данными с программируемыми контроллерами (например, с SIMATIC S7 с использованием пакета IE SOFTNET-S7);

- PROFIBUS. Опциональный интерфейс подключения к сети PROFIBUS (до 12 Мбит/с) может использоваться для подключения приборов полевого уровня или для организации связи с программируемыми контроллерами SIMATIC S7 (с использованием пакета SOFTNET для PROFIBUS);

- PROFINET. Опциональный интерфейс для подключения аппаратуры полевого уровня и управления приводами;

- CAN. Опциональный интерфейс для подключения аппаратуры полевого уровня;

- другие интерфейсы. Для подключения различной аппаратуры может использоваться до 2 слотов для установки модулей PCIe, а также 4 ин-

терфейса USB 3.0, один встроенный и один опциональный последовательный интерфейс.



Рисунок 12 – Производственный компьютер SIMATIC IPC427D

2.4.6 Выбор импульсного блока питания

Блоки бесперебойного питания MASTERGUARD серий EI-19, обеспечивающие эффективную интерактивную защиту нагрузки от всех видов нарушений в нормальном функционировании цепи питания.

Подлинно интерактивные принципы работы, полное отключение нагрузки от питающей сети при перебоях в питании, недопустимом снижении, возрастании или искажении входного напряжения. Компактные корпуса 19” исполнения. Простота эксплуатации, индикация режимов работы и ступенчатая индикация уровней нагрузки.

Стандартная конфигурация блоков MASTERGUARD серии EI-19:

- выходная мощность 6000 ВА / 4200 Вт;
- время работы при полной нагрузке 8 минут;
- время работы при половинной нагрузке 20 минут.

Аксессуары:

- рельсы для блоков высотой ЗНУ 330-580 мм;
- рельсы для блоков высотой ЗНУ 575-855 мм;

- программное обеспечение отключения MorUPS: – для операционных систем Intel (Windows, Linux, Solaris для Intel); – для операционных систем Risk (Solaris SPARC, HPUX, AIX).



Рисунок 13 – Импульсный блок питания MASTERGUARD серий EI-19

2.4.7 Количество и стоимость технических средств автоматизации

Таблица 2 – Количество и стоимость технических средств автоматизации

Наименование	Количество	Цена	Сумма
ПЛК SIMATIC S7-300	2	496,917 руб.	939,834 руб.
Модуль ввода дискретных сигналов SM 321	8	33,327 руб.	266,616 руб.
Модуль вывода дискретных сигналов SM 322	7	33,201 руб.	232,407 руб.
Модуль ввода аналоговых сигналов SM 331	4	47,565 руб.	190,260 руб.
Промышленный компьютер SIMATIC IPC647C	2	507,528 руб.	1,015,056 руб.
Промышленный компьютер SIMATIC IPC427D	2	360,423 руб.	720,846 руб.
Датчик давления Метран-150	24	38,080 руб.	913,920 руб.
Расходомер Метран-150RFA	8	27,460 руб.	219,680 руб.
Блок газового оборудования БГ8 ЗАО НПО «АМАКС»	6	181,620 руб.	1,089,720 руб.
Блоки бесперебойного питания MASTERGUARD серий EI-19	2	98,071 руб.	196,142 руб.
Итого:			5,784,481 руб.

3 СХЕМА РАБОТЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РОЗЖИГА ГАЗОВЫХ ГОРЕЛОК

Структурная схема ПТК САРГ приведена в приложении Б. Общая схема автоматизации САРГ приведена в приложении В. Схема автоматизации горелки приведена в приложение Г.

3.1 Технологические защиты САРГ

3.1.1 Общие требования к выполнению технологических защит

Защиты, действующие на останов оборудования, реализуется в отдельных дублированных модулях (рабочем и резервном), связанных своими выходами по схеме «один из двух».

В подсистеме ТЗ используются аналоговые нормированные сигналы (4 – 20 мА), дискретные сигналы типа «сухой контакт» и натуральные сигналы (от термопар и термометров сопротивления).

Задачи сбора, обработки и диагностики входных сигналов для подсистемы ТЗ решаются в модулях ТЗ и вся поступающая или преобразованная информация передается по дублированной цифровой сети на верхний уровень АСУТП для решения задач сигнализации и регистрации и в другие модули для управления.

Все органы управления ТЗ (ключи ввода-вывода, накладки, ключи ручного останова котла, кнопки сброса памяти фиксации срабатывания) выполняются виртуальными и управляются оператором с монитора АРМ.

ТЗ, препятствующие пуску котла, вводятся и выводятся автоматически или с помощью виртуальных ключей с АРМ, остальные ТЗ вводятся в работу при подаче напряжения в схемы питания датчиков, их информационных цепей и загрузки программ ТЗ в контроллерах.

Выходное воздействие ТЗ может быть выведено «на сигнал» с АРМ с помощью виртуальной «накладки» для санкционированного и неоперативного вывода.

Уставки и выдержки времени в алгоритмах ТЗ указаны ориентировочно и уточняются при наладке.

ТЗ, выполняемая по схеме «два из двух» или «один из двух», имеет два независимых канала контроля измеряемой величины.

При недостоверности одного из входных сигналов должно автоматически производиться изменение конфигурации построения защиты на схему «один из одного» и защита работает по оставшемуся достоверному входному сигналу, при этом происходит вывод информации оператору об изменении логики защиты.

ТЗ, выполняемая по схеме «два из трех», имеет три независимых аналоговых канала контроля измеряемой величины.

При недостоверности одного из входных сигналов должно автоматически производиться изменение конфигурации построения защиты на схему «два из двух», а при недостоверности еще одного из входных сигналов – на схему «один из одного» и защита работает по оставшемуся достоверному входному сигналу, при этом происходит вывод информации оператору об изменении логики защиты.

При недостоверности всех датчиков защита не срабатывает и выводится информация «Защита отключена по недостоверности».

Признак «Начало растопки на газе» формируется из условий, если не закрыта задвижка на подводе газа к котлу и начала открываться РТГ к любой горелке.

Признак «Останов котла» формируется с выдержкой времени до трех минут от начала выполнения программы автоматического останова котла (длительность команды защит на исполнительные устройства при останове котла).

Признак «Невоспламенение при растопке» формируется при срабатывании ТЗ «Невоспламенение первой или погасание факелов всех газовых горелок при растопке котла».

3.1.2 Перечень технологических защит

Защиты, действующие на останов котла:

1. Погасание общего факела в топке.
2. Понижение давления газа.
3. Останов котла в существующих схемах (защиты по уровню в барабане, по понижению давления мазута, отключению всех ТДМ, двух из трех РВП, по понижению температуры пара за котлом).
4. Останов котла ключом аварийного останова с ПТК.

Защиты, действующие на снижение нагрузки котла до 50%:

Срабатывание защит в существующих схемах (отключение одного из двух ТДМ, двух из трех РВП).

Локальные защиты котла:

1. Невоспламенение первой или погасание факелов всех газовых горелок при растопке котла.
2. Невоспламенение или погасание факела газовой горелки 1(2-6).
3. Понижение давления газа перед газовой горелкой 1(2-6).
4. Закрытие воздушного шиберга перед газовой горелкой 1(2-6).
5. Защиты, реализованные в существующих схемах (повышение уровня в барабане котла до I предела, повышение давления пара в барабане котла, повышение давления пара за котлом).

3.1.3 Технические условия на выполнение защит

Защиты, действующие на останов котла:

1. Погасание общего факела в топке.

Факел в топке контролируется двумя комплектами приборов Факел-3М. Защита срабатывает, если все приборы, контролирующие общий факел в топке, зафиксировали его погасание и действует на останов котла.

Защита вводится, если все приборы контроля общего факела показали его наличие и расход газа выше 35% от номинального.

Защита выводится по признаку «Останов котла».

2. Понижение давления газа.

Защита выполнена по схеме «два из трех».

Защита срабатывает при понижении давления газа за регулирующим клапаном ниже 0,12 кгс/см² и действует на останов котла.

Защита вводится, если есть признак «Начало растопки на газе».

Защита выводится по признакам «Останов котла» и «Невоспламенение при растопке».

3. Останов котла в существующих схемах защит.

При срабатывании защит в существующих схемах происходит останов котла.

4. Останов котла ключом аварийного останова с ПТК.

Защита срабатывает при нажатии на виртуальный ключ аварийного останова котла на ПТК и действует на останов котла.

Защиты, действующие на снижение нагрузки котла до 50%.

Защиты реализованы в существующих схемах и действуют на снижение нагрузки до 50%.

Локальные защиты котла:

1. Невоспламенение первой или погасание факелов всех газовых горелок при растопке котла.

Защита срабатывает, если у каждой газовой горелки отсутствует факел.

Защита действует на прекращение подачи газа, мазута, на отключение всех защитно-запальных устройств и запрещает открытие ПЗК1 на подводе газа к каждой горелке.

Защита вводится, если давление газа в общем коллекторе выше уставки защиты по понижению давления газа и прошла выдержка времени 9с от начала открытия ПЗК-2 к любой горелке.

Защита выводится, если закрыта задвижка на подводе газа к котлу или введена защита «Погасание общего факела в топке».

2. Невоспламенение или погасание факела газовой горелки.

Факел каждой горелки контролируется индивидуальным прибором ФДСА-3М.

Защита срабатывает, если погас факел горелки или топливо не воспламенилось при включении горелки.

Защита действует на закрытие ПЗК1 (с запретом на открытие), ПЗК2, открытие СБ горелки и отключает защитно-запальное устройство этой горелки.

Защита вводится, если давление газа за РК выше уставки защиты по понижению давления газа и прошла выдержка времени до 9 с от начала открытия ПЗК-2 к этой горелке.

Защита выводится, если закрыты ПЗК1 и ПЗК2 на подводе газа к этой горелке.

3. Понижение давления газа перед газовой горелкой

Защита выполнена по схеме «один из одного».

Защита срабатывает при понижении давления газа за РТГ газовой горелки ниже заданного значения.

Защита действует на закрытие ПЗК1 (с запретом на открытие), ПЗК2, открытие СБ горелки и отключает защитно-запальное устройство этой горелки.

Защита вводится, если давление газа за РК выше уставки защиты по понижению давления газа и прошла выдержка времени до 9 с от начала открытия ПЗК-2 к этой горелке.

Защита выводится, если закрыты ПЗК1 и ПЗК2 на подводе газа к этой горелке.

4. Закрытие воздушного шибера перед газовой горелкой

Защита срабатывает, если закрылся шибер на подводе воздуха к горелке.

Защита действует на закрытие ПЗК1 (с запретом на открытие), ПЗК2, открытие СБ горелки и отключает защитно-запальное устройство этой горелки.

Защита вводится, если давление газа за РК выше уставки защиты по понижению давления газа и прошла выдержка времени до 9 с от начала открытия ПЗК-2 к этой горелке.

Защита выводится, если закрыты ПЗК1 и ПЗК2 на подводе газа к этой горелке.

3.1.4 Действия, выполняемые технологической защитой

1. Операции, действующие на останов котла.

Останов котла производится одновременным выполнением следующих операций:

1) прекращение подачи газа:

- закрытие КАО и задвижки Г-1 на подводе газа к котлу;
- закрытие ПЗК1 и ПЗК2 на подводе газа к каждой горелке;
- закрытие РТГ перед каждой горелкой;
- открытие СБ каждой горелки.

2) прекращение подачи мазута (команда в существующие схемы защит):

3) закрытие МОК и задвижек на подводе мазута к котлу (команда в существующие схемы защит);

4) закрытие задвижки на мазутопроводе рециркуляции команда в существующие схемы защит.

- 5) отключение всех защитно-запальных устройств:
- 6) закрытие запорных устройств на подводе газа к каждому защитно-запальному устройству;
- 7) отключение напряжения питания защитно-запальных устройств.
- 8) формирование команды в существующие схемы защит.

2. Операции, действующие на снижение нагрузки котла до 50%

Если при срабатывании защит, действующих на снижение нагрузки до 50%, не сработала ТЗ «Останов котла», то на регулятор топлива (газ, мазут) устанавливается задание на поддержание нагрузки котла, равной 50% от номинальной.

Примечание: для регулятора мазута команды реализованы в существующих схемах защит.

3.2 Логическое управление

3.2.1 Общие принципы организации управления и алгоритмов ФГУ

Алгоритм ФГУ – это последовательность шагов, на каждом из которых по заданным условиям выполняются заданные технологические операции (включение и отключение электродвигателя, открытие и закрытие исполнительных механизмов, отключение регуляторов, контроль исполнения команд и сигнализация).

Процесс управления однонаправленный, то есть идет в сторону возрастания номера активного шага, без возврата к ранее пройденным шагам.

Первый шаг алгоритма запускается оператором вручную, далее каждый последующий шаг запускается автоматически при наличии разрешения от предыдущего шага и при соответствии заданным условиям, например индивидуальной информации для запускаемого шага.

Активный шаг формирует служебные команды на сброс предыдущего шага, на запуск следующего шага и технологическую команду на свой выход для управления оборудованием и сигнализацией.

Команды активного шага сохраняются, независимо от сохранения условий запуска, до тех пор, пока шаг не получит команду сброса от другого шага, от оператора или блокирующих условий (при работе ТЗ или иных условий).

Так же предусмотрено контрольное время на сборку необходимых условий для запуска шага, при этом выдается команда оператору о невыполнении условий шага, действие алгоритма при этом приостанавливается, но не прекращается. Для продолжения алгоритма, оператору необходимо выполнить требуемое условие с АРМ или по месту.

Алгоритм ФГУ в ходе работы выдает оператору на АРМ сигналы о невыполнении условий запуска шага, о завершении или прекращении работы алгоритма, а также индицирует номер активного шага.

Команды от алгоритмов ФГУ имеют одинаковый с командами оператора с АРМ уровень приоритета (ниже, чем у ТЗ и блокировок).

При работе ТЗ или блокировок работа активного алгоритма ФГУ прекращается путем подачи команды сброса на все его шаги с последующим их переходом в неактивное состояние. Дальнейшее состояние объекта управления определяется работой алгоритмов указанных ТЗ и блокировок.

Управление режимами работы алгоритмов и шагов ФГУ с АРМ организовано через виртуальные панели управления, которые отображают состояние алгоритма и шага.

Значения выдержек времени и уставок по аналоговым и дискретным параметрам в алгоритмах ФГУ являются ориентировочными и должны уточняться при наладке в зависимости от реального времени полного хода исполнительного механизма, инерционности переходных процессов и затрат времени на выполнение оператором ручных операций и контроль оборудования.

3.2.2 Описание алгоритмов ФГУ

1. Алгоритм ФГ «Выполнение вентиляции топки»

Команда на автоматизированный пуск ФГ по выполнению условий вентиляции формируется при наличии всех разрешающих условий. Разрешающее условие – нет признака «Начало растопки».

Алгоритм прекращает работу при выполнении одного из следующих условий:

- ТЗ «Останов котла»;
- ТЗ «Невоспламенение первой или погасание всех газовых горелок при растопке котла»;
- отключении всех дымососов;
- отключении всех дутьевых вентиляторов.

Шаг 1 (Включение ДВ, ДС). Выполняются следующие операции:

- включение дымососа ДС-А;
- включение дымососа ДС-Б;
- включение дутьевого вентилятора ДВ-А;
- включение дутьевого вентилятора ДВ-Б.

Шаг 2 (Сборка схемы вентиляции). Выполняются следующие операции:

- закрывается задвижка Г-1 на газе к котлу;
- закрывается КАО на газе к котлу;
- открываются шиберы на подводе воздуха ко всем горелкам;
- направляющие аппараты ДВ и ДС открываются на 25%.

Шаг 3 (Завершение алгоритма). Выполняются следующие операции:

- оператору выдается сигнал «Условия вентиляции выполнены»;
- происходит вентиляция в топке в течении 10 минут, после выдается сигнал «Топка провентилирована».

Условия вентиляции. Сигнал «Условия вентиляции №1» формируется, если выполнены условия:

- закрыта задвижка Г-1 на газе к котлу;
- закрыт КАО на газе к котлу
- закрыты задвижки и ПЗК на мазуте к котлу;
- открыты шиберы на подводе воздуха ко всем горелкам.

Сигнал «Условия вентиляции топки №2» формируется, если:

• значение минимального перепада давления воздуха на всех РВП больше заданного значения или направляющие аппараты ДВ приоткрыты на 25%;

- включен ДВ-А;
- включен ДВ-Б;
- включены дымосос ДС-А;
- включены дымосос ДС-Б;
- направляющие аппараты ДС приоткрыты на 25%.

Формирование сигнала «Топка провентилирована»

При выполнении условий вентиляции топки №1 и №2 выполняется вентиляция топки в течение десяти минут, после чего формируется сигнал «Топка провентилирована», если не было запрещающих условий:

- сработала ТЗ «Останов котла»;
- сработала ТЗ «Невоспламенение первой или погасание всех газовых горелок при растопке котла»;
- отключились все дымососы;
- отключились всех дутьевые вентиляторы.

Таблица 3 – Алгоритм ФГ «Выполнение вентиляции топки»

Логика	Условия
<pre> graph TD Start([Команда оператора с блока ФГ]) --> Step1[/Шаг 1. Включение ДВ, ДС/] Step1 --> Actions[Включить ДВ-А, ДВ-Б Включить ДС-А, ДС-Б] Actions --> Step2[/Шаг 2. Сборка схемы вентиляции/] Step2 --> DetailedActions[Закреть Г-1 Закреть КАО Открыть шибер на подводе воздуха к горелке 1 (2-6) НАДВ открыть на 25% НАДС открыть на 25%] DetailedActions --> Step3[/Шаг 3. Завершение алгоритма/] Step3 --> Signal1[Сигнал: «Условия вентиляции выполнены»] Signal1 --> End([Сигнал: «Топка провентилирована»]) </pre>	<p>Нет признака начало растопки</p> <p>Включены оба ДВ Включены оба ДС</p> <p>Условия вентиляции №1: Г-1 закрыт; КАО закрыт; ШВ 1 (2-6) открыт. Условия вентиляции топки №2: НАДВ УП>25%; НАДС УП>25%.</p> <p>Выполнены условия вентиляции №1, №2 Выполнена вентиляция топки в течении 10 мин</p>

2. Алгоритм ФГ «Опрессовка газовой горелки»

Команда на автоматизированный запуск ФГ «Опрессовка газовой горелки» формируется при наличии всех разрешающих условий. Разрешающее условие:

- закрыты ПЗК-1 и ПЗК-2 на подводе газа к горелке;
- закрыт ЭМК ЗЗУ на подводе газа к запальнику;
- открыт клапан СБ на трубопроводе безопасности газовой горелки;
- закрыт клапан опрессовки горелки;
- значение давления газа за РК больше заданного.

Шаг 1 (Закрытие клапана безопасности). Подается команда на закрытие клапана СБ горелки. Если через 5 секунд давление опрессовки (давление газа после ПЗК-1) больше минимального заданного значения, то формируется команда на сброс ФГУ, выдается сигнал оператору «Не плотен ПЗК-1 или клапан опрессовки» и запускается шаг №6.

Шаг 2 (Открытие клапана опрессовки). Подается команда на открытие клапана опрессовки горелки. Если через 5 сек значение давления не поднимается выше минимальной уставки, то выдается сообщение «ПЗК-2 или клапан СБ неплотен» и запускается шаг №6. Если через 5сек значение давления поднимается выше максимальной уставки, то выдается сообщение «ПЗК-1 неплотен» и запускается шаг №6.

Шаг 3 (Ожидание давления). На данном шаге значение давления опрессовки должно установиться близкое к номинальному. Если через 30 сек значение давления не поднимается выше максимальной уставки, то выдается сообщение «ПЗК-2 или клапан СБ неплотен» и запускается шаг №6.

Шаг 4 (Закрытие клапана опрессовки). Подается команда на открытие клапана СБ и на закрытие клапана опрессовки.

Шаг 5 (Завершение алгоритма). Оператору выдаётся сигнал «Алгоритм проведения опрессовки горелки завершён» и формируется сигнал «Опресовка горелки выполнена», который сбрасывается по факту закрытия задвижки Г-1 на подводе газа к котлу.

Шаг 6 (Невыполнение опрессовки). Подается команда на закрытие клапана опрессовки и на открытие клапана СБ.

Шаг 7 (Завершение алгоритма). Оператору выдается сигнал «Алгоритм проведения опрессовки завершён аварийно».

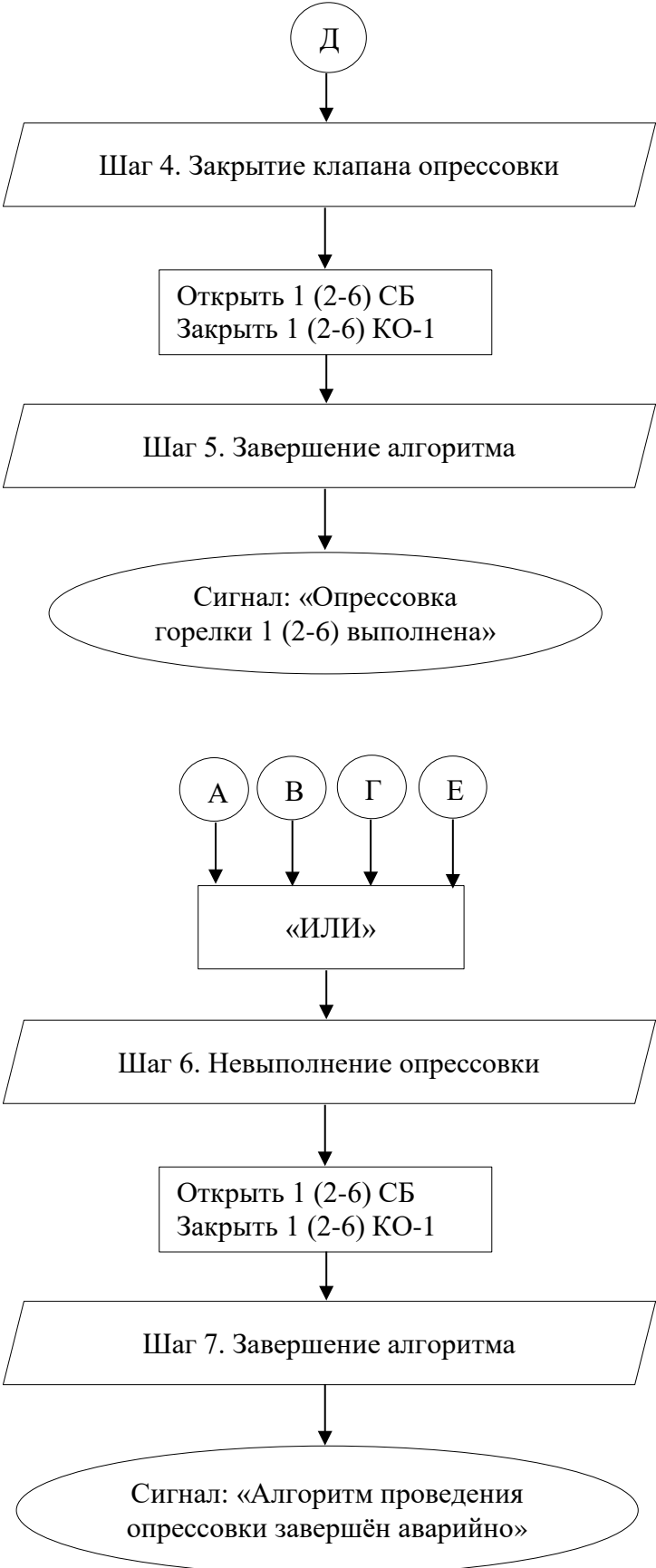
Таблица 4 – Алгоритм ФГ «Опрессовка газовой горелки»

Логика	Условия
<pre> graph TD Start([Команда оператора с блока ФГ или МЩУ]) --> Step1[/Шаг1. Закрытие клапана безопасности/] Step1 --> Action1[Закрыть 1 (2-6) СБ] Action1 --> Decision{Р_между ПЗК} Decision -- Да --> Signal[Сигнал: <1 (2-6) ПЗК-1 или 1 (2-6) КО не плотен>] Signal --> NodeA((А)) Decision -- Нет --> Step2[/Шаг 2. Открытие клапана опрессовки/] NodeA --> Step2 Step2 --> NodeB((Б)) </pre>	<p>1 (2-6) ПЗК-1 закрыт 1 (2-6) ПЗК-2 закрыт 1 (2-6) СБ открыта 1 (2-6) КО закрыт 1 (2-6) ЭМК ЗЗУ закрыт $P_{\text{газа за РК}} > P_{\text{заданного}}$</p> <p>1 (2-6) СБ закрыта</p> <p>Если через 5 сек $P_{\text{между ПЗК}} > P_{\text{мин}}$</p>

Продолжение таблицы 4

Логика	Условия
<pre> graph TD B((Б)) --> A[Открыть 1 (2-6) КО-1] A --> C{P < P_min} A --> D{P > P_max} C --> E[Сигнал: «1 (2-6) ПЗК-2 или 1 (2-6) СБ не плотен»] E --> V((В)) D --> F[Сигнал: «1 (2-6) ПЗК-1 не плотен»] F --> G((Г)) V --> H[«И»] G --> H H --> I[/Шаг 3. Ожидание давления/] I --> J{P между ПЗК} J --> K[Сигнал: «1 (2-6) ПЗК-1 или 1 (2-6) ЭМК ЗЗУ или 1 (2-6) СБ не плотен»] J --> L((Е)) K --> D((Д)) </pre>	<p>1 (2-6) КО-1 открыт</p> <p>Если через 5 сек $P_{\text{между ПЗК}} < P_{\text{мин}}$ Если через 5 сек $P_{\text{между ПЗК}} > P_{\text{макс}}$</p> <p>Если через 30 сек $P_{\text{между ПЗК}} > P_{\text{макс}}$</p>

Окончание таблицы 4

Логика	Условия
 <pre> graph TD D((Д)) --> S4[/Шаг 4. Закрытие клапана опрессовки/] S4 --> O1[Открыть 1 (2-6) СБ Закреть 1 (2-6) КО-1] O1 --> S5[/Шаг 5. Завершение алгоритма/] S5 --> S1([Сигнал: «Опрессовка горелки 1 (2-6) выполнена»]) A((А)) --> OR[«ИЛИ»] B((В)) --> OR G((Г)) --> OR E((Е)) --> OR OR --> S6[/Шаг 6. Невыполнение опрессовки/] S6 --> O2[Открыть 1 (2-6) СБ Закреть 1 (2-6) КО-1] O2 --> S7[/Шаг 7. Завершение алгоритма/] S7 --> S2([Сигнал: «Алгоритм проведения опрессовки завершён аварийно»]) </pre> <p>The flowchart details the logic for emergency blow-off valve operation. It starts with a start node 'Д', followed by Step 4 (closing the valve), an action block (opening SB, closing KO-1), Step 5 (algorithm completion), and a success signal. An 'OR' condition block (receiving inputs A, B, G, E) leads to Step 6 (failure), another action block (opening SB, closing KO-1), Step 7 (algorithm completion), and a failure signal.</p>	<p>1 (2-6) СБ открыта 1 (2-6) КО-1 закрыт</p> <p>1 (2-6) СБ открыта 1 (2-6) КО-1 закрыт</p>

3. Алгоритм ФГ «Розжиг газовой горелки»

Команда на автоматизированный запуск ФГ «Розжиг газовой горелки» формируется при наличии всех разрешающих условий.

Разрешающее условие:

- есть сигнал «Общие условия розжига газовых горелок»;
- есть сигнал «Индивидуальные условия розжига газовой горелки».

Алгоритм прекращает работу при срабатывании ТЗ «Останов котла».

Шаг 1 (Подготовка включения ГГ). Закрываются:

- РТГ на подводе газа к горелке;
- устанавливается заданное значение УП% шиберу на подводе воздуха к горелке;
- открывается ПЗК-1;
- закрывается клапан СБ горелки.

Шаг 2 (Включение запальника). Подается команда на открытие ЭМК ЗЗУ на подводе газа к запальнику горелки. Проверяется наличие факела запальника.

Если через 15 секунд факел запальника не появился, то алгоритм переходит на шаг №8.

Шаг 3 (Открытие РТГ к горелке). РТГ на подводе газа к горелке приоткрывается на 35%.

Шаг 4 (Включение горелки). Открывается ПЗК-2 на подводе газа к горелке. Спустя 9 секунд после схода ПЗК-2 с концевого выключателя проверяется наличие факела.

Если факел данной газовой горелки есть, то алгоритм спустя заданное время переходит на шаг 5, если факела нет – то на шаг 8.

Шаг 5 (Отключение запальника). Подается команда на закрытие ЭМК ЗЗУ на подводе газа к запальнику горелки. Проверяется отсутствие факела запальника.

Шаг 6 (Завершение алгоритма). Оператору выдается сигнал «Розжиг газовой горелки выполнен».

Шаг 7 (Закрытие арматуры). Подается команда:

- на закрытие ПЗК-1;
- на закрытие ЭМК ЗЗУ горелки.

Проверяется закрытое состояние ПЗК-1 и ПЗК-2 на подводе газа к горелке, открытие клапана СБ и закрытие ЭМК ЗЗУ горелки.

Шаг 8 (Завершение алгоритма). Оператору выдается сигнал «Розжиг газовой горелки завершен аварийно».

Общие условия розжига газовых горелок

Сигнал «Общие условия розжига газовых горелок» формируется, если:

- значение давления газа за РК больше заданного;
- есть сигнал «Топка провентилирована»;
- открыта задвижка Г-1 на подводе газа к котлу.

Индивидуальные условия розжига газовой горелки

Сигнал «Индивидуальные условия розжига газовой горелки» формируется, если:

- закрыт ПЗК-1 на подводе газа к горелке;
- закрыт ПЗК-2 на подводе газа к горелке;
- закрыт ЭМК ЗЗУ на подводе газа к запальнику;
- открыты клапаны СБ газовой горелки;
- отсутствует факел данной горелки;
- закрыт клапан опрессовки горелки;
- опрессовка газовой горелки выполнена.

Таблица 5 – Алгоритм ФГ «Розжиг газовой горелки»

Логика	Условия
<pre> graph TD Start([Команда оператора с блока ФГ]) --> Step1[/Шаг 1. Подготовка включения ГГ/] Step1 --> Actions1[Закреть РТГ-1 (2-6) Прикрыть ШВ-1 (2-6) Открыть 1 (2-6) ПЗК-1 Закреть 1 (2-6) СБ] Actions1 --> Step2[/Шаг 2. Включение запальника/] Step2 --> Actions2[Открыть 1 (2-6) ЭМК ЗЗУ] Actions2 --> End((А)) </pre>	<p>Общие условия розжига ГГ: $P_{\text{газа за РК}} \geq P_{\text{заданного}}$; Есть сигнал «Топка про- вентилирована»; Г-1 открыта. Индивидуальные условия розжига ГГ 1 (2-6): 1 (2-6) ПЗК-1 закрыт; 1 (2-6) ПЗК-2 закрыт; 1 (2-6) СБ открыта; 1 (2-6) КО закрыт; 1 (2-6) ЭМК ЗЗУ закрыт; Опрессовка ГГ 1 (2-6) вы- полнена; Факела горелки нет.</p> <p>РТГ-1 (2-6) закрыт ШВ-1 (2-6) УП < УП_{зад} 1 (2-6) ПЗК-1 открыт 1 (2-6) СБ закрыта</p> <p>1 (2-6) ЭМК ЗЗУ открыт</p>

Продолжение таблицы 5

Логика	Условия
<pre> graph TD A((А)) --> D1{Факел запальника} D1 -- Нет --> B((Б)) D1 -- Да --> S3[/Шаг 3. Открытие РТГ К горелке/] S3 --> P1[Приоткрыть РТГ-1 (2-6) на 35%] P1 --> S4[/Шаг 4. Включение горелки/] S4 --> O1[Открыть 1 (2-6) ПЗК-2] O1 --> D2{Факел горелки} D2 -- Нет --> B D2 -- Да --> S5[/Шаг 5. Отключение запальника/] S5 --> O2[Закрывать 1 (2-6) ЭМК ЗЗУ] O2 --> G((Г)) </pre>	<p>Если через 15 сек факел запальника горелки 1 (2-6) есть</p> <p>РТГ-1 (2-6) УП>35%</p> <p>1 (2-6) ПЗК-2 открыт</p> <p>Если через 9 сек факел горелки 1 (2-6) есть</p> <p>1 (2-6) ЭМК ЗЗУ закрыт Факела запальника нет</p>

Окончание таблицы 5

Логика	Условия
<pre> graph TD G((Г)) --> S6[/Шаг 6. Завершение алгоритма/] S6 --> S6_Sig([Сигнал: «Розжиг газовой горелки 1 (2-6) выполнен»]) B((Б)) --> OR[«ИЛИ»] V((В)) --> OR OR --> S7[/Шаг 7. Закрытие арматуры/] S7 --> S7_Actions[Закреть 1 (2-6) ПЗК-1 Закреть 1 (2-6) ЭМК ЗЗУ] S7_Actions --> S8[/Шаг 8. Завершение алгоритма/] S8 --> S8_Sig([Сигнал: «Алгоритм розжига ГГ 1 (2-6) завершён аварийно»]) </pre>	<p>1 (2-6) ПЗК-1 закрыт 1 (2-6) ПЗК-2 закрыт 1 (2-6) СБ открыта 1 (2-6) ЭМК ЗЗУ закрыт</p>

4. Алгоритм ФГ «Останов газовой горелки»

Команда на автоматизированный запуск ФГ «Останов газовой горелки» формируется при наличии всех разрешающих условий. Разрешающее условие – есть факел данной газовой горелки.

Шаг 1 (Отключение горелки). На алгоритм подается команда на закрытие ПЗК-1 и ЭМК ЗЗУ запальника горелки и проверяется закрытое состояние ПЗК-1 и ПЗК-2 на подводе газа к горелке, открытие клапана СБ, закрытие ЭМК ЗЗУ и отсутствие факела горелки.

Шаг 2 (Завершение алгоритма). Оператору выдается сигнал «Останов газовой горелки выполнен»

Таблица 6 – Алгоритм ФГ «Останов газовой горелки»

Логика	Условия
<pre>graph TD; A([Команда оператора с блока ФГ]) --> B[/Шаг 1. Отключение газовой горелки/]; B --> C[Закрыть 1 (2-6) ПЗК-1 Закрыть 1 (2-6) ЭМК ЗЗУ]; C --> D[/Шаг 2. Завершение алгоритма/]; D --> E([Сигнал: «Алгоритм останов ГГ 1 (2-6) выполнен»]);</pre>	Есть факел газовой горелки 1 (2-6) 1 (2-6) ПЗК-1 закрыт 1 (2-6) ПЗК-2 закрыт 1 (2-6) СБ открыта 1 (2-6) ЭМК ЗЗУ закрыт

3.3 Дистанционное управление

3.3.1 Краткое описание алгоритмов управления ЗРА и МСН

Алгоритмы управления запорно-регулирующей арматурой и механизмами собственных нужд отражают технологические условия дистанционного управления (ДУ), блокировок и взаимодействия с ТЗ.

В алгоритмах управления ЗРА и МСН «Команда оператора» предполагает управление воздействием манипулятора «Мышь» на виртуальные кнопки панелей управления, вызываемых оператором при выборе объекта управления на технологическом видеокадре монитора автоматизированного рабочего места (АРМ) на ОЦУ:

- открыть, закрыть, стоп – для запорной арматуры;
- включить, отключить – для механизмов;
- больше, меньше, автомат, дистанция – для регулирующей арматуры.

3.3.2 Условия управления ЗРА и МСН

1. Задвижка Г-1 на газе к котлу.

Разрешение на открытие – если закрыты ПЗК-1 на подаче газа ко всем горелкам котла.

Закрывается автоматически:

- при срабатывании ТЗ действующей на останов котла.
- при появлении признака «Невоспламенение при растопке»
- при выполнении шага 2 ФГ «Выполнение вентиляции топки».

2. КАО на газе к котлу.

Закрывается автоматически:

- при срабатывании ТЗ действующей на останов котла;
- при появлении признака «Невоспламенение при растопке»;

- при выполнении шага 2 ФГ «Выполнение вентиляции топки».

3. РТГ на газе к котлу.

Прикрывается до заданного значения при срабатывании ТЗ «Снижение нагрузки котла до 50%».

4. ПЗК-1 на газе к горелке 1 (2-6).

Разрешение на открытие ПЗК-1 – выполнена опрессовка газовой горелки.

Запрет открытия ПЗК-1:

- топка не провентилирована;
- давление газа больше уставки срабатывания ТЗ;
- наличие факела этой горелки.

Открывается автоматически при выполнении шага 1 ФГ «Розжиг газовой горелки».

Закрывается автоматически:

- при срабатывании ТЗ действующей на останов котла и на останов горелки;
- при появлении признака «Невоспламенение при растопке»;
- при выполнении шага 1 ФГ «Останов газовой горелки», шага 7 ФГ «Розжиг газовой горелки».

5. ПЗК-2 на газе к горелке 1 (2-6).

Разрешение на открытие, если открыт ПЗК-1 и закрыт РТГ-1 (2-6) на газе к горелке.

Открывается автоматически при выполнении шага 4 ФГ «Розжиг газовой горелки».

Закрывается автоматически:

- при срабатывании ТЗ действующей на останов котла и на останов горелки;
- при появлении признака «Невоспламенение при растопке»;
- при закрытии ПЗК-1.

6. СБ горелки 1 (2-6).

Открывается автоматически:

- закрыты ПЗК-1 и ПЗК-2 на подводе газа к соответствующей горелке (за исключением работы шага 1 ФГ «Опрессовка газовой горелки»);
- при срабатывании ТЗ действующей на останов котла и на останов горелки;
- при появлении признака «Невоспламенение при растопке»;
- при выполнении шагов 4 и 6 ФГ «Опрессовка газовой горелки».

Закрывается автоматически:

- если не закрыт ПЗК-1 на подводе газа к соответствующей горелке;
- при выполнении шага 1 ФГ «Опрессовка газовой горелки», шага 1 ФГ «Розжиг газовой горелки».

7. КО горелки 1 (2-6).

Разрешение на открытие, есть сигнал «Топка провентилирована» и закрыт ПЗК-1 на подводе газа к горелке.

Открывается автоматически при выполнении шага 2 ФГ «Опрессовка газовой горелки».

Закрывается автоматически при выполнении шагов 4 и 6 ФГ «Опрессовка газовой горелки».

8. ЭМК ЗЗУ-1 (2-6).

Разрешение на открытие, если открыт ПЗК-1 на газе к горелке.

Открывается автоматически при выполнении шага 2 ФГ «Розжиг газовой горелки».

Закрывается автоматически:

- при срабатывании ТЗ действующей на останов котла и на останов горелки;
- при появлении признака «Невоспламенение при растопке»;
- при выполнении шага 1 ФГ «Останов газовой горелки», шагов 5 и 7 ФГ «Розжиг газовой горелки».

Сигнал «Розжиг запальника горелки разрешить» формируется при открытии ПЗК-1 на газе к этой горелке и наличии признака «Топка провентилирована».

9. РТГ-1 (2-6) на газе к горелке.

Открывается автоматически до значения, соответствующего минимальной мощности горелки, УП >35%, при выполнении шага 3 ФГ «Розжиг газовой горелки».

Закрывается автоматически при выполнении шага 1 ФГ «Розжиг газовой горелки».

10. Шибер на подводе воздуха к горелке 1(2-6).

Запрет на закрытие при срабатывании ТЗ действующей на останов котла.

Открываются автоматически при выполнении шага 2 ФГ «Выполнение вентиляции топки».

Прикрываются до заданного положения автоматически при выполнении шага 1 ФГ «Розжиг газовой горелки».

3.4 Методическая часть

В ходе методической работы была составлена инструкционная карта при растопке котла для оперативного персонала, осуществляющего прямое управление котлом и находящегося в смене.

Инструкционная карта «Растопка котла».

Тема: Порядок работы с системой автоматического розжига котла.

Цель: Научиться розжигу котла с помощью САРГ.

Перед растопкой котла производится проверка защит с воздействием на все исполнительные механизмы. Запрещается растопка котла при неисправности технологических защит.

Кнопки аварийного отключения должны быть постоянно опломбированы.

Таблица 7 – Инструкционная карта «Растопка котла»

Последовательность выполнения действий	Инструктивные указания	Самоконтроль операторов системы
1	2	3
1. Подготовка к растопке котла.	Запросить оперативный персонал ЭЦ и инженера АСУТП на сборку электрических схем электродвигателей и исполнительных механизмов.	1. На мнемосхеме исполнительные механизмы и электродвигатели из неактивного состояния (серый цвет) становятся активными (зеленый, белый цвет). 2. Получить устное подтверждение оперативного персонала ЭЦ и инженера АСУТП о выполненных действиях.
2. Выполнение вентиляции топки.	1. На мнемосхеме, с помощью манипулятора «мышь» выбрать алгоритм ФГ «Выполнение вентиляции топки». 2. При появлении сигнала: «Условия вентиляции выполнены». 3. При появлении сигнала: «Топка провентилирована» вызвать персонал химического цеха для отбора проб на отсутствие природного газа.	1. Проконтролировать запуск алгоритма и ход выполнения шагов (активный шаг на мнемосхеме отображается зелёным цветом). При невыполнении шага алгоритма убедиться, что все условия выполнены, если нет, то выполнить и проконтролировать возобновление работы алгоритма. 2. Если алгоритм не возобновил работу, вызвать инженера АСУТП. Убедиться, что запустился таймер времени вентиляции топки 10 минут. При получении отрицательного анализа проб, повторить выполнение алгоритма ФГ «Выполнение вентиляции топки».
3. Сборка схемы защит.	1. Запросить о подачи питания в схемы защит инженера АСУТП.	1. На табло сигнализации убедиться в пропадании сигнала «Нет напряжения защит». 2. Получить устное подтверждение от инженера АСУТП, что питание ТЗ и блокировок подано.

Продолжение таблицы 7

1	2	3
	<p>2. На мнемосхеме, с помощью манипулятора «мышь», установить наклейки защит в составе ПТК САРГ (погасание факела в топке; понижение давления газа за РК; не воспламенение, погасание факела растопочных горелок) устанавливаются в положение «Включено».</p> <p>3. Наклейки защит, выполненные в существующих схемах (понижение давления мазута за РК; отключение ДВ и ДС; отключение двух из трех РВП), устанавливаются в положение включено.</p> <p>4. Наклейки остальных защит устанавливаются в положение «Отключено». Данные защиты вводятся после включения котла в паропровод.</p> <p>5. Ключ выбора топлива устанавливается в положение «Газ».</p>	<p>Убедиться, что наклейки защит поменяли цвет с белого на зеленый.</p> <p>Получить устное подтверждение выполненных действий от инженера АСУТП.</p> <p>Получить устное подтверждение выполненных действий от инженера АСУТП.</p> <p>Визуальный контроль.</p>
<p>4. Опрессовка газовой горелки.</p>	<p>1. На мнемосхеме, с помощью манипулятора «мышь» выбрать алгоритм ФГ «Опрессовка газовой горелки».</p> <p>2. При появлении сигнала: «Алгоритм проведения опрессовки завершен аварийно» установить причину невыполнения опрессовки, вызвать инженера АСУТП. При устранении причины</p>	<p>1. Проконтролировать запуск алгоритма и ход выполнения шагов (активный шаг на мнемосхеме отображается зеленым цветом). При невыполнении шага алгоритма убедиться, что все условия выполнены, если нет, то выполнить и проконтролировать возобновление работы алгоритма.</p> <p>2. Если алгоритм не возобновил работу, вызвать инженера АСУТП.</p> <p>Получить устное подтверждение об устранении причины вызвавшей невыполнение процесса опрессовки от инженера АСУТП.</p>

Окончание таблицы 7

1	2	3
	<p>невыполнения процесса опрессовки, повторить выполнение алгоритма ФГ «Опрессовка газовой горелки».</p> <p>3. При появлении сигнала «Опрессовка горелки 1 (2-6) выполнена», выполнить алгоритм ФГ «Опрессовка газовой горелки» для остальных горелок.</p>	<p>Визуальный контроль. При удачном выполнении опрессовки на мнемосхеме кнопка «пуск» становится активной (зеленый цвет).</p>
<p>5. Розжиг газовой горелки.</p>	<p>1. На мнемосхеме, с помощью манипулятора «мышь» выбрать алгоритм ФГ «Розжиг газовой горелки» для ГГ №1.</p> <p>2. При появлении сигнала «Алгоритм розжига ГГ 1 (2-6) завершен аварийно» установить причину невыполнения розжига, вызвать инженера АСУТП. При устранении причины невыполнения процесса розжига, повторить выполнение алгоритма ФГ «Розжиг газовой горелки».</p> <p>3. При появлении сигнала «Розжиг газовой горелки 1 (2-6) выполнен», выполнить алгоритм ФГ «Розжиг газовой горелки» для остальных горелок.</p>	<p>1. Проконтролировать запуск алгоритма и ход выполнения шагов (активный шаг на мнемосхеме отображается зелёным цветом). При невыполнении шага алгоритма убедиться, что все условия выполнены, если нет, то выполнить и проконтролировать возобновление работы алгоритма.</p> <p>2. Если алгоритм не возобновил работу, вызвать инженера АСУТП.</p> <p>Получить устное подтверждение об устранении причины вызвавшей невыполнение процесса розжига горелки от инженера АСУТП.</p> <p>Визуальный контроль. При удачном выполнении розжига горелки на мнемосхеме иконка пламени горелки становится активной (красный цвет).</p>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрены вопросы автоматизации процесса розжига горелок на котле ТГМ-96. Система САРГ внедряется с целью приведения котлоагрегата №8 и его системы управления в соответствие требованиям федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления» от 15 ноября 2013 года N 542. Без выполнения требований данных правил, эксплуатация котлоагрегата №8 не разрешается. Что приводит к снижению мощности отпускаемой электроэнергии на 2 очереди и снижению количества отпускаемого пара на теплофикационные нужды. При аварийных ситуациях станция получает штрафы, из-за нехватки резервного оборудования, которое можно включить взамен отключившегося.

САРГ позволяет обеспечить жесткое соблюдение технологии розжига, избежать ошибок из-за «человеческого фактора» при выполнении операций по пуску котла. Обеспечивает оперативный персонал достоверной и своевременной информацией о ходе технологических процессов.

Так же несомненным достоинством внедрения САРГ является безопасность, как оборудования, так и персонала, за счет выполнения правил взрывобезопасности. Что приведет к уменьшению количества, аварийных ситуаций и несчастных случаев на производстве.

При разработке САРГ были подобраны технические средства автоматизации, которые удовлетворяют всем требованиям нормативной документации и необходимым техническим характеристикам. Так же решающим фактором в выборе того или иного технического средства стал уже сложившийся опыт эксплуатации их в реальных производственных условиях, где на практике была доказана надежность и качество данных технических средств.

Внедрение подобранных технических средств, так же обеспечит ряд преимуществ, а именно:

- повышение точности измерения параметров и обеспечение автоматизации их обработки;
- повышение быстродействия, надёжности и качества управления за счёт внедрения интеллектуальных программируемых логических контроллеров;
- замена морально устаревшего или выработавшего свой ресурс оборудования полевого уровня на современное оборудование;
- обеспечение безопасного розжига с автоматической опрессовкой своих запорных устройств, при котором исключается вероятность загазованности в топке котла и «хлопка» при розжиге.

На основе подобранных технических средств, разработаны схемы автоматизации от общего газового коллектора до горелки котла и структурная схема САРГ.

Согласно требованиям нормативной документации разработана и описана логика работы алгоритмов ФГУ, алгоритмов дистанционного управления. Описаны технические условия и действия, выполняемые технологическими защитами для котла ТГМ-96 согласно требованиям взрывобезопасности и руководящих документов. Так же разработана методическая часть с инструкционной картой при растопке котла для оперативного персонала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматизация в промышленности. Каталог Siemens СА01 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sms-automation.ru/distribution/Siemens/catalog/> (дата обращения: 04.01.2017).
2. Автоматизация проектирования систем и средств управления [Текст] / Лебедев Г.Н., Белова Е.С., Мирзоян Л.А., и др. – М.: МАИ, 2009. – 72 с.
3. АМАКС [Электронный ресурс]. – Режим па: <http://www.amaks.ru> (дата обращения 04.01.2017)
4. Герасимов С.Г. Автоматическое регулирование котельных установок [Текст] / С.Г. Герасимов. – М.: Госэнергоиздат, 1950. – 424 с.
5. Голубятников В.А. Автоматизация производственных процессов и АСУП [Текст] / В.А. Голубятников, В.В. Шувалов. – М: Госэнергоиздат, 1978. – 376 с.
6. Гончаренко Г.Г. Современные технологии автоматизации проектирования и решения инженерных задач [Текст] / Г.Г. Гончаренко, С.А. Рогожкин, Э.В. Суров. – Под общ. ред. Г.Г. Гончаренко. – М.: МАИ, 2001. – 44 с.
7. Жила В.А. Автоматика и телемеханика систем газоснабжения [Текст]: учебник / В.А. Жила. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 238 с.
8. Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств [Текст]: учебное пособие / А.А. Иванов. – М.: Форум, 2012. – 224 с.
9. Ившин В.П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами [Текст]: учебное пособие / В.П. Ившин, М.Ю Перухин. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 400 с.
10. Ицкович А.М. Котельные установки [Текст] / А.М. Ицкович. – М.: Нашиц, 1958. – 226 с.

11. Ицкович Э.Л. Методы рациональной автоматизации производства [Текст] / Э.Л. Ицкович. – М.: Инфра-Инженерия, 2009. – 256 с.
12. Кангин В.В. Промышленные контроллеры в системах автоматизации технологических процессов [Текст]: учебное пособие / В.В. Кангин – Ст. Оскол: ТНТ, 2013 – 408 с.
13. Киреева Э.А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Текст]: учебник / Э.А. Киреева, С.А. Цырук. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 288 с.
14. Кисаримов Р.А. Практическая автоматика [Текст]: справочник / Р.А. Кисаримов. – М.: РадиоСофт, 2013. – 192 с.
15. Ктеев А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. Справочное пособие [Текст] / А.С. Ктеев. – М.: Энергоиздат, 1990. – 464 с.
16. Кузьменко Д.Я. Регулирование и автоматизация паровых котлов [Текст] / Д.Я. Кузьменко. – Москва: Энергия, 1978. – 160 с.
17. Лохматов В.М. Автоматизация промышленных котельных [Текст] / В.М. Лохматов. – Л.: Энергия, 1970. – 208 с.
18. Лысова О.А. Основы автоматизации производственных процессов [Текст] / О.А. Лысова. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2001. – 96 с.
19. Мануйлов П.Н. Теплотехнические измерения и автоматизация тепловых процессов [Текст] / П.Н. Мануйлов. – Москва: Энергия, 2001. – 248 с.
20. Мурин Т.А. Теплотехнические измерения [Текст] / Т.А. Мурин. – М.: Энергия, 1979. – 423 с.
21. Мухин В.С., Приборы контроля и средства автоматизации тепловых процессов [Текст] / В.С. Мухин, И.А. Саков. – М.: Высшая школа, 1988. – 266 с.
22. Приборы и средства автоматизации [Текст] / Каталог. М.: Информ-прибор, 1995. – 140 с.
23. Приборы и средства автоматизации. Номенклатурный перечень. [Текст] / М.: Информприбор, 1995. – 100 с.

24. Промышленные компьютеры SIMATIC IPC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://a2-system.ru/upload/catalogs/siemens/Simatic_IPC_rus.pdf (дата обращения: 04.01.2017).

25. Селевцов Л.И. Автоматизация технологических процессов [Текст]: учебник / Л.И. Селевцов. – 2-е изд. испр. – М.: Академия, 2012. – 352 с.

26. Столлкер Е.Б. Справочник эксплуатации газовых котельных [Текст] / Е.Б. Столлкер. – Л.: Недра, 1976. – 528 с.

27. Схиртладзе А.Г. Автоматизация технологических процессов [Текст]: учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, С.В. Бочкарев, А.Н., Лыков – Ст. Оскол: ТНТ, 2013 – 524 с.

28. Схиртладзе А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств [Текст]: учебник / А.Г. Схиртладзе, А.В. Федотов, В.Г. Хомченко. – М.: Абрис, 2012. – 565 с.

29. Фейерштейн В.С. Справочник по автоматизации котельных [Текст] / В.С. Фейерштейн. – М.: Энергия, 1972. – 360 с.

30. Червонный А.Л. Реле и элементы промышленной автоматики [Текст] / А.Л. Червонный. – М.: Радио и связь, 2012. – 208 с.

31. Шипетин А.И. Техника проектирования систем автоматизации технологических процессов [Текст] / А.И. Шипетин. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1976. – 496 с.

32. Шишов О.В. Технические средства автоматизации и управления [Текст]: учебное пособие / О.В. Шишов. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 397 с.

33. Emerson [Электронный ресурс]. – Режим па: <http://www2.emersonprocess.com/ru-RU/Pages/Home.aspx> (дата обращения: 04.01.2017).

ПРИЛОЖЕНИЕ А Лист задания

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра информационных систем и технологий
направление 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиль «Энергетика»
профилизация «Компьютерные технологии автоматизации и управления»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Н. С. Толстова
« ____ » _____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы бакалавра

студента 4 курса, группы ЗКТэ-402С Киселева Алексея Анатольевича

1. Тема Система автоматического розжига горелок на котле ТГМ-96
утверждена распоряжением по институту от _____ г. № _____.
2. Руководитель Чернокутов Михаил Юрьевич, ассистент кафедры ИС
3. Место преддипломной практики Среднеуральская ГРЭС
4. Исходные данные к ВКР Л.И. Селевцов «Автоматизация технологических процессов»,
Р.А. Кисаримов «Практическая автоматика», В.В. Кангин «Промышленные контроллеры в
системах автоматизации технологических процессов»
5. Содержание текстовой части ВКР (перечень подлежащих разработке вопросов)
 - 1) Назначения и цели системы автоматического розжига горелок
 - 2) Подбор технических средств автоматизации
 - 3) Разработка схем автоматизации горелок
 - 4) Описание системы автоматического розжига горелок
 - 5) Список используемых источников информации
6. Перечень демонстрационных материалов
Презентация, созданная в PowerPoint 2010

7. Календарный план выполнения выпускной квалификационной работы

№ п/п	Наименование этапа дипломной работы	Срок выполнения этапа	Процент выполнения ВКР	Отметка руководителя о выполнении
1	Сбор информации по выпускной работе и сдача зачета по преддипломной практике	20.12.2016	15 %	
2	Выполнение работ по разрабатываемым вопросам их изложение в выпускной работе:			
	Анализ литературы и нормативной документации по объекту автоматизации	28.12.2016	10 %	
	Анализ литературы и нормативной документации с целью выявления требований, предъявляемых к объекту и предмету автоматизации	03.01.2017	15 %	
	Выбор технических средств автоматизации	05.01.2017	15 %	
	Разработка схем автоматизации и структурной схемы	08.01.2017	25 %	
3	Оформление текстовой части ВКР	20.01.2017	5 %	
4	Выполнение демонстрационных материалов к ВКР	25.01.2017	5 %	
5	Нормоконтроль	02.02.2017	5 %	
6	Подготовка доклада к защите в ГЭК	05.02.2017	5 %	

8. Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Наименование раздела	Консультант	Задание выдал		Задание принял	
		подпись	дата	подпись	дата

Руководитель _____
подпись дата

Задание получил _____
подпись студента дата

9. Выпускная квалификационная работа и все материалы проанализированы. Считаю возможным допустить Киселева А.А. к защите выпускной квалификационной работы в государственной экзаменационной комиссии.

Руководитель _____
подпись дата

10. Допустить Киселева А.А. к защите выпускной квалификационной работы в государственной экзаменационной комиссии (протокол заседания кафедры от _____)

Заведующий кафедрой _____
подпись дата

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Структурная схема ПТК САРГ

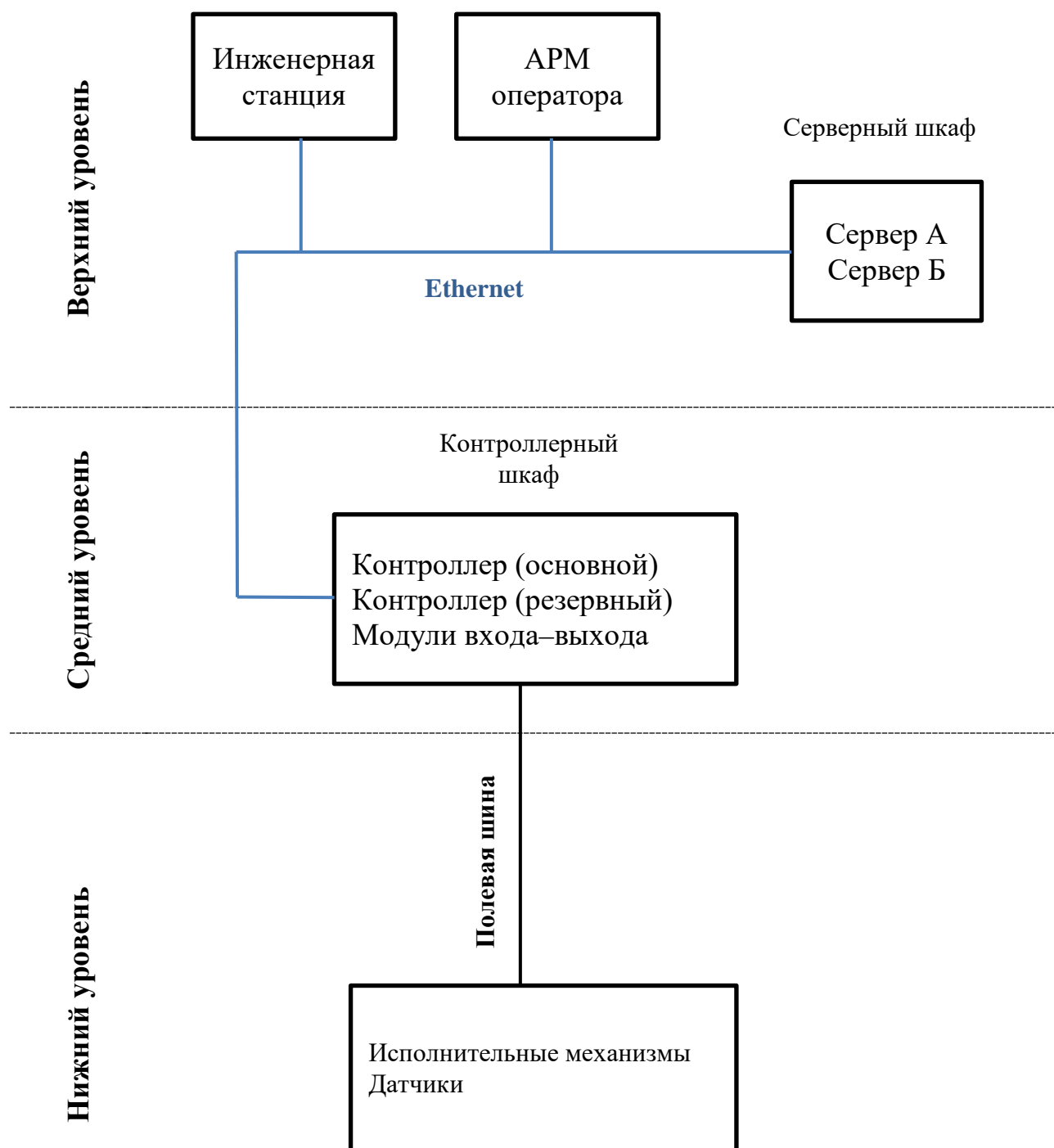


Рисунок Б.1 – Структурная схема ПТК САРГ котлоагрегата №8

ПРИЛОЖЕНИЕ В Общая схема автоматизации САГ

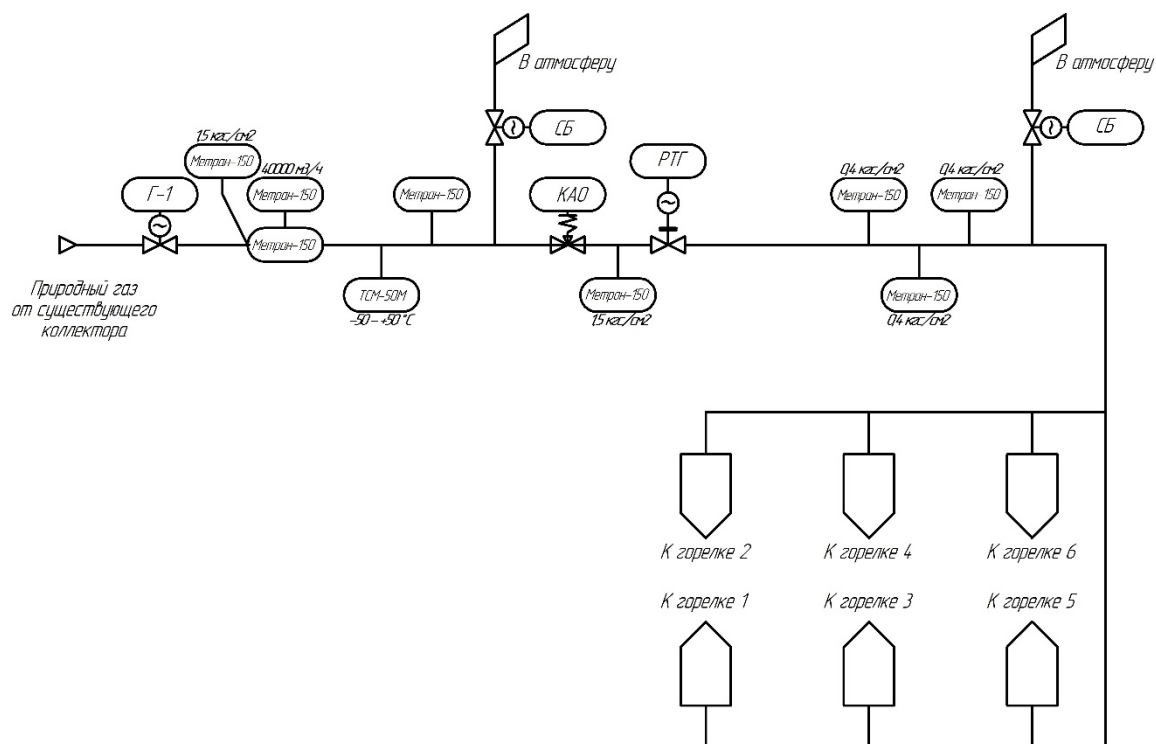


Рисунок В.1 – Общая схема автоматизации САГ котлоагрегата №8

ПРИЛОЖЕНИЕ Г Схема автоматизации горелки

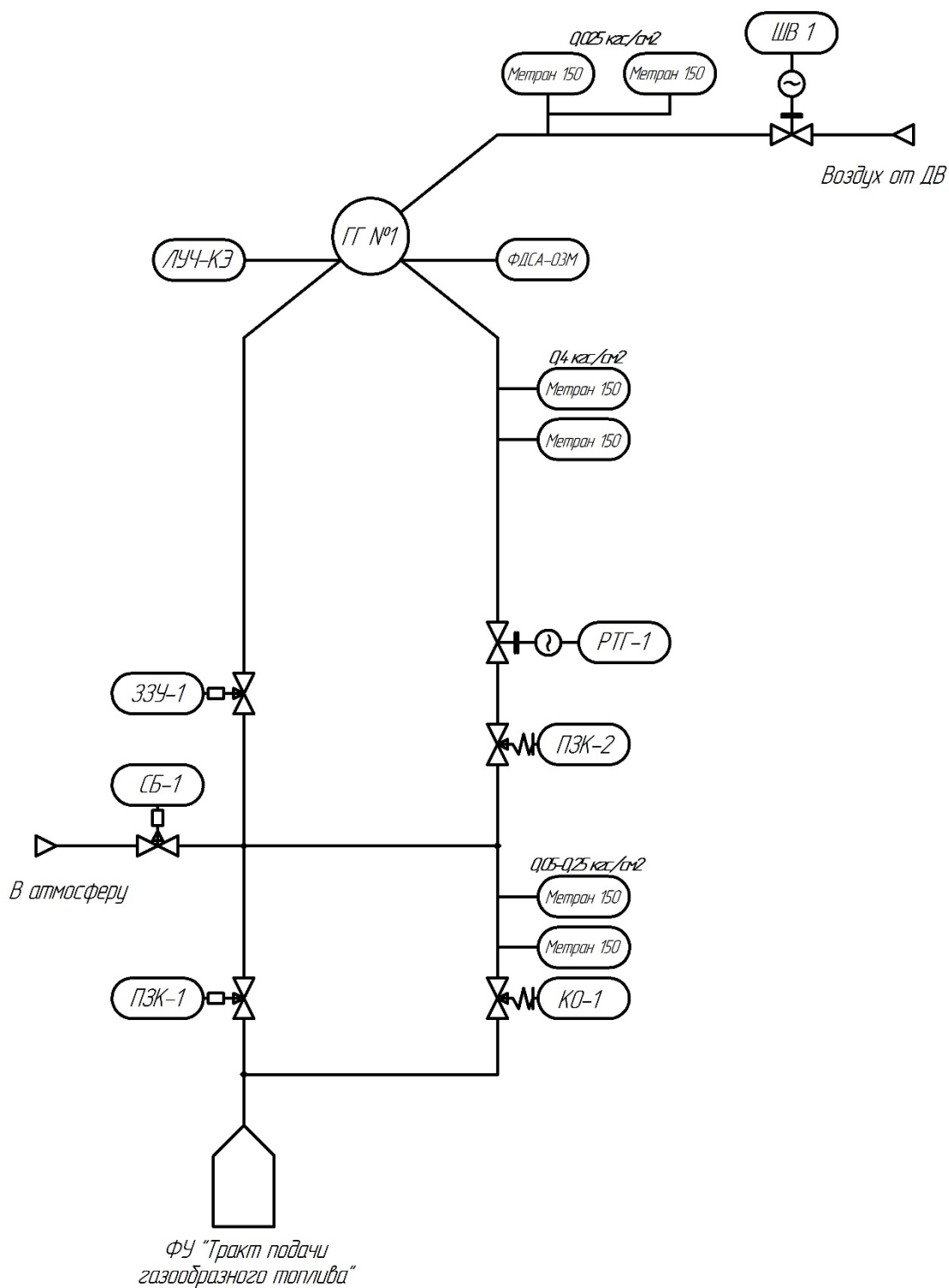


Рисунок Г.1 – Схема автоматизации горелки САРГ котлоагрегата №8