

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра «Техника, технологии и строительство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент
_____ К.М. Виноградов
_____ 2021 г.

Разработка автоматизированной системы управления миникотельной

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–13.03.02.2021.373.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы,
доцент
_____ В.Д. Константинов
_____ 2021г.

Автор работы
студент группы ДО – 514
_____ Д.И. Никифорова
_____ 2021г.

Нормоконтролер,
преподаватель
_____ О.С. Микерина
_____ 2021г.

Челябинск 2021

АННОТАЦИЯ

Никифорова, Д.И. Разработка автоматизированной системы управления миникотельной - Челябинск: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», ИОДО; 2021, 66 с., 30 ил., библиографический список – 13 наименований, 6 листов чертежей ф.А3.

Задачей данной работы является автоматизация процесса управления котельным оборудованием. Процесс модернизации осуществляется за счёт внедрения температурных датчиков, интеллектуального реле и составления алгоритма управляющей программы.

Применение данного проекта автоматизации позволит снизить различные виды расходов затрачиваемые на отопление и ГВС жилого комплекса.

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Никифорова Д.И.			Разработка автоматизированной системы управления миникотельной	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Константинов В.Д.					4	66
Реценз.						ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» ИОДО		
Н. Контр.		Микерина О.С.				Кафедра «ТТС» гр.ДО-514		
Утверд.		Виноградов К.М.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	8
1.1 Описание процесса работы миникотельной	8
1.2 Исходные данные для проектирования	9
1.2.1 Характеристика объекта автоматизации	9
1.2.2 Характеристика технологического оборудования	12
1.2.3 Характеристика применяемых в процессе материалов	13
1.2.4 Недостатки котельной в базовом варианте	14
2 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗАЦИИ	16
2.1 Описание основных функций автоматизации	16
2.1.1 Отопительные контуры	16
2.1.2 Принцип погодозависимого регулирования	17
2.1.3 Пользовательские функции	20
2.1.4 Сервисные функции	21
2.2 Назначение и разработка алгоритма общекотловой автоматики ко- тельной	22
2.3 Назначение технологической сигнализации в общекотловой автома- тике котельной	24
3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ	26
4 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ И МЕСТ ИХ УСТАНОВКИ	32
5 РАСЧЕТ И НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ	43
5.1 Расчет регулирующего клапана	43
5.2 Настройка контроллера ECL Comfort 300	47
6 РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО- ГО РЕЛЕ	52
6.1 Разработка алгоритмов управления	52
6.2 Разработка блок-схемы управляющей программы	53
6.3 Апробация работы программы интеллектуального реле	55
7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЩИТА АВТОМАТИКИ И СИГНАЛИЗАЦИИ	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	65
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	66

ВВЕДЕНИЕ

Современное промышленное производство невозможно без автоматизации. Широта автоматизации управления различными процессами на том или ином предприятии или объекте во многом характеризует общий уровень и культуру производства на данном предприятии, или же уровень и совершенство данного технического объекта. Передовые области промышленности и энергетики немыслимы без широкой и полной автоматизации управления. Облегчая труд человека, повышая культуру человеческого труда во всех ее видах, устраняя различия между физическим и умственным трудом. Автоматизация в то же время в сотни раз повышает производительность труда, позволяет полнее удовлетворять многообразные потребности человека. Автоматизация делает практически осуществимым целый ряд таких производств и новых видов технологий, которые без нее были бы невозможны.

При автоматизации котельной автоматизируются все основные и вспомогательные технологические процессы. Это ведет к освобождению обслуживающего персонала от необходимости регулировать эти процессы вручную. Внедрение специальных автоматических устройств способствует безаварийной работе оборудования, исключает случаи травматизма, предупреждает загрязнение атмосферного воздуха. В последние годы все большее внимание уделяется вопросам комплексной автоматизации котельных. И это не случайно: в какой энергетике сжигается свыше 50% всего топлива, добываемого в стране. Учитывая, что автоматизация процессов горения дает до 10% экономии топлива, становится ясным повышенный интерес к комплексной автоматизации котельных.

Автоматизация котельной включает в себя автоматическое регулирование, дистанционное управление, технологическую защиту, теплотехнический контроль, технологические блокировку и сигнализацию. Автоматическое регулирование обеспечивает нормальный ход непрерывно протекающих процессов в котле и системе водоподготовки.

Дистанционное управление позволяет дежурному персоналу пускать и останавливать котёл, а также переключать и регулировать его механизмы на расстоянии с пульта управления, где сосредоточены устройства управления. Технологический контроль работы котла и оборудования осуществляется с помощью показывающих приборов, действующих автоматически. Приборы ведут непрерывный контроль процессов, протекающих в котле.

Устройства технологической сигнализации информируют дежурный персонал о состоянии оборудования. В котельной применяют световую и звуковую сигнализацию.

Планируя устройство домашнего отопления, лишь немногие рассматривают возможность работы котельного оборудования с современными системами автоматики. А ведь такие системы получают в настоящее время широкое распространение и призваны повысить комфорт жилища и значительно сократить расходы на его обогрев.

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Данная выпускная работа разрабатывается с целью модернизации базового варианта оснащения системы управления котельной малой производительности, средствами, отвечающими современному уровню развития технических средств автоматизации производственных процессов. Для реализации этого проекта автоматизации необходимо решить следующие задачи:

- всесторонне проанализировать базовую систему управления;
- спроектировать технические средства реализации проекта;
- наполнить систему управления информационным, программным и технологическим обеспечением.

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

1.1 Описание процесса работы миникотельной

В современном развитом мире жизнь человека становится все более комфортной, поэтому максимальное удобство во всем уже стало нормой, а не исключением. Например, сейчас невозможно себе представить жилой дом, в котором отсутствуют коммуникации. Одну из важных ролей в создании комфорта играет отопление и горячее водоснабжение. Не всегда есть возможность подключить здание к центральному отоплению, в таком случае на помощь приходят миникотельные.

Миникотельная — это автономная установка включающая в себя совокупность устройств, система, в которой сжигается энергоноситель, за счет этого вырабатывается тепло и горячая вода. Тепло и горячее водоснабжение в дальнейшем передаются в другие помещения и здания.

Существует несколько критериев, которые следует учесть, при проектировании мини котельной.

Виды используемого энергоносителя:

- Газ;
- Жидкое топливо;
- Твердое топливо;
- Комбинированное (газ, жидкое горючее);
- Электричество (электроэнергия).

Местоположение котельной:

– встроенная в доме, без отдельного помещения. Все оборудование расположено в коридоре или на кухне. Такой вариант в основном подходит только для маленьких котлов, не создающих неудобств в быту и угроз для безопасного проживания;

– котельная, расположенная в отдельном помещении дома. Для этого выделяется небольшая комната, полы, потолки и стены которой отделаны негорючими материалами. В ней располагается котел, насосная установка, бойлер и остальное оборудование. Такая котельная удобна в обслуживании и пополнении запасами топлива;

– котельная, размещенная в пристройке – такой вариант рекомендован для систем, издающих при работе много шума;

– котельная в обособленном здании – котел в этом случае расположен вне дома. Такие котельные строятся в том случае, если обогрев выполняется мощным газовым котлом, размещать который в жилом здании небезопасно.

Тепловые схемы котельной делятся на два типа - открытый вид, закрытый вид.

Открытые — здесь теплоноситель контактирует с воздухом, соответственно, тепло частично теряется. Отопление открытого типа не имеет повышенного давления, которое нагнетается искусственно. В сети устанавливается открытый расширительный бак. Он нужен для компенсации теплового расширения жидкости, монтируется в наивысшей точке контура. Компенсационная емкость одновременно служит воздухоотводчиком.

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

Закрытые — более популярная схема. В состав системы входит котел, обеспечивающий горячим теплоносителем систему отопления, водонагревательный контур и замкнутый трубопровод горячего водоснабжения. Циркуляция теплоносителя осуществляется принудительно посредством насоса.

Чтобы получить представление о том, как работает газовая котельная, необходимо рассмотреть стандартный набор оборудования для газовых котельных, чаще всего в него входят следующие блоки:

- Котел;
- Горелки;
- Насосы;
- Теплообменная система;
- Автоматика;
- Устройства водоочистки;
- Расширительный бак;
- Дымоход.

Так же нужно учесть, что оборудование подбирается в соответствии с особенностями объекта и не всегда оборудование будет строго соответствовать стандартному набору.

Ознакомимся более подробно с принципом работы котельной на газовом энергоносителе. Принцип работы газовой котельной понять несложно. Топливо из магистрального газопровода, газгольдера или баллона подается на горелку прибора. Она обеспечивает сгорание газа в топочной камере. Во время этого процесса выделяется тепло, нагревающее теплоноситель, непрерывно циркулирующий в системе, проходящий через теплообменник газового котла.

Теплоноситель (горячая жидкость) направляется в распределительный коллектор, в котором она распределяется по отопительным контурам — радиаторам отопления, теплым полам, следует в бойлер горячего водоснабжения. Преодолев весь путь, жидкость остывает, по обратной линии она снова возвращается в котел для нагрева. Цикл замыкается.

1.2 Исходные данные для проектирования

1.2.1 Характеристика объекта автоматизации

Для теплоснабжения и горячего водоснабжения жилого дома и бани в отдельном помещении дома размещается котельная с двумя водогрейными котлами фирмы Wolf(Германия) марки CNG-35 тепловой мощностью 35 кВт. Схема теплоснабжения – двухтрубная, закрытая. Нагретая до температуры 90°C прямая сетевая вода подается в общий коллектор, откуда поступает в системы отопления дома и бани. Для компенсации расширения воды при повышении и понижении температуры и поддержания давления в системе отопления, предусматривается установка расширительного мембранного бака. Восполнение потерь и утечек в тепловой сети происходит производится из хозяйственно-питьевого водопровода. Вода поступает в котельную с температурой 5°C. Горячая вода для системы горя-

						13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			9

чего водоснабжения приготавливается в ёмкостном водонагревателе фирмы Wolf марки SE-2 300 (ёмкость 300л).

Котлы и котельно-вспомогательное оборудование размещаются в помещении котельной, размером 5х4 м. Высота помещения котельной до низа выступающих строительных конструкций 2,6 м. Отвод дымовых газов от котлов осуществляется индивидуальными дымовыми трубами, диаметром устья 0,18 м. В верхней части помещения котельной предусмотрена решетка для естественной вентиляции. Котельная работает в ручном режиме, в присутствии обслуживающего персонала.

План расположения оборудования котельной в базовом варианте изображён на рисунке 1.1.

Водогрейные котлы Wolf CNG-35 предназначены для нагрева воды, которая используется для горячего водоснабжения и отопления двух контуров. Вода, идущая к потребителю, называется прямой, а возвращающая обратно от потребителя в котел – обратной. Котлы, в соответствии с рекомендацией производителя включены по схеме с насосом на перемычке между прямым и обратным трубопроводами для защиты от низкотемпературной коррозии. Вода используется химически очищенная, так как содержащиеся в природной воде растворимые газы (кислород и углекислота) разрушают металл котельного агрегата и трубопроводы. Также использование природной воды приводит к отложению накипи, которая вызывает перегрев металла вследствие ухудшения отвода тепла. Нагрев воды происходит за счет тепла, выделяющегося при сжигании топлива.

В котлах, применяемых в выпускной квалификационной работе, используется атмосферная горелка. Основным преимуществом атмосферных горелок является их эксплуатация без наддувных вентиляторов для принудительной подачи воздуха.

Процесс сжигания газа состоит из последовательно протекающих стадий:

- а) образование гомогенной газозооной смеси (топлива и окислителя);
- б) подогрев смеси до температуры воспламенения;
- в) химическое реагирование – собственно реакция горения [13].

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

План размещения оборудования котельной (базовый вариант)

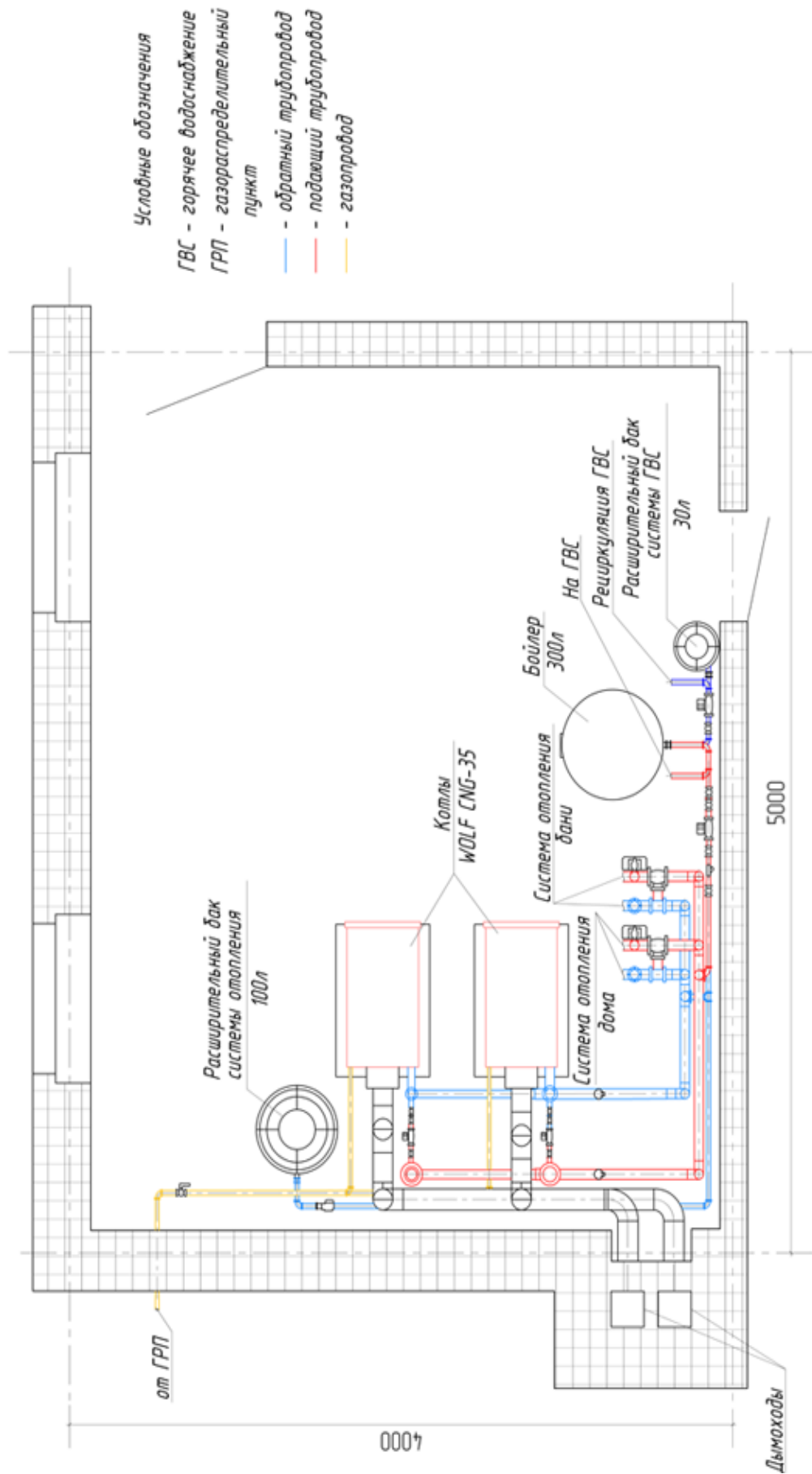


Рисунок 1.1 – План расположения оборудования котельной в базовом варианте

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

Лист

11

Горючая смесь, которая образуется в горелке, воспламеняется и отдает тепло в топочную камеру. В результате процесса горения образуются газообразные продукты – дымовые газы. При сжигании природного газа котлы характеризуются очень низким уровнем выделения вредных веществ. Без охлаждения пламени обеспечивают соблюдение предельных значений, предусмотренных знаком экологической безопасности "Голубой ангел". Подогрев газозвоздушной смеси и химическая реакция горения протекают очень быстро. Основным фактором длительности горения является время, затраченное на перемешивание газа с воздухом в горелке. Если достигнуть соотношения расхода воздуха в соответствии с подачей топлива, процесс сжигания будет осуществляться с максимальной экономичностью.

1.2.2 Характеристика технологического оборудования

Газовый чугунно-секционный котел с атмосферной горелкой CNG-35 изготовлен в соответствии с DIN EN 303 и предназначен для систем отопления с использованием насосов отопительного контура и температурой воды в подающей линии до 110⁰С, допустимым рабочим избыточным давлением 4 бар [10]. Основные технические характеристики котла представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики котла CNG-35

Тип	CNG -35	
	Мощность	кВт
Нагрузка	кВт	38,4
Объем воды в котле	л	13,8
Макс. допустимая температура в подающей линии	°С	110
Макс. избыточное давление котла	бар	4
Гидравлическое сопротивление сети	мбар	20
Число секций	6	
Номинальный расход газа:		
природный газ Е	м ³ /час	4,07
сжиженный газ пропан	кг/час	3,03
Давление подключения газа:		
природный газ Е	мбар	20
сжиженный газ бутан и пропан	мбар	50
Необходимый напор котла	Па	3
Температура отходящих газов	°С	110
Габаритные размеры В x Ш x Д	мм	835 x 660 x 860
Вес котла	кг	172
Напряжение подключения	230 В / 50 Гц / 10 А	

Основные функциональные блоки и элементы котла Wolf CNG-35 представлены на рисунке 1.2.

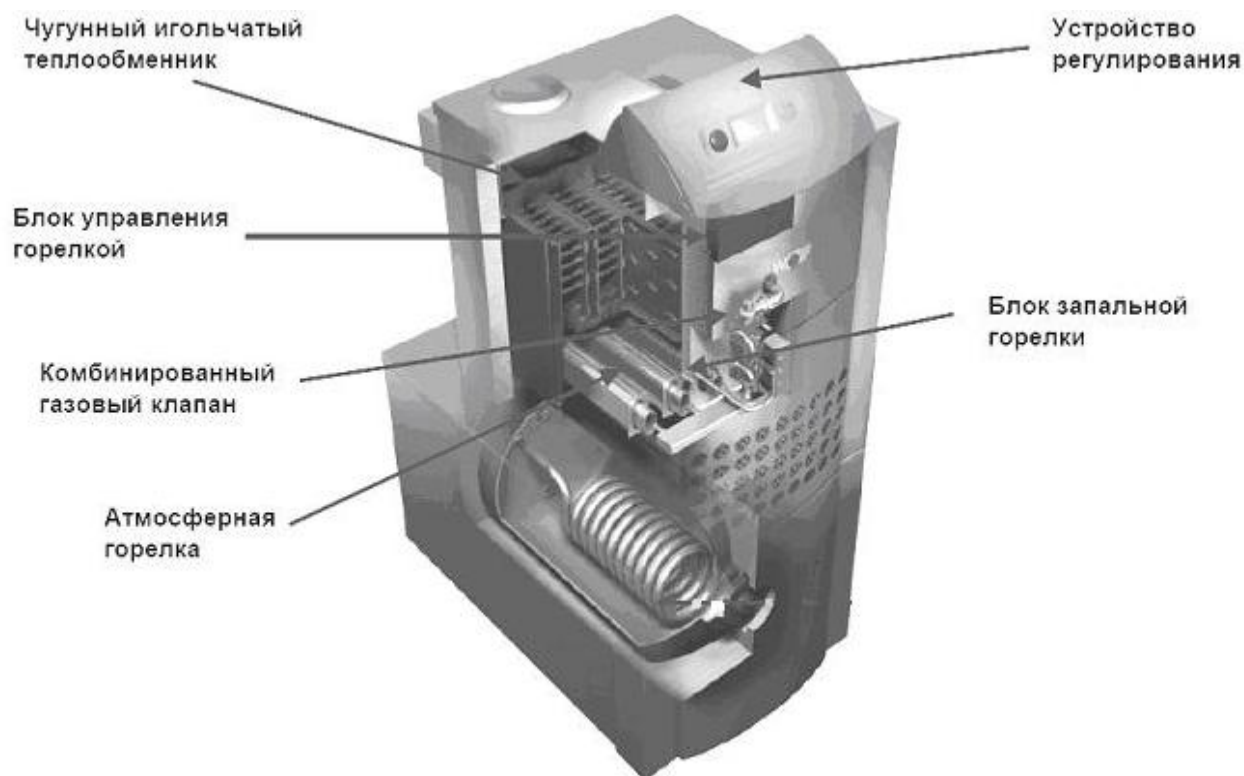


Рисунок 1.2 – Элементы конструкции котла

1.2.3 Характеристика применяемых в процессе материалов

Исходные продукты – вода, воздух, газ. Готовый продукт – горячая вода.

Вода – жидкость, не имеющая цвета и запаха. Химическая формула – H_2O . Вода, поступающая в котел, проходит химическую очистку и деаэрацию, и не должна содержать соли, газы. Основные показатели воды после очистки поступающей в котел: жесткость не более 20 мкг.экв/кг, солесодержание 245 мг/кг, щелочность $pH = 7$, содержание уголекислоты недопустимо, содержание O_2 до 30 мкг/кг, вязкость $\mu = 0,135$ спз, плотность $\rho = 1006,7$ кг/м³.

Газ используется природный. Газовое топливо представляет собой смесь горючих и негорючих газов (метан, этан, пропан, бутан, водород, окись углерода, азот, углекислый газ, кислород). Основным элементом газовой смеси является метан. Это газ без цвета, почти без запаха, практически нерастворим в воде, химически малоактивен. Химическая формула CH_4 .

Жаропроизводительность газа 2040 °С. Плотность газа – в 2 раза легче воздуха. Теплота сгорания: $Q_H = 8500$ ккал/м³, $Q_B = 9500$ ккал/м³. Пределы воспламенения: нижний 5%, верхний 15%.

В состав воздуха входят:

– азот 78,8%;

						13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			13

- кислород 20,95%;
- инертные газы 0,94%;
- углекислый газ 0,03%.

Готовым продуктом является вода с максимальной температурой 110⁰С. Эта вода используется для горячего водоснабжения и отопления.

1.2.4 Недостатки котельной в базовом варианте

Котельная – это сложный технологический объект, требующий постоянного внимания обслуживающего персонала. В базовом варианте котельная представляет собой работоспособную систему отопления контуров жилого дома и бани, а также систему горячего водоснабжения (далее ГВС). На рисунке 1.3 изображены основные проблемы, возникающие при эксплуатации котельной.

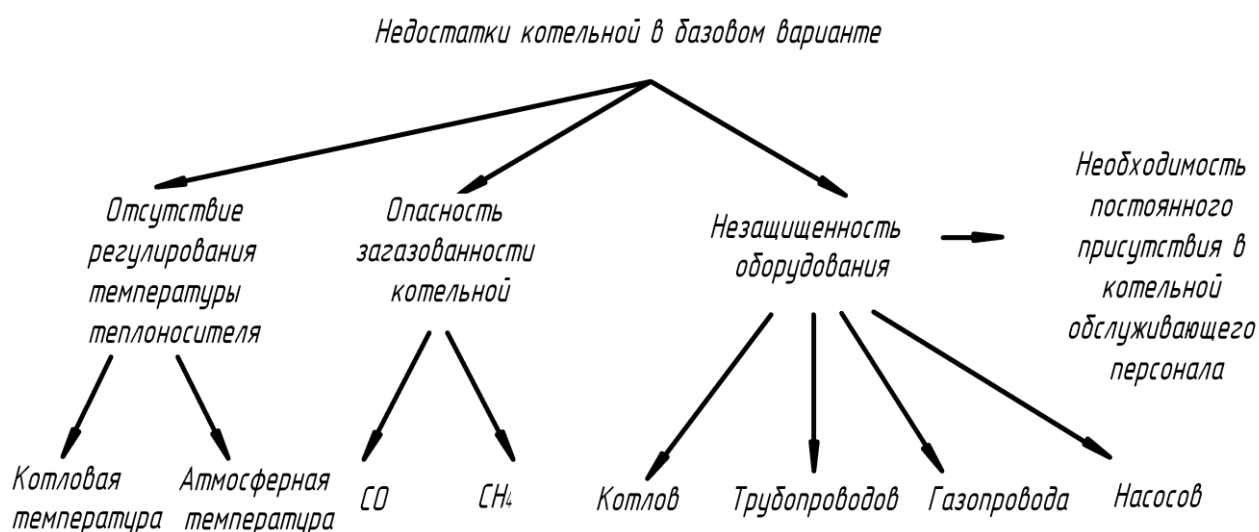


Рисунок 1.3 – Недостатки котельной в базовом варианте

Отсутствие регулирования температуры теплоносителя, в современном его понимании, резко ограничивает потенциал котельной. Ведь именно эта функция позволяет снизить расходы на топливо, существенно повысив комфорт в здании.

В базовом варианте котельной отсутствуют газоанализаторы на содержание в воздухе помещения котельной взрывоопасных и вредных газов. Эти газы – неотъемлемая часть процесса работы котельной, но никакое оборудование не может быть на 100% надежным и возможно появление газов в воздухе в результате нарушения герметичности дымохода и газопровода, а также в случае их механического повреждения [6].

Так как котельная в базовом варианте не оборудована технологической сигнализацией, а человеческий фактор всегда имеет место быть, то возможно возникновение аварийных ситуаций, таких как: взрыв котлов, размораживание системы отопления, выход из строя атмосферной горелки, поломка насоса и т.п. В таких

ситуациях рядовой работник котельной может не сориентироваться, запаниковать и допустить еще более внушительные разрушения.

Все эти проблемы приводят к необходимости круглосуточного наблюдения за основными изменяющимися параметрами (давление, температура) обслуживающим персоналом котельной.

Выводы по разделу один

Рассмотрев общее описание технологического процесса работы котельной, изучив объект предстоящей автоматизации, характеристики оборудования, можно сделать вывод, что автоматизация системы управления котельной является необходимой частью модернизации объекта и поможет решить часть проблемы, возникающие при эксплуатации котельной базового варианта.

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

2 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗАЦИИ

2.1 Описание основных функций автоматизации

Современную котельную невозможно представить себе без систем автоматики, объединивших все последние достижения в области управления тепловыми потоками. Примечательно, что для большинства людей до сих пор, к сожалению, основным критерием качества системы отопления остается принцип "греет - не греет". И хотя он совершенно неприменим к автоматизированным отопительным системам, мало кто оценивает значимость установки в своей котельной специальной автоматики, которая бы обеспечивала максимальный уровень теплового комфорта в доме.

На сегодняшний день существенно снизить затраты на отопление и заодно сформировать благоприятный температурный фон в доме под силу только современной системе терморегулирования. Это происходит за счет оптимизации работы всех компонентов отопительного оборудования [5].

2.1.1 Отопительные контуры

Реализация автоматизированного погодозависимого отопления усложняется тем, что в современной практике управлять приходится не одним контуром отопления дома, а системой с несколькими контурами. Попробуем их охарактеризовать:

– почти всегда есть контур радиаторного отопления. Чтобы эффективно им управлять, необходимо поддерживать температуру подающей линии в пределах 50-85°C. Иногда устанавливается несколько таких контуров, например на разных этажах дома, причем температура в них тоже может быть разной;

– если не установлены самостоятельные электрические или газовые водонагреватели, тогда, как правило, предусматривают высокотемпературный (до 70-85°C) контур подогрева бойлера горячего водоснабжения. Температура теплоносителя в нем должна быть постоянной;

– требования к комфорту неизменно растут, и сегодня многие потребители заказывают дополнительную установку одного или нескольких контуров водяных теплых полов. Это - низкотемпературные системы с изменяемой температурой подающей линии (30-55°C);

– если есть бассейн, воду в нем, наверное, захочется иметь теплой. Для этого может быть смонтирован специальный контур системы подогрева воды в бассейне. Он высокотемпературный, с постоянной температурой теплоносителя 70-85°C.

Расход воды через радиаторный и контур теплых полов может быть переменным. Это происходит в тех случаях, когда, например, на радиаторах установлены термостатические клапаны с термоголовками, функция которых заключается в изменении расхода теплоносителя именно через них и, соответственно, через весь отопительный контур в целом. Точно так же на распределительном коллекторе системы теплого пола могут быть установлены отдельные терморегуляторы.

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

2.1.2 Принцип погодозависимого регулирования

Поясню, каким образом осуществляется поддержание комнатной температуры с учетом изменений уличной. При настройке контроллера устанавливается так называемая температурная кривая, отражающая зависимость температуры теплоносителя в отопительном контуре от изменения погодных условий снаружи. Эта кривая представляет собой линию, одна точка которой соответствует $+20^{\circ}\text{C}$ на улице (при этом температура теплоносителя в отопительном контуре тоже равна $+20^{\circ}\text{C}$, поскольку считается, что при таких условиях в отоплении нет необходимости). Вторая точка – это температура теплоносителя (скажем, 70°C), при которой даже в самые холодные сутки отопительного сезона температура в комнате будет оставаться заданной (например, 23°C). В случае если здание утеплено недостаточно, для компенсации теплопотерь потребуется несколько большая температура теплоносителя в отопительном контуре. Соответственно, наклон кривой будет крутым. И наоборот, если с теплоизоляцией дома все в порядке.

Если установить, например, как показано на рисунке 2.1, температурный график в положение «15», при наружной температуре минус 20°C в отопительный контур будет подаваться вода с температурой 70°C , при нулевой наружной температуре – 50°C . При этом во всех случаях температура в помещении будет 20 градусов Цельсия.

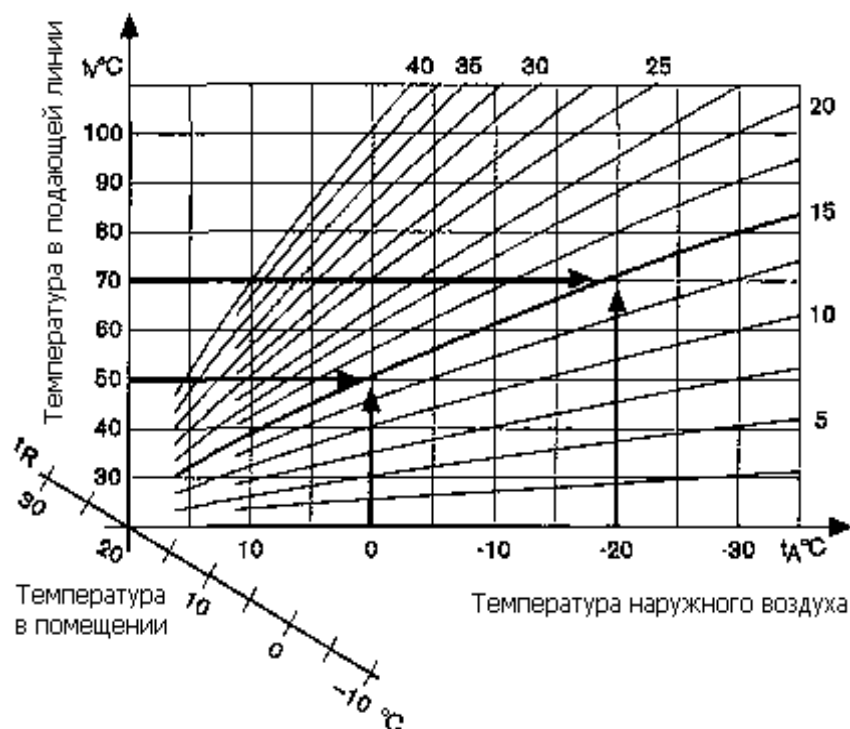


Рисунок 2.1 – Отопительный график

Если требуется иная температура в отапливаемом помещении, достаточно просто изменить ее на регуляторе. В результате температура воды в подающей

линии изменяется цифровым регулятором таким образом, что вскоре достигается и поддерживается новое значение температуры в помещении.

Если приемник дистанционного управления установлен в жилом помещении, может производиться автоматическая адаптация отопительного графика с помощью интегрированного температурного датчика. В зависимости от тепловых характеристик здания оптимальный отопительный график устанавливается без дополнительных установочных издержек. На рисунке 2.2 показан прибор дистанционного управления фирмы Weishaupt.



Рисунок 2.2 – Пример устройства дистанционного управления

В данном устройстве с помощью переключателя режимов работы последние могут легко изменяться пользователем. Для каждого контура отопления имеются в распоряжении 3 временные программы отопления. Имеется также возможность эксплуатации с нормальным или пониженным уровнем температуры, режим ожидания (отопление и горячее водоснабжение отключены) и режим «лето» (отопление выключено, горячее водоснабжение включено).

После выбора режима пользователем регулятор немедленно переключает систему на работу в заданном режиме. Тем самым для пользователя создается возможность легкого и удобного корректирования режима работы автоматического регулятора в соответствии с собственными актуальными требованиями к комфортности отопления. Иначе говоря, без проблем обеспечивается индивидуальное приспособление регулятора к запросам конкретного потребителя.

Как правило, для создания максимального уровня теплового комфорта, а также для экономии топлива одного-единственного уличного датчика бывает недостаточно. Поэтому часто монтируют дополнительный датчик внутри обогреваемого помещения. Наличие сразу двух датчиков, и комнатного и уличного, позволяет точно отслеживать и оперативно корректировать температуру в помещениях дома.

Обычно датчик комнатной температуры устанавливается в так называемом эталонном помещении - температура в нем будет соответствовать вашему понятию о комфортном тепловом фоне. Это помещение не должно нагреваться прямыми солнечными лучами и продуваться сквозняками. Установка комнатного датчика делает возможным включение режима самоадаптации, при котором отопительная кривая подбирается под соответствующее помещение автоматически - самим микрокомпьютером панели управления. Кроме того, часто комнатный датчик интегрируют в термостат, с помощью которого можно задавать нужную температуру и ее средний уровень во всем доме.

Очень важным аспектом применения термостата является опять же экономия топлива. Каким образом она осуществляется? Допустим, в помещении, где установлен датчик, собрались гости и произошло повышение температуры на 2°C вследствие естественного тепловыделения людей. Панель управления улавливает эти изменения и дает команду на снижение температуры теплоносителя в данном контуре, хотя уличный датчик может требовать как раз обратного. Уменьшение расхода тепла на обогрев этого помещения естественным образом экономит топливо. Но существуют здесь и проблемы. Если затопить в комнате, где установлен термостат, камин или надолго оставить открытым окно, это может привести к изменению температуры во всем доме. Для учета подобных факторов во многих системах предусматривают возможность внесения поправок в алгоритм управления путем установки коэффициента влияния комнатного датчика на характер отопительной кривой. Но вообще специалисты просто не рекомендуют устанавливать устройства измерения комнатной температуры вблизи каминов, входных дверей, окон и других источников тепла или холода, способных внести погрешность в результаты измерений.

Следует обратить внимание и на то, что установка одного только комнатного термостата, без датчика наружной температуры, существенно увеличивает инерционность системы терморегулирования. Изменения в тепловом фоне будут происходить с запозданием, поскольку автоматика начнет действовать лишь тогда, когда температура в доме, например, понизится, а это произойдет уже позже реального похолодания на улице.

						13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			19

2.1.3 Пользовательские функции

К пользовательским функциям прежде всего относятся различные программы отопления, которые позволяют адаптировать режим обогрева дома к ритму жизни его обитателей (сон и бодрствование, отпуска, посменная работа). Аналогичным образом выбираются программы для горячего водоснабжения. Если пользователя не устроит ни одна из того стандартного набора, который предлагается производителем, можно составить свою индивидуальную – как для отопления, так и для горячего водоснабжения.

Режим "спокойной ночи". Практически во всех системах имеется возможность установки так называемой ночной температуры. Учеными доказано, что спящий человек чувствует себя гораздо более комфортно, когда температура в помещении несколько понижается (обычно на 4°C) относительно дневной комнатной (очевидно, такая реакция сформировалась у людей в ходе эволюции и отражает их адаптацию к естественным перепадам температуры в дневные и ночные часы). В то же время все тепловые процессы инерционны, и если, например, задать время начала дневной программы на момент вашего пробуждения, то, встав с постели, вы почувствуете некоторый дискомфорт из-за того, что комната еще не успела согреться после ночи. Чтобы устранить этот недостаток, во многих современных контроллерах используют режим предварительного прогрева помещения (иногда называемый плавным выходом из ночного режима), в соответствии с которым за несколько часов до вашего подъема температура в доме начинает плавно повышаться. Подобную функцию имеют, например, контроллеры семейства Diematic от DE DIETRICH или Logamatic 4000 от BUDERUS (рисунок 2.3).

Низкотемпературные системы. На современном уровне развития отопительной техники наблюдается тенденция к переходу на низкотемпературный режим отопления. Иными словами – к уменьшению рабочей температуры отопительных приборов. Это ведет к более комфортному восприятию теплового излучения человеком. Важнейшим достоинством низкотемпературного режима является уменьшение расхода топлива. Эксплуатировать систему отопления в низкотемпературном режиме позволяет также установка автоматики.

Система приоритетов. К одной из важных функций систем автоматического регулирования относят возможность организации управления горячим водоснабжением. Оно бывает приоритетным, смешанным и неприоритетным. Самый распространенный, приоритетный метод не лишен недостатков: во время потребления горячей воды система отопления попросту отключается. Обычно это не приводит к тому, чтобы в доме похолодало. Способ смешанного приоритета позволяет использовать для обогрева дома ту часть мощности котла, которая не применяется для приготовления горячей воды. Впрочем, при недостатке мощности на последнюю тратится весь ресурс. А что такое "неприоритетное горячее водоснабжение", можно понять уже из названия.

										Лист
										20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.03.02.2021.373.00 ПЗ



Рисунок 2.3 – Контроллер Logamatic 4000

Защита от замерзания. Как только наружная температура опустится ниже определенного значения, автоматика сама запустит котел и будет поддерживать определенную температуру в системе отопления для предотвращения ее размораживания.

"Умный дом". Последние модели контроллеров предоставляют возможность как удаленного доступа к себе по телефонной линии или мобильной связи стандарта GSM, так и своей интеграции в систему "Умный дом". Эту опцию имеют устройства таких производителей отопительной техники, как VIESSMANN, BUDERUS, DE DIETRICH и др. Подобные устройства позволяют на расстоянии контролировать температуру в доме и вовремя узнавать о любых неполадках.

2.1.4 Сервисные функции

Чистый воздух. Для снижения количества вредных выбросов в воздух многофункциональная автоматика способна оптимизировать работу горелки. В установочных параметрах современных контроллеров минимальная продолжительность горения задана изначально. Это исключает работу горелки в режиме "старт-стоп", плохо влияющем как на ресурс оборудования, так и на экологию. Дело в том, что больше всего вредных выбросов образуется именно в момент розжига. Это происходит за счет неполного сгорания топлива. По умолчанию минимальное время работы горелки обычно составляет не менее одной минуты. Так что, приобретая современную систему управления, вы заботитесь не только о своем кошельке, но и о своем здоровье.

Плавный пуск. Интересной функцией является так называемая разгрузка пуска. В момент первого (холодного) включения котла или после его длительного простоя в топке обычно наблюдается усиленное образование конденсата. Как

правило, это смесь кислот, неблагоприятно воздействующих на внутренние элементы устройства. Именно для устранения такого неприятного явления многие системы управления и позволяют производить пусковую разгрузку. Суть ее заключается в том, что непосредственно в момент включения отопления циркуляционные насосы еще не работают, поэтому теплоноситель, находящийся в котле, достаточно быстро нагревается до 40-60°C. Именно этот диапазон считается безопасным в смысле образования конденсата, а значит, время вредного воздействия последнего существенно сокращается. После достижения нужной температуры включаются насосы отопительных контуров и система начинает работать в заданном режиме.

"Выбег" насосов. Во многих современных системах можно задавать время "выбега" насосов. Эта функция позволяет предотвратить возможный перегрев котла. Дело в том, что в котлах (особенно чугунных) наблюдается повышение температуры котловой воды уже после отключения горелки. Виной тому происходящий внутри металла теплообмен, направленный от поверхности, обращенной к топке, к той, которую омывает теплоноситель. Процесс будет происходить до тех пор, пока температуры внутренней и наружной поверхностей не сравняются, при этом может наступить перегрев котла. Вот почему важно не останавливать циркуляционные насосы сразу, а давать им еще какое-то время поработать.

Интересный путь решения этой проблемы предложили специалисты компании BUDERUS в панелях серии Logamatic 4000, создав функцию "использование остаточного тепла". При нагреве теплоносителя котел достигает не максимальной температуры, а лишь определенной расчетной, при которой автоматика отключает горелку, а нагрев продолжается уже за счет описанного выше эффекта. Выделяемая энергия, разумеется, не пропадает зря, а используется для получения горячей воды в бойлере.

Летнее ТО. Многие системы регулирования имеют функцию деблокирования насосов. Она реализована, к примеру, в контроллерах серии Е6 от KROMSCHRODER, в панелях управления Vitotronic от VIESSMANN, Digi Comfort от WOLF и многих других. Долго не работающий циркуляционный насос может заклинить, вот поэтому в летний период, во время длительного бездействия, их желательно на некоторое время все же включать.

2.2 Назначение и разработка алгоритма общекотловой автоматики котельной

Общекотловая автоматика должна в отсутствие людей управлять всей котельной. Общекотловую автоматику можно рассматривать только совместно с принятой на раннем этапе проектирования гидравлической схемой котельной, так как общекотловая автоматика может полноценно работать только с гидравлической схемой котельной, для которой она создавалась.

Из многих параметров характеризующих процесс, необходимо выбрать те, которые подлежат регулированию и изменением которых целесообразно вносить регулирующее воздействие. Для этого необходимы результаты анализа целевого назначения процесса. Исходя из результатов анализа, выбираем критерий управ-

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

ления, его заданное значение и параметры, изменением которых наиболее целесообразно на него воздействовать. Последнее осуществляется на основе статических и динамических характеристик процесса, дающих представление о взаимозависимости параметров.

Показателем эффективности работы водогрейного котла является температура прямой воды. На нее действуют следующие возмущения:

- расход воды через котел;
- расход топлива;
- расход воздуха;
- разряжение;
- температура обратной воды.

Стабилизировать, т.е. устранить все возмущения нельзя, т.к. расход топлива, расход воздуха и разряжение взаимосвязаны. Устранить можно только одно возмущение – расход воды через котел. Расход воды стабилизируется при помощи подпитки обратной воды химически-очищенной водой. Кроме того, температура прямой воды должна изменяться в зависимости от температуры наружного воздуха и температуры внутри эталонных помещений. Анализируя эти возмущения, можно прийти к выводу, что целесообразным будет использование в качестве регулирующего воздействия изменение положения трехходового клапана, в котором перемешиваются вода из котла и обратного трубопровода. В котельной одновременно работают 2 котла, поэтому целесообразно использовать каскадно-связанное регулирование с главным регулятором. Он воспринимает изменение температуры наружного воздуха, комнатного воздуха в двух эталонных комнатах (комната в доме и в бане) и температуры прямой воды в двух контурах отопления. Воздействует главный регулятор на смесительные клапаны, установленные в подающие трубопроводы систем отопления. Кроме того, котел оснащается устройством регулирования R11, которое обеспечивает ручную регулировку температуры в котле в диапазоне от 38°C до 90°C. Оно имеет защитный ограничитель температуры (STB), который отключает систему управления, горелку в случае перегрева котла, регулятор температуры, индикатор температуры, возможность подключения циркуляционного насоса контура отопления, датчики температуры котла.

При повышении наружной температуры воздуха выше 20°C (температура может быть отрегулирована) циркуляционные насосы контуров отопления останавливаются.

Итак, в работе используется система автоматического регулирования температуры воды поступающей в системы отопления с коррекцией по температурам наружного и комнатного воздуха изменением положения заслонки трехходового клапана в зависимости от температуры прямой воды в каждой системе отопления.

Условия для работы общекотловой автоматики зададим такими:

- поддерживать температурный график котлового контура;
- осуществлять регулирование с коррекцией по температуре воздуха в помещении;
- обеспечивать недопустимость превышения заданного температурным графиком значения температуры теплоносителя, возвращаемого в теплотель;

						13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			23

- программировать снижение температуры воздуха в помещении по часам суток и дням недели;
- производить форсированный натоп помещений после периода снижения температуры внутреннего воздуха;
- автоматически отключать системы отопления на летний период при переходе температуры наружного воздуха определенной границы;
- периодически включать электроприводы насосов и регулирующих клапанов во время летнего отключения систем отопления;
- защищать системы отопления от замерзания;
- поддерживать минимальную температуру на входе в котел (55°С).

2.3 Назначение технологической сигнализации в общекотловой автоматике котельной

Технологическая сигнализация должна фиксировать все аварийные ситуации, выдавать световую и звуковую сигнализацию, а также воздействовать на исполнительные механизмы чтобы не допустить увеличения масштаба аварии.

Контролю подлежат те параметры, по значениям которых осуществляется оперативное управление технологическим процессом, а также его пуск и остановка. К таким параметрам относятся все режимные и выходные параметры, а также входные параметры, при изменении которых в объект будут поступать возмущения. Контролю подлежат все регулируемые параметры :

- температура обратной воды;
- температура прямой воды;
- температура воды в бойлере;

Кроме регулируемых параметров контролю подлежат следующие:

- температура воды в коллекторе;
- давление воды на входе и выходе из котла;
- давление воды в контуре рециркуляции ГВС;
- давление воды в системе отопления;
- давление газа на входе в котельную;
- утечка газа (метан);
- появление угарного газа (СО);
- время загрузки бойлера.

Контроль давления воды необходим для того, чтобы определить, есть ли расход воды через котел. При уменьшении расхода давление понижается.

Контроль давления в системе также необходим для защиты циркуляционных насосов от сухого хода. При снижении давления в системе ниже минимально допустимого, производится отключение котлов и всех циркуляционных насосов системы. При превышении максимально допустимого давления в системе производится принудительное отключение водогрейных котлов.

Сигнализации подлежат все параметры, изменения которых могут привести к аварии, несчастным случаям или серьезному нарушению технологического режима. В технологическую сигнализацию входят аварийные сигналы:

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

- понижение либо повышение давления газа (выход за уставки);
- понижение либо повышение давления теплоносителя (выход за уставки);
- утечка метана;
- появление угарного газа;
- превышение времени загрузки бойлера.

А также информативные:

- наличие питания на схеме защиты и сигнализации;
- индикация работы насоса циркуляции контура отопления дома;
- индикация работы насоса циркуляции контура отопления бани;
- насос загрузки бойлера в работе;
- насосы котлового контура в работе;
- отклонение давления газа от нормы.

При срабатывании технологической сигнализации дежурный оператор котельной либо дежурная служба должна предпринять соответствующие меры по устранению неисправности. Если эти меры окажутся неэффективными и параметр, характеризующий состояние объекта достигнет аварийного значения, должны сработать системы противоаварийной защиты, которые автоматически по заданной программе перераспределяют материальные и энергетические потоки, включают и отключают аппараты объекта с целью предотвращения взрыва, аварии, несчастного случая. После устранения неисправности для последующего пуска котельной следует вручную произвести сброс аварийных сигналов и включить котельную в штатном режиме.

При появлении сигналов экстренной остановки следует в первую очередь отключить отсечной газовый электромагнитный клапан.

Котел подлежит защите при отклонении следующих параметров:

- понижение температуры обратной воды за котлом;
- повышение или понижение давления воды за котлом;

При понижении температуры в обратном коллекторе ниже 55°C (температура регулируется) для защиты котлов от низкотемпературной коррозии включаются насосы котлового контура. Также котел выключается при выходе давления воды в системе за минимальный/максимальный диапазон. Также защите подлежит контур отопления дома. Она требуется потому, что контур отопления дома и контур загрузки бойлера работают по приоритету загрузки бойлера.

Выводы по разделу два

В разделе был проведен анализ основных существующих функция котловой автоматики, назначение технологической сигнализации в общекотловой автоматике. На основании изученных данных, для объекта проектирования, будут разработаны функциональная схема автоматики и электрическая принципиальная схема.

3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ

Функциональная схема автоматизации — это основной технический документ, определяющий структуру и характер систем автоматизации.

Функциональная схема автоматизации показывает:

- упрощенное изображение агрегатов;
- приборы, средства автоматизации, управления, сигнализации, линии связи между ними, связи с датчиками;
- таблицу условных обозначений не предусмотренных действующими стандартами;
- необходимые пояснения к схеме.

На рисунке 3.1 изображена функциональная схема автоматизации котельной. На этой схеме присутствуют следующие приборы автоматизации:

A1, A2 – устройства регулирования котла Wolf R11;

A3 – температурный выключатель ET2;

A3.1 – погружной датчик температуры Метран 226;

A4 – погодозависимый контроллер ECL Comfort 300;

A4.1 – датчик температуры наружного воздуха ESM-10;

A4.2, A4.5 – датчики температуры комнатного воздуха ESMT;

A4.3, A4.4 – погружные датчики температуры ESMU;

A4.6, A4.7 – редукторные электроприводы AMV 15;

A5 – интеллектуальное реле Zelio Logic 2

A5.1 – термостат бойлера ST1;

A5.2, A5.3, A6 – прессостат KPI 35;

A5.4 – клапан запорный с электромагнитным управлением КЭФ-15;

A5.5 – напоромер показывающий ДН-С2;

A7 – газоанализатор-сигнализатор углеводородных газов и оксида углерода “Сигнал-03К-СОМ”;

M1, M2 – насосы котлового контура;

M3, M4 – циркуляционные насосы отопления;

M5 – насос загрузки бойлера;

M6 – насос циркуляции системы горячего водоснабжения;

SA1, SA2 – переключатель на 3 положения;

SA3 – переключатель на 2 положения;

1 – показывающие манометры;

2,3 – показывающие термометры.

Устройства регулирования котла A1, A2 осуществляют измерение и регулирование температуры в котле, а также производят контроль над процессом горения.

Температурный выключатель A3 с помощью погружного датчика A3.1 контролирует температуру в обратном коллекторе системы отопления.

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

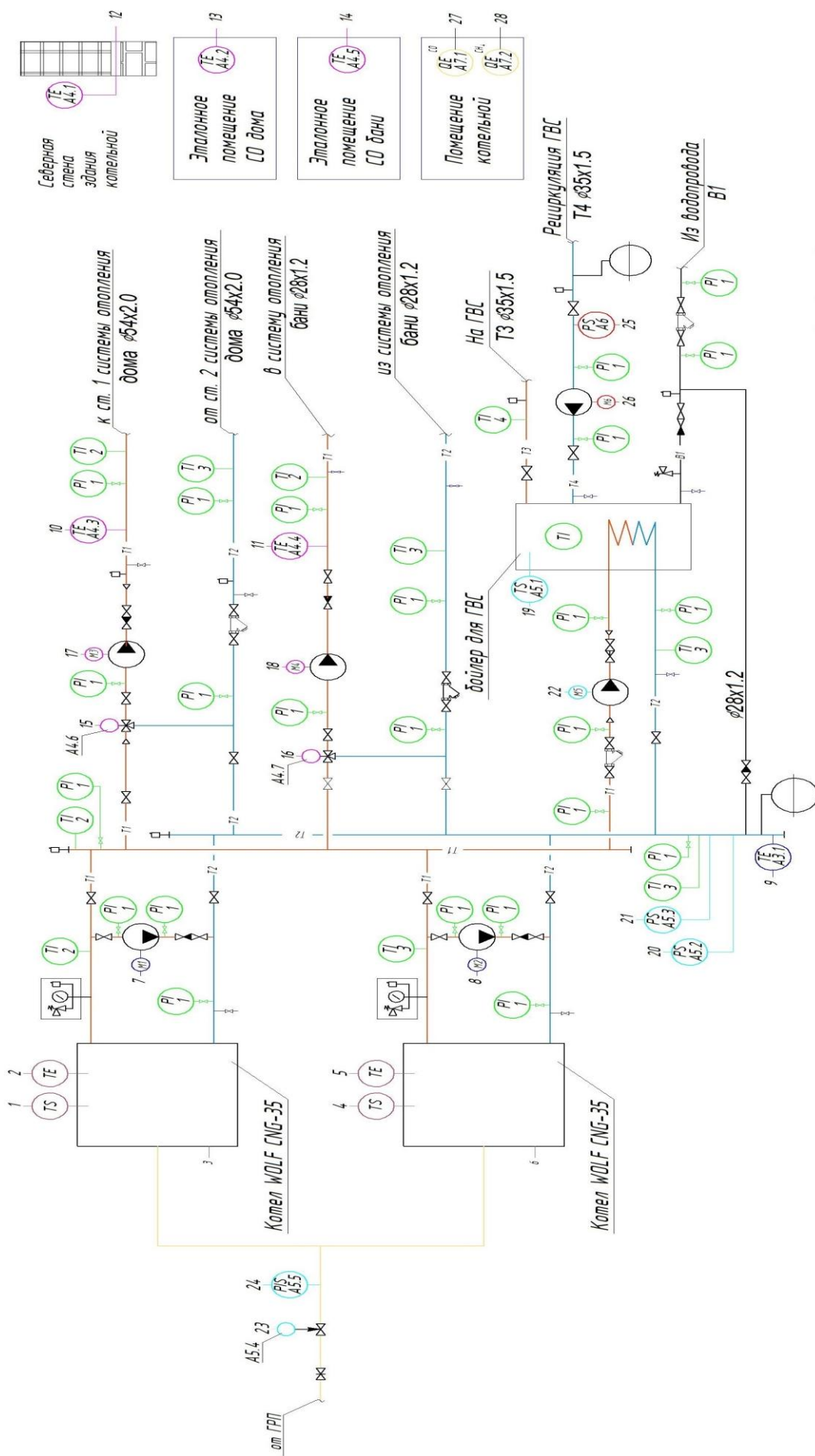


Рисунок 3.1 – Функциональная схема автоматизации котельной

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

Лист	27
------	----

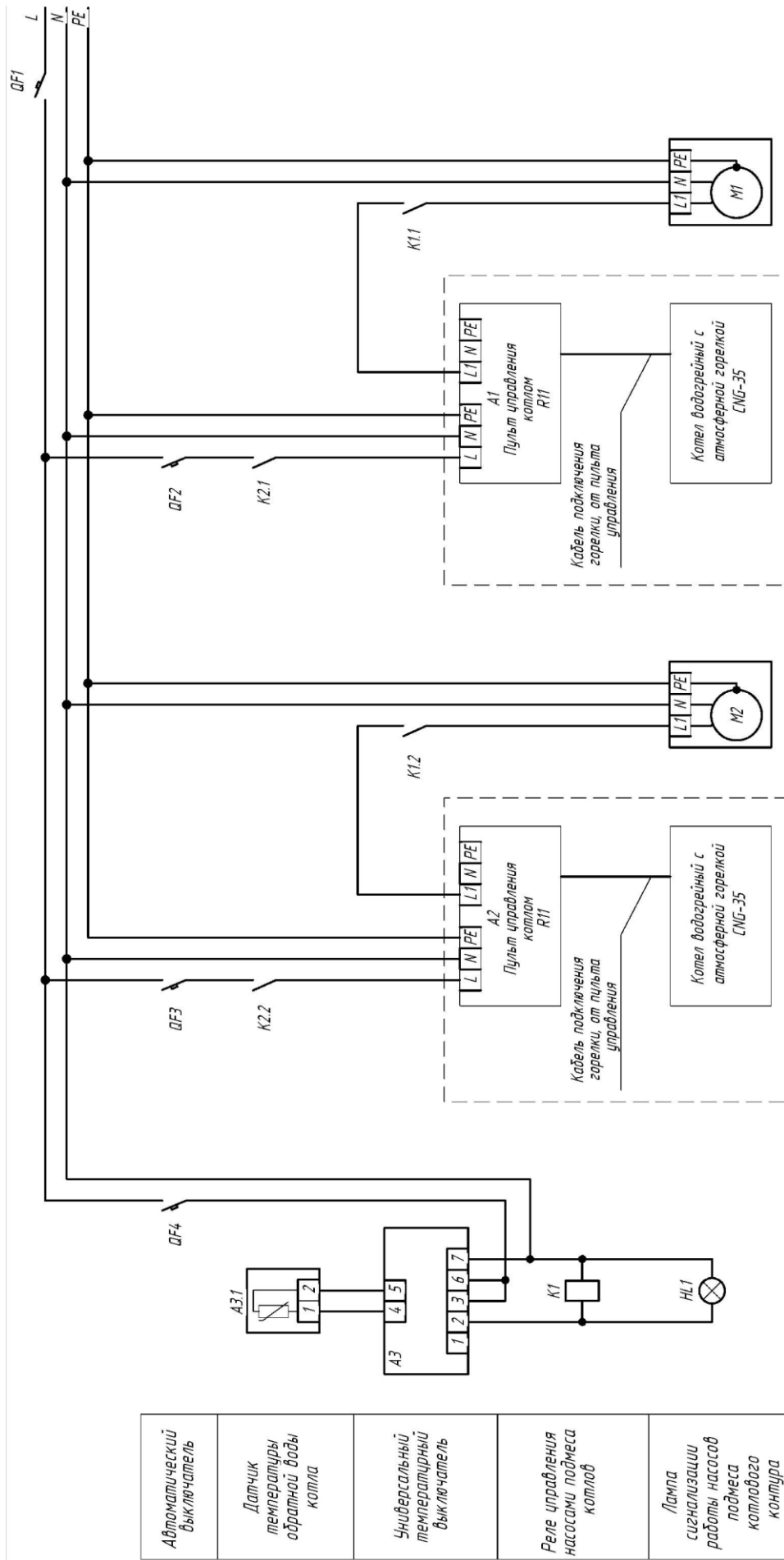


Рисунок 3.2 – Схема защиты котла от низкотемпературной коррозии

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

Лист

29

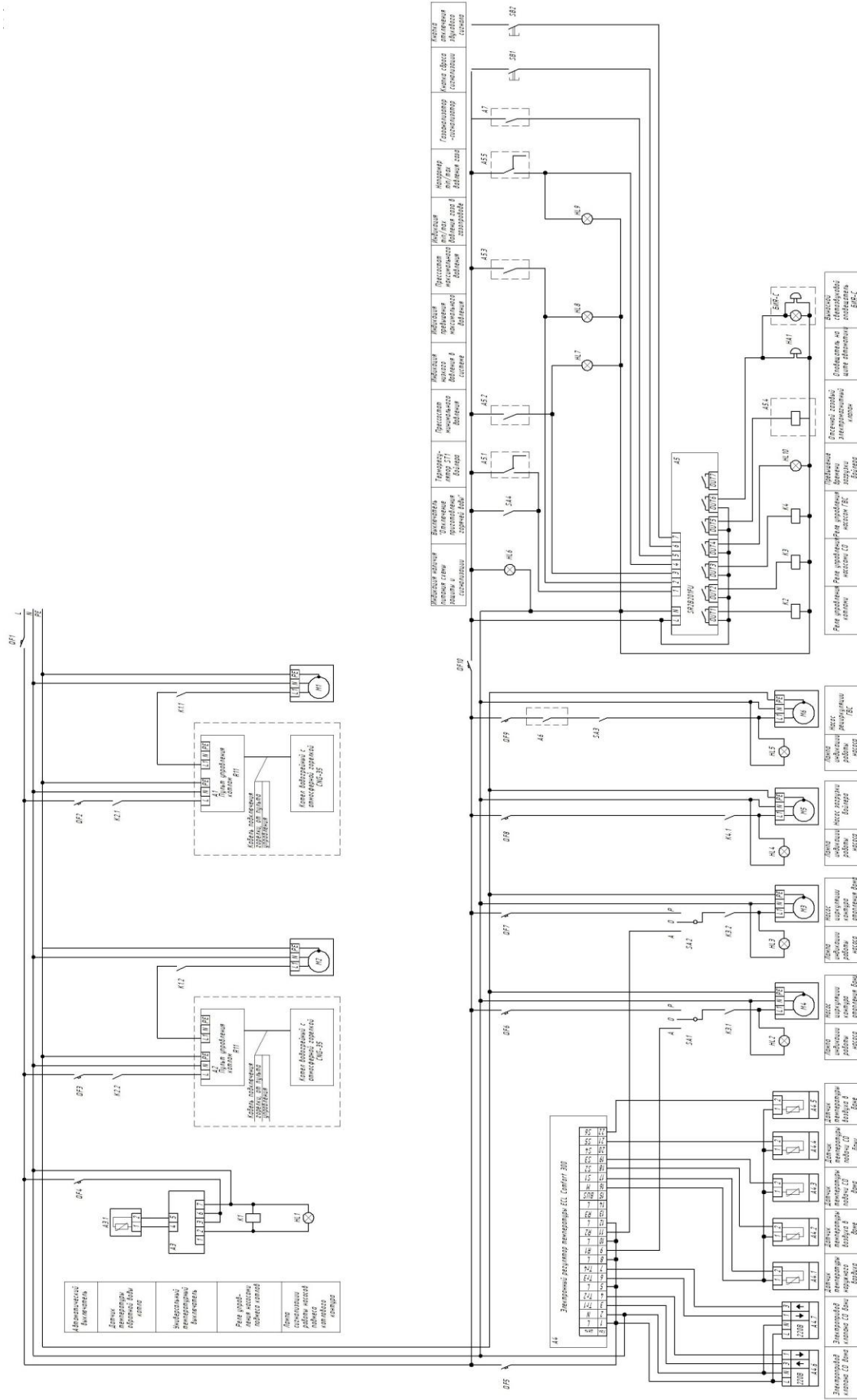


Рисунок 3.3 – Принципиальная схема обшечоголовой автоматики

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

К входу интеллектуального реле А5 также подключен напоромер газа А5.4, сигнализирующий об отклонении давления газа от нормы. Его сигнал также выведен на световую сигнализацию щита автоматики.

К контроллеру А5 подходит сигнал тревоги о превышении концентрации в воздухе котельной оксида углерода или метана от газоанализатора А7.

На схеме, кроме приведённых выше, показаны также выходные сигналы интеллектуального реле А5. К ним относятся реле управляющее работой котлов (К2), реле управления насосами систем отопления (К3), реле управления насосом горячего водоснабжения, лампа индикации превышения времени загрузки бойлера, звуковая и светозвуковая сигнализация. Промежуточное реле К2, по сигналу контроллера А5, включает/выключает котлы с помощью контактов К2.1 и К2.2. Реле К3 с помощью контактов К3.1 и К3.2 управляет работой насосов контуров отопления. Промежуточное реле К4 находится в противофазе с К3, т.е. при включении реле К4, выключается К3 и наоборот. Звуковая сирена НА1 монтируется в щит автоматики и сигнализации. Она оповещает людей, находящихся в котельной об аварии. Светозвуковая сигнализация, представленная выносным блоком марки БИЯ-С, соединена параллельно со звуковым оповещателем НА1. При нажатии на кнопку SB2 вся звуковая сигнализация выключается.

Интеллектуальное реле управляет отсечным газовым электромагнитным клапаном А5.4: при подаче напряжения на клапан он открывается, а при исчезновении напряжения – закрывается.

Выводы по разделу три

На основании изученных данных, в разделах 1 и 2, были разработаны оптимальные функциональная схема автоматики и электрическая принципиальная схема. На функциональной схеме в мельчайших деталях описано, что будет включать в себя автоматизация, в том числе технологическое оборудование, органы управления этим оборудованием, коммуникации и связи между элементами. Таким образом, данная схема, является одним из важных элементов всего процесса автоматизации.

										Лист
										31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

4 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ И МЕСТ ИХ УСТАНОВКИ

Автоматические устройства должны выбираться в рамках Государственной Системы Приборов [9]. Средства автоматизации следует выбирать технически грамотно и экономически обосновано. Конкретный тип автоматического устройства выбирают с учетом особенностей объекта управления и принятой системы управления. При этом предпочтение следует отдавать однотипным, централизованным и серийно выпускаемым устройствам. Это значительно упростит поставку и эксплуатацию. В связи с тем, что процесс нагрева воды не относится к числу пожароопасных и взрывоопасных, автоматизация осуществляется на основе использования электрических средств. Электрические приборы более точны и отличаются быстродействием по сравнению с пневматическими. Источники энергии у электрических средств автоматизации более просты и надежны. Также отсутствуют ограничения по расстоянию между усилителем и исполнительным механизмом. Электрические регуляторы позволяют легко суммировать различные импульсы. Для регулирования температуры в данном проекте автоматизации использованы приборы системы ECL Comfort, так как они выпускаются компанией Danfoss специально для тепловых процессов. ECL Comfort 300 (A4) — электронный регулятор температур, который настраиваются для работы в различных технологических схемах систем теплоснабжения зданий с помощью управляющих карт. Регуляторы имеют тиристорные выходы для управления приводом регулирующего клапана и релейные выходы для управления насосом или горелочным устройством котла. Общий вид регулятора представлен на рисунке 4.1.

К регулятору возможно подключение до шести температурных датчиков градуировки Pt 1000, дистанционных панелей контроля и управления, дополнительного релейного и коммуникационных модулей. Корпуса регуляторов ECL Comfort 300 разработаны для настенного монтажа, для установки в вырезе щита управления или на DIN-рейке. Регуляторы ECL Comfort 300 могут быть переключены на различные прикладные задачи с помощью управляющих карт типа C и L. Каждая карта обеспечивает функционирование регулятора применительно к конкретной схеме теплоснабжения. Выбор карты и специфических настроек регулятора определяется требованиями схемы теплоснабжения. Для данной схемы удобно использовать карту C60, так как она обеспечивает необходимые параметры регулирования процесса:

- 2 обособленных контура отопления;
- поконтурное регулирование температуры прямой воды, в зависимости от температуры воздуха в помещении, на улице и настроек регулятора;
- возможность перехода на летний период при переходе температуры воздуха определенной границы;
- возможность программирования регулятора на снижение температуры по часам суток и дням недели.

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32



Рисунок 4.1 – Общий вид регулятора ECL Comfort 300

Одним из основных элементов системы автоматического регулирования является регулирующий орган, который по сигналу регулятора изменяет подачу теплоносителя в установки различного назначения. Регулирующий орган состоит из регулирующего клапана и привода. По сравнению с поворотными седельные клапаны обеспечивают более качественное регулирование и меньшую протечку в закрытом состоянии, а также способны работать при высоких параметрах регулируемой среды и перепадах давлений. Выберем трехходовой седельный клапан VF3 (рисунок 4.2) с диаметром условного прохода 20 мм.



Рисунок 4.2 – Трехходовой седельный клапан VF3

Приводы же разделяются по типу управляющего сигнала — двухпозиционный сигнал, трехпозиционный или аналоговый, например, 0–10 В (приводы серии AME и AVNM). В первом случае шток привода и, соответственно, клапана перемещается на полную величину. Во втором случае — на величину, пропорциональную длительности импульса питающего напряжения, а в приводах третьего типа — пропорционально величине управляющего сигнала. Выбор привода по этому признаку производится в зависимости от того, какой сигнал выдает управляющее устройство. Так, регуляторы температуры серии ECL Comfort фирмы Danfoss выдают импульсный сигнал. Следовательно выбираем привод AMV 15 (A4.6, A4.7). Этот привод (см. рисунок 4.3) относится к категории «медленных», что как раз подходит для таких инерционных процессов, как отопление дома.

Термопреобразователи сопротивления применяются для измерения температур в пределах от минус 260 до плюс 750°С. Принцип действия основан на свойстве проводника изменять свое электрическое сопротивление с изменением температуры. Основными частями термопреобразователя сопротивления являются: чувствительный элемент, защитная арматура и головка преобразователя с зажимами для подключения и соединительных проводов. Чувствительные элементы медных термопреобразователей представляют собой проволоку, покрытую эмалевой изоляцией, которая бифилярно намотана на каркас, либо без каркаса, помещенную в тонкостенную металлическую оболочку. Чувствительный элемент помещается в защитную арматуру. Термопреобразователи сопротивления выпускаются следующих исполнений: погружаемые и поверхностные, стационарные и переносные; негерметичные и герметичные; обыкновенные, пылезащищенные, водозащищенные, взрывобезопасные, защищенные от агрессивных сред и других внешних воздействий; малоинерционные, средней и большой инерционности; обыкновенные и виброустойчивые; одинарные и двойные.



Рисунок 4.3 – Редукторный электропривод AMV 15

						13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			34

Для регулирования температуры прямой воды изменением положения регулирующего клапана в зависимости от температуры в каждом контуре отопления в качестве чувствительного элемента используется термопреобразователь сопротивления платиновый типа ESMU (А4.3, А4.4) с длиной погружной части 100мм. Используется платиновый, а не медный, потому что нужна точность и измеряется высокая температура, так как температура прямой воды является показателем эффективности. Общий вид датчика ESMU представлен на рисунке 4.4. Такой датчик помещается в специальную гильзу, внедрённую в подающий трубопровод. Датчик следует размещать не ближе 15 см от точки смешения потоков.

В качестве датчика температуры уличного воздуха используется ESMТ (А4.1)(см. рисунок 4.5) – платиновый термометр сопротивления с диапазоном измеряемых температур от минус 50 до плюс 50°С. Датчик температуры наружного воздуха должен располагаться на той стороне здания, где он будет наименее подвержен действию прямого солнечного света. Не следует устанавливать датчик вблизи дверей, окон и вентиляционных отверстий. В проекте датчик расположен на северной стороне здания, что полностью соответствует требованиям изготовителя.

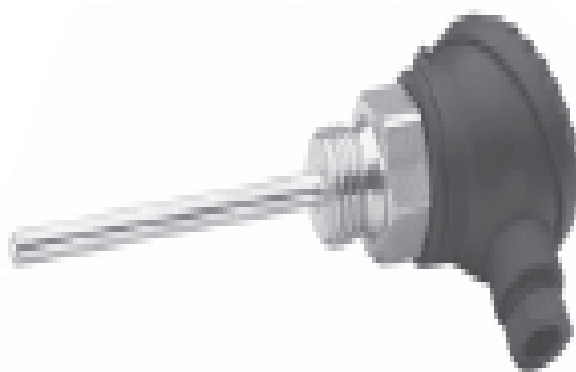


Рисунок 4.4 – Погружной датчик температуры ESMU

В эталонных комнатах каждого контура отопления помещены датчики температуры комнатного воздуха ESM-10 (А4.4, А4.5) (см. рисунок 4.5). Разместить комнатный датчик в помещении, где требуется регулирование температуры. Не следует размещать его на внешних стенах, а также вблизи радиаторов отопления, окон и дверей.



ESMT



ESM-10

Рисунок 4.5 – Датчики температуры воздуха

Измерение и регулирование температуры котлов осуществляется от ручных устройств регулирования одноступенчатых горелок R11 (A1, A2). Данное устройство производится фирмой WOLF специально для котлов с атмосферными горелками своего производства. В его состав входят защитный ограничитель температуры (STB), который отключает систему управления, горелку в случае перегрева котла, регулятор температуры, индикатор температуры, возможность подключения циркуляционного насоса контура отопления, датчики температуры котла (см. рисунок 4.6)

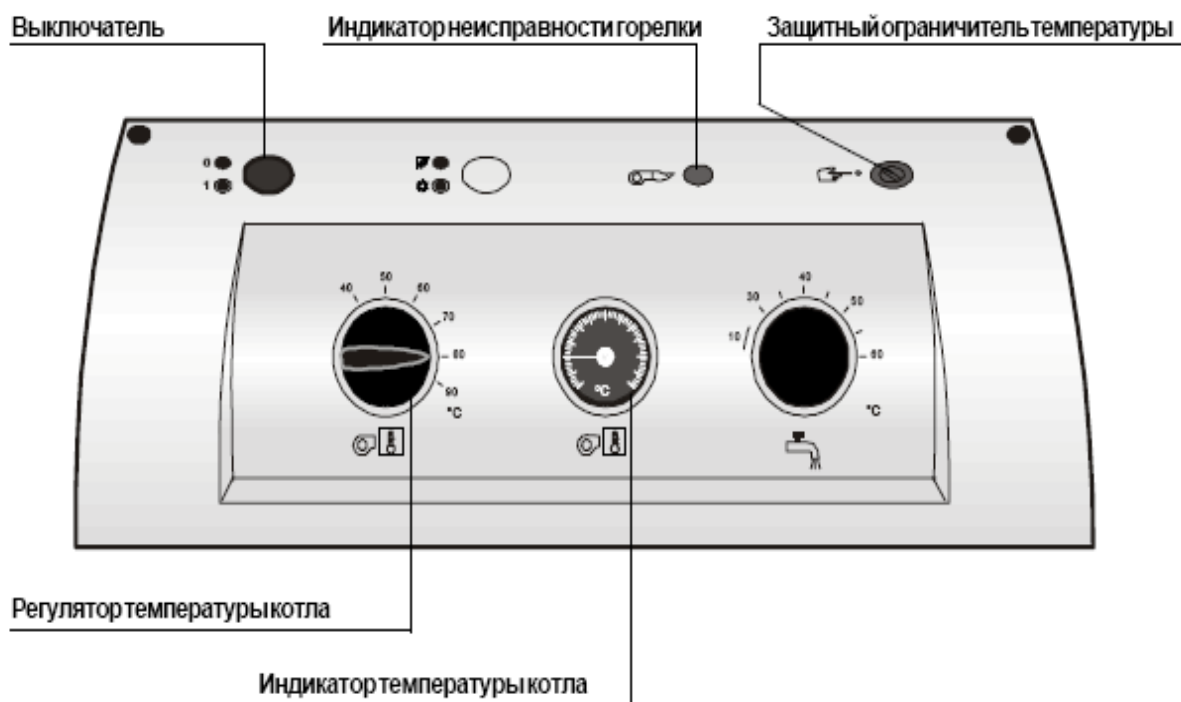


Рисунок 4.6 – Устройство регулирования R11

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

Лист

36

Устройство регулирования закрепляется непосредственно на котле, а именно на установочной консоли. Регулятор котельной температуры устанавливается в погружную гильзу котла. Ту да же устанавливается термометр для индикации температуры котла и датчик защитного ограничителя температуры.

В системе защиты котлов от низкотемпературной коррозии применен универсальный температурный выключатель ET2 (A3) изготовленный фирмой Grundfos, который представляет собой электронный блок с термореле в корпусе, с погружным датчиком температуры, устанавливаемом в обратном коллекторе системы отопления, и беспотенциальным переключающим контактом. Желательную температуру устанавливают с помощью поворотной головки на передней панели регулятора. Эта установка может быть зафиксирована посредством кнопки в регулировочной головке. Общий вид температурного выключателя представлен на рисунке 4.7.

Для контроля давления в системе отопления и в системе рециркуляции ГВС используются прессостаты КРІ 35 (А5.2, А5.3, А6). Прессостат типа КРІ предназначен для регулирования, текущего контроля и аварийной сигнализации в схемах автоматизации. Контактный датчик давления (прессостат) применяется в системах подпитки совместно с соленоидными клапанами. Он устанавливается на трубопроводе системы теплоснабжения с жидкими и газообразными средами и замыкает или размыкает электрическую цепь при изменении давления в трубопроводе по сравнению с заданным. Общий вид прессостата изображен на рисунке 4.8.

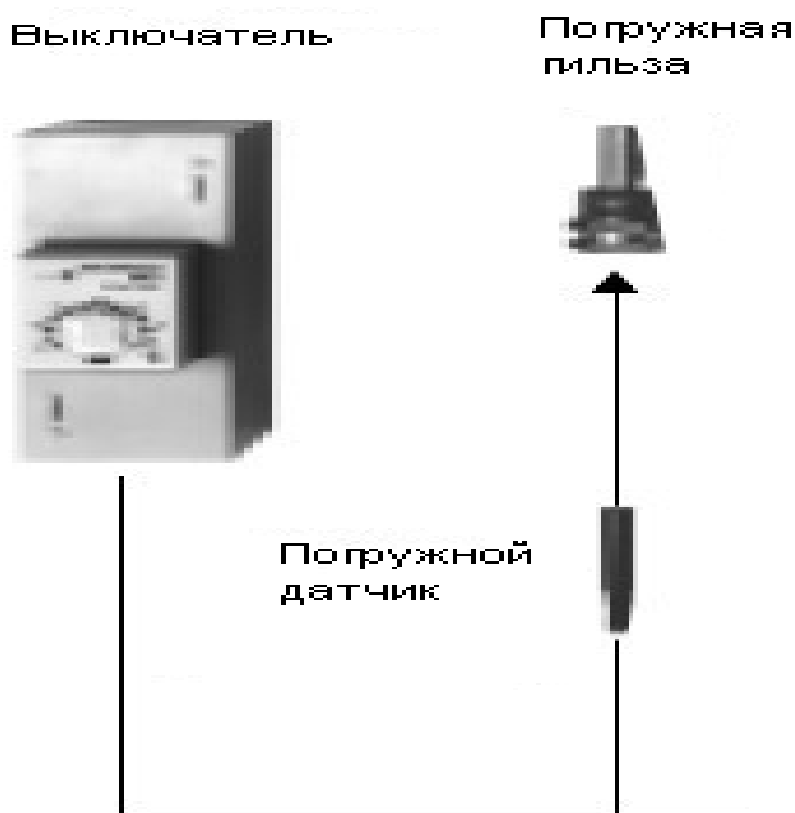


Рисунок 4.7 – Температурный выключатель ET2

Таблица 2 - Технические характеристики прессостата типа КРІ 35

Резьбовое соединение	G 3/8 А
Диапазон настройки, бар	от - 0,2 до 8
Перепад давления, бар	0,5 - 1,5
Диапазон давления испытания, бар	от -1 до 18
Макс. рабочее давление, бар	18
Макс. допустимая температура рабочей среды, °С	- 40
Мин. допустимая температура рабочей среды, °С	100
Макс. допустимая температура окружающего воздуха, °С	- 40
Мин. допустимая температура окружающего воздуха, °С	70
Контактная нагрузка (перем. ток), А	6

В данном прессостате шкала "range" означает основную установку, а шкала "diff" разницу давления в измеряемой системе и основной установкой. Когда разность между ними превысит значение величины "diff" произойдет переключение контактов прессостата.



Рисунок 4.8 – Общий вид прессостата типа КРІ

В качестве контроллера для данной системы выбрано интеллектуальное реле Zelio Logic 2. Интеллектуальные реле созданы для упрощения электрических схем при решении сложных задач. Они очень просты в использовании, а их функциональность и высокая производительность позволяют пользователям экономить время и деньги. Это полностью автономная автоматизированная система модульного типа или же программируемый рlсo-контроллер, который интегрирует в себе:

– от 8 до 12 входов для подключения датчиков, кнопок и других источников сигнала;

- 8 клавиш для непосредственного программирования и задания параметров;
- дисплей, в дополнение к программированию и установкам, позволяет отображать сообщения для пользователя;
- 4 или 8 выходов на выключатели (контакторы, индикаторы, распределители с электромагнитным управлением и пр.);
- вариант исполнения с двумя аналоговыми входами на компараторы.

В схеме автоматизации котельной это реле принимает сигналы от терморегулятора бойлера А5.1, прессостатов А5.2 и А5.3, напоромера А5.5, газоанализатора-сигнализатора А7, выключателя SA4 и кнопки SB1, расположенных на лицевой стороне щита автоматики и кнопки SB2, расположенной сбоку на щите автоматики. При этом выходными сигналами оно управляет работой котлов, насосов контуров отопления и загрузки бойлера (М5), отсечного клапана, светозвуковой сигнализации.

Интеллектуальное реле поддерживает 2 языка программирования:

- LD - язык лестничных диаграмм;
- FBD - язык функциональных блок-схем

На рисунке 4.9 показан общий вид интеллектуального реле, отображающего на дисплее часть программы на языке лестничных диаграмм.



Рисунок 4.9 – Общий вид интеллектуального реле Zelio Logic 2

Аварийный датчик давления по минимальному давлению газа идет в штатной комплектации газовой арматуры горелки, но беда в том, что он задействован в электрической схеме горелки и мы не имеем никакого права влезать в схему горелки. Поэтому в качестве датчика давления газа хорошо использовать показывающий и сигнализирующий напоромер, типа ДН-С2. Напоромер ДН-С2 на своей шкале имеет две уставки, которые нужно задействовать как минимальное и максимальное давление газа. Внешний вид напоромера ДН-С2 можно посмотреть на рисунке 4.10.

Электрическая схема напоромера ДН-С2 имеет выходные контакты в виде открытого коллектора, как показано на рисунке 4.11. Для получения сигналов min/max давления газа на выходные клеммы прибора надо установить сопротивления (R1,R2), которые будут играть роль нагрузок выходных транзисторов. Объединить сигналы min и max давление газа можно при помощи диодов, как показано на рисунке 4.11.



Рисунок 4.10 – Напоромер ДН-С2

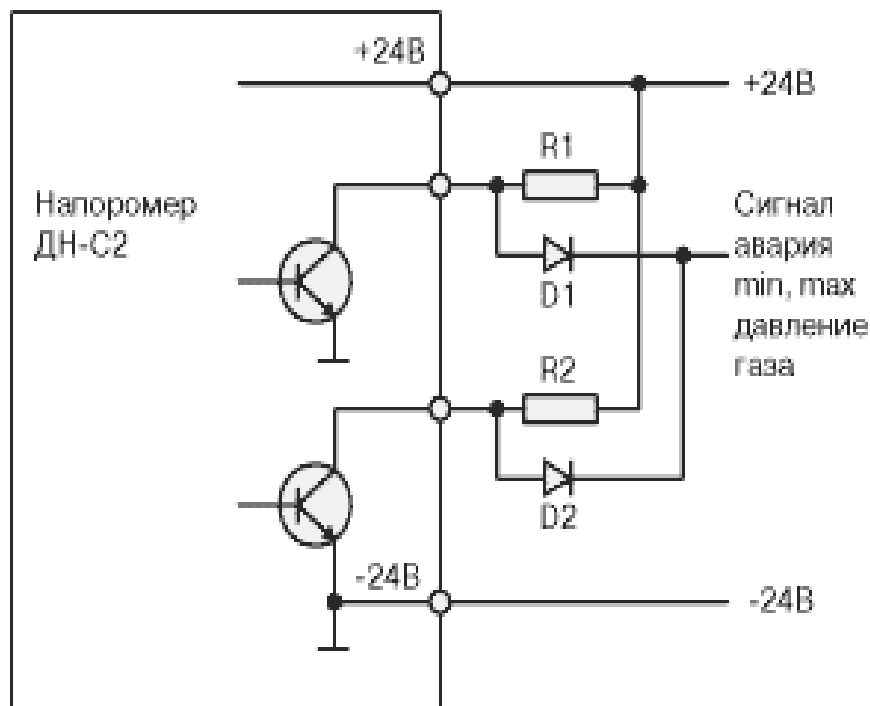


Рисунок 4.11 – Доработка принципиальной схемы напоромера ДН-С2

Для выявления загазованности котельной был выбран сигнализатор «СИГНАЛ-03К-СОМ». Он служит для непрерывного автоматического контроля содержания топливного углеводородного газа (метана) в воздухе помещений индивидуальных потребителей газа, выдачи светового и звукового сигналов при достижении сигнального уровня концентрации в контролируемом помещении, осуществления управляющего воздействия для отключения подачи газа при возникновении сигнального уровня концентрации горючего компонента (10% нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР)) с выдачей дублирующей сигнализации, а также для непрерывного автоматического контроля содержания оксида углерода в воздухе помещения котельной, выдачи светового и звукового сигналов при достижении сигнальных уровней концентрации (20 мг/м^3 и 100 мг/м^3) в контролируемом помещении, осуществления управляющего воздействия с дублирующей сигнализацией. Сигнализатор предназначен для использования в жилом секторе коммунального хозяйства, оборудованного газовыми плитами, водогрейными котлами, отопительными котлами, работающими на газовом топливе.

Блок сигнализации имеет:

1. сигнализацию световую мигающую желтого цвета при превышении уровня содержания оксида углерода 20 мг/м^3 – предупредительный порог сигнализации, при этом на розетку «ПС» выводится нормально разомкнутый контакт реле, который замыкается при достижении уровня содержания оксида углерода 20 мг/м^3 и выше;
2. сигнализацию непрерывную звуковую и непрерывную световую красного цвета при превышении уровня содержания оксида углерода 100 мг/м^3 – аварий-

ный порог сигнализации, при этом на розетку «ПС» выводится нормально разомкнутый контакт силового реле, который замыкается при достижении уровня содержания оксида углерода 100 мг/м^3 ;

3. сигнализацию непрерывную звуковую и непрерывную световую красного цвета при превышении уровня содержания метана в воздухе концентрации 10% НКПР;

4. сигнализацию световую зеленого цвета о включении сигнализатора в сеть;

5. сигнализацию световую зеленого цвета о подключении исправного датчика метана к сигнализатору.

Контроль концентрации метана, пропана, бутана основан на термохимическом принципе, при котором определяется тепловой эффект сгорания горючего компонента на каталитически активной поверхности измерительного чувствительного элемента - термохимического сенсора типа ТКС-1 за счет измерения изменения электрического сопротивления измерительного чувствительного элемента при нагреве. Компенсация влияния окружающей среды достигается применением в конструкции сенсора пассивного сравнительного элемента, включаемого в мостовую измерительную схему.

Контроль концентрации оксида углерода основан на электрохимическом принципе. В качестве чувствительного элемента применяется сенсор - трехэлектродная электрохимическая ячейка типа МФС-9, установленная в датчике оксида углерода. В блоке сигнализации установлены три силовых реле, которые срабатывают соответственно при превышении порогов 10% НКПР (по метану, пропану, бутану), 20 мг/м^3 и 100 мг/м^3 (по оксиду углерода).

Датчик оксида углерода сигнализатора должен устанавливаться в месте наиболее вероятного скопления газа на стене, в вертикальном положении на расстоянии 150 – 180 см над уровнем пола или рабочей площадки, где пребывание вероятно и продолжительно во время рабочей смены. Датчики метана должны устанавливаться под потолком на расстоянии от него 0,2-0,5м. Блок сигнализации устанавливается на стене рядом с щитом автоматики и сигнализации [1].

Выводы по разделу четыре

Средства автоматизации, которые будут осуществлять ведение процесса, должны быть выбраны технически грамотно и экономически обосновано. Конкретные типы автоматических устройств выбираются с учетом особенностей объекта управления и принятой системы управления. В данном разделе было приведено обоснование выбранных средств автоматизации и мест их установки.

										Лист
										42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

5 РАСЧЕТ И НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

5.1 Расчет регулирующего клапана

Исполнительный механизм должен отвечать требованиям, выявленным при анализе принятого закона регулирования или управления системы, а также требованиям, определяющим совместную работу с выбранным регулирующим органом, т.е. должен удовлетворять требованиям заданных динамических и статических характеристик исполнительного устройства. Выбор исполнительного механизма производится на стадии проектирования системы регулирования в соответствии с конкретными условиями его работы. При этом исполнительный механизм должен:

- обеспечивать необходимую скорость регулирования, определяемую динамикой системы;
- обеспечивать линейную ходовую характеристику (статическую), т.е. постоянство коэффициента передачи по мощности во всем диапазоне изменения регулируемой величины, при этом ИМ не будет искажать выбранного закона регулирования.

При выборе исполнительных механизмов, кроме требований, предъявляемых системой регулирования, необходимо учитывать следующее:

- желательно, чтобы виды энергии, создающей перестановочное усилие, и энергии командного сигнала от регулирующего блока системы были идентичны; в противном случае следует предусмотреть наличие соответствующих преобразователей;
- ИМ должны применяться с учетом окружающих условий и иметь соответствующее исполнение (например, пылезащищенное);
- ИМ должны отвечать требованиям по энергетическим, эксплуатационным и экономическим показателям, а также требованиям надежности, предъявляемым в зависимости от степени ответственности регулируемой величины;
- наименее важным фактором при выборе исполнительного механизма является его масса и габаритные размеры, однако в отдельных случаях эти показатели также следует учитывать, если этого требует специфика его применения [9].

Цель расчета: определение условной пропускной способности K_v ; определение диаметра условного прохода D_y ; выбор конкретного клапана.

Исходные данные:

вещество – вода;

температура – 10^0C ;

внутренний диаметр трубы $D_{тр}=50$ мм;

максимальный объемный расход $Q_{0max}=2\text{м}^3/\text{ч}$;

минимальный объемный расход $Q_{0min}=1\text{м}^3/\text{ч}$;

давление в начале участка трубы, на котором стоит регулирующий клапан $P_H=3,5$ кгс/см²;

давление в конце участка трубы $P_K=2$ кгс/см²;

длина трубы $L=4$ м;

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$z=0$.

Расчет:

Находятся недостающие для расчета данные: плотность и динамическая вязкость: $\rho=999,7 \text{ кг/м}^3$; $\mu=1,3077 \text{ сПз}$. Составляется схема трубопровода, на котором стоит регулирующий клапан.

Определяется число Рейнольдса Re для максимального и минимального расходов по формулам:

$$Re_{\max} = 354 \cdot \frac{Q_{0\max} \rho}{D_{\text{тр}} \mu}, \quad (5.1)$$

$$Re_{\max} = 354 \cdot \frac{2 \cdot 999,7}{50 \cdot 1,3077} = 10824,93;$$

$$Re_{\min} = 354 \cdot \frac{Q_{0\min} \rho}{D_{\text{тр}} \mu}, \quad (5.2)$$

$$Re_{\min} = 354 \cdot \frac{1 \cdot 999,7}{50 \cdot 1,3077} = 5412,46.$$

Определяется коэффициент трения λ для максимального и минимального расходов.

$$\lambda_{\max} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re_{\max}}}, \quad (5.3)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{10824,929}} = 0,0129;$$

$$\lambda_{\min} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re_{\min}}}, \quad (5.4)$$

$$\lambda_{\min} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{5412,461}} = 0,0153$$

Определяются средние скорости потока ω , м/с, для максимального и минимального расходов по формулам (5.5), (5.6).

$$\omega_{\max} = 353 \cdot \frac{Q_{0\max}}{D_{\text{тр}}^2}, \quad (5.5)$$

$$\omega_{\max} = 353 \cdot \frac{2}{50^2} = 0,28 \text{ м/с};$$

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$\omega_{\min} = 353 \cdot \frac{Q_{0\min}}{D_{\text{тр}}^2}, \quad (5.6)$$

$$\omega_{\min} = 353 \cdot \frac{1}{50^2} = 0,14 \text{ м/с.}$$

Определяются потери на трение ΔP_T , кгс/см², при максимальном и минимальном расходах:

$$\Delta P_{T\max} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \lambda_{\max} \frac{L}{D_{\text{тр}}} \omega_{\max}^2 \rho, \quad (5.7)$$

$$\Delta P_{T\max} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0129 \cdot \frac{2}{50} \cdot 0,28^2 \cdot 999,7 = 0,28 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\Delta P_{T\min} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \lambda_{\min} \frac{L}{D_{\text{тр}}} \omega_{\min}^2 \rho, \quad (5.8)$$

$$\Delta P_{T\min} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,015 \cdot \frac{2}{50} \cdot 0,14^2 \cdot 999,7 = 0,08 \text{ кгс/см}^2.$$

Определяются потери на местные сопротивления ΔP_M , кгс/см², для этого находят коэффициенты сопротивления

$\xi_{\text{вх}}$ - коэффициент сопротивления входа в трубу 0,5

$\xi_{\text{вых}}$ - коэффициент сопротивления выхода 1

$\xi_{\text{вент}}$ - коэффициент сопротивления вентиля 5

$$\Delta P_{M\max} = 5 \cdot 10^{-6} (\xi_{\text{вх}} + \xi_{\text{вых}} + 2 \xi_{\text{вент}}) \omega_{\max}^2 \rho, \quad (5.9)$$

$$\Delta P_{M\max} = 5 \cdot 10^{-6} (0,5 + 1 + 2 \cdot 5) \cdot 0,28^2 \cdot 999,7 = 0,46 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\Delta P_{M\min} = 5 \cdot 10^{-6} (\xi_{\text{вх}} + \xi_{\text{вых}} + 2 \xi_{\text{вент}}) \omega_{\min}^2 \rho, \quad (5.10)$$

$$\Delta P_{M\min} = 5 \cdot 10^{-6} (0,5 + 1 + 2 \cdot 5) \cdot 0,14^2 \cdot 999,7 = 0,11 \text{ кгс/см}^2.$$

Определяются суммарные потери на трение и местные сопротивления ΔP_n , кгс/см², по следующим формулам:

$$\Delta P_{n\max} = \Delta P_{T\max} + \Delta P_{M\max}, \quad (5.11)$$

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$\Delta P_{n\max} = 0,28 + 0,46 = 0,74 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\Delta P_{n\min} = \Delta P_{T\min} + \Delta P_{M\min}, \quad (5.12)$$

$$\Delta P_{n\min} = 0,08 + 0,11 = 0,19 \text{ кгс/см}^2.$$

Определяется перепад давления на регулирующий орган ΔP , кгс/см², при max и min расходах:

$$\Delta P_{\max} = [(P_n - P_k) \pm 10^{-4} \cdot z \cdot \rho] - \Delta P_{n\min}, \quad (5.13)$$

$$\Delta P_{\max} = [(3,5 - 2,5) \pm 10^{-4} \cdot 0 \cdot 999,7] - 0,19 = 0,81 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\Delta P_{\min} = [(P_n - P_k) \pm 10^{-4} \cdot z \cdot \rho] - \Delta P_{n\max}, \quad (5.14)$$

$$\Delta P_{\min} = [(3,5 - 2,5) \pm 10^{-4} \cdot 0 \cdot 999,7] - 0,74 = 0,26 \text{ кгс/см}^2.$$

Определяется max и min пропускная способность регулирующего органа K , м³/ч, с учетом коэффициента запаса

$$K_{\sqrt{\max}} = 1,2 Q_{0\max} \cdot \sqrt{\frac{10^{-3} \cdot \rho}{\Delta P_{\min}}}, \quad (5.15)$$

$$K_{\sqrt{\max}} = 1,2 \cdot 2 \cdot \sqrt{\frac{10^{-3} \cdot 999,7}{0,26}} = 4,71 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$K_{\sqrt{\min}} = 1,2 Q_{0\min} \cdot \sqrt{\frac{10^{-3} \cdot \rho}{\Delta P_{\max}}}, \quad (5.16)$$

$$K_{\sqrt{\min}} = 1,2 \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{10^{-3} \cdot 999,7}{0,81}} = 1,33 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Выбираются стандартные значения D_y и K_v .

$$D_y = 20 \text{ мм} \quad K_{\sqrt{y}} = 6,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Вычисляется число максимальное число Рейнольдса Re_{\max} для данного диаметра трубы D_y .

$$Re_{\max} = 354 \cdot \frac{Q_{0\max} \rho}{D_y \mu}, \quad (5.17)$$

									Лист
									46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

$$Re_{\max} = 354 \cdot \frac{2 \cdot 999,7}{50 \cdot 1,3077} = 10824,92.$$

По числу Re_{\max} находится поправка на вязкость Ψ .

$\Psi=1$.

Определяется пропускная способность K_v , м³/ч с учетом влияния вязкости.

$$K_v = \Psi \cdot K_{\sqrt{\max}}, \quad (5.18)$$

$$K_v = \Psi \cdot K_{\sqrt{\max}} = 1 \cdot 4,71 = 4,71 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определяется относительное положение затвора регулирующего органа n при \max и \min расходах.

$$n_{\max} = \frac{K_{\sqrt{\max}}}{K_{\sqrt{y}}}, \quad (5.19)$$

$$n_{\max} = \frac{K_{\sqrt{\max}}}{K_{\sqrt{y}}} = \frac{4,71}{6,3} = 0,75;$$

$$n_{\min} = \frac{K_{\sqrt{\min}}}{K_{\sqrt{y}}}, \quad (5.20)$$

$$n_{\min} = \frac{1,33}{6,3} = 0,20.$$

Клапан выбран верно, так как $n_{\max} < 0,9$; $n_{\min} > 0,1$.

Выбирается конкретный тип клапана, учитывая, что рабочее вещество (вода) – жидкость не агрессивная, с температурой 10°С, выбираем клапан типа VF3 производства фирмы Danfoss [9].

5.2 Настройка контроллера ECL Comfort 300

Для установки задания оператором, как правило, предназначен экран А и/или С меню желтой стороны любой прикладной карты. Для контуров отопления пользователь задает комнатную температуру (даже при отсутствии датчика комнатной температуры), определяющую положение температурного графика. Это задание устанавливается отдельно для комфортного и экономичного режимов. Уставка температуры подачи, вычисленная по графику, изменяется при необходимости в соответствии с корректирующими факторами, заданными сервисными установками.

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Таблица 3 – Основные настройки регулятора

Наименование	Диапазон настройки	Заводская настройка
Наклон температурного графика	От 0,2 до 3,4	1,8
Параллельное смещение температурного графика	От -9 до 9	0
Температура летнего отключения, °С	От 10 до 30	18
Макс. ограничение температуры теплоносителя, °С	От 10 до 110	90
Мин. ограничение температуры теплоносителя, °С	От 10 до 110	40
Нейтральная зона, °С	От 0 до 9	3
Зона пропорциональности, °С	От 1 до 250	80
Время интегрирования, сек.	От 5 до 999	30
Постоянная времени клапана с электроприводом, сек.	От 5 до 250	35

Для ГВС непосредственно задается значение температуры теплоносителя, которое также подвержено влиянию корректирующих факторов для комфортного и экономичного режимов. Рассогласование между уставкой температуры подачи и ее фактическим значением обрабатывается регулятором и непосредственно определяет выходное управляющее воздействие регулятора на исполнительный механизм и поведение всей системы. Воздействие определяется ПИ–законом, чему соответствуют один длинный импульс управления, пропорциональный рассогласованию, и серия коротких, интегрирующих импульсов, «доводящих» рассогласование до величины «нейтральной» зоны. Регулятор «выбирает» для передачи воздействия на привод тот физический выход (открыть/закрыть клапан), который будет уменьшать рассогласование.

Таблица 4 – Фрагмент температурного графика, в табличном виде

Температура наружного воздуха, °С	Температура в системе отопления, °С	Температура из системы отопления, °С
0(A)	40(C)	26
xx	xx	xx
Минус 25(B)	82(D)	58

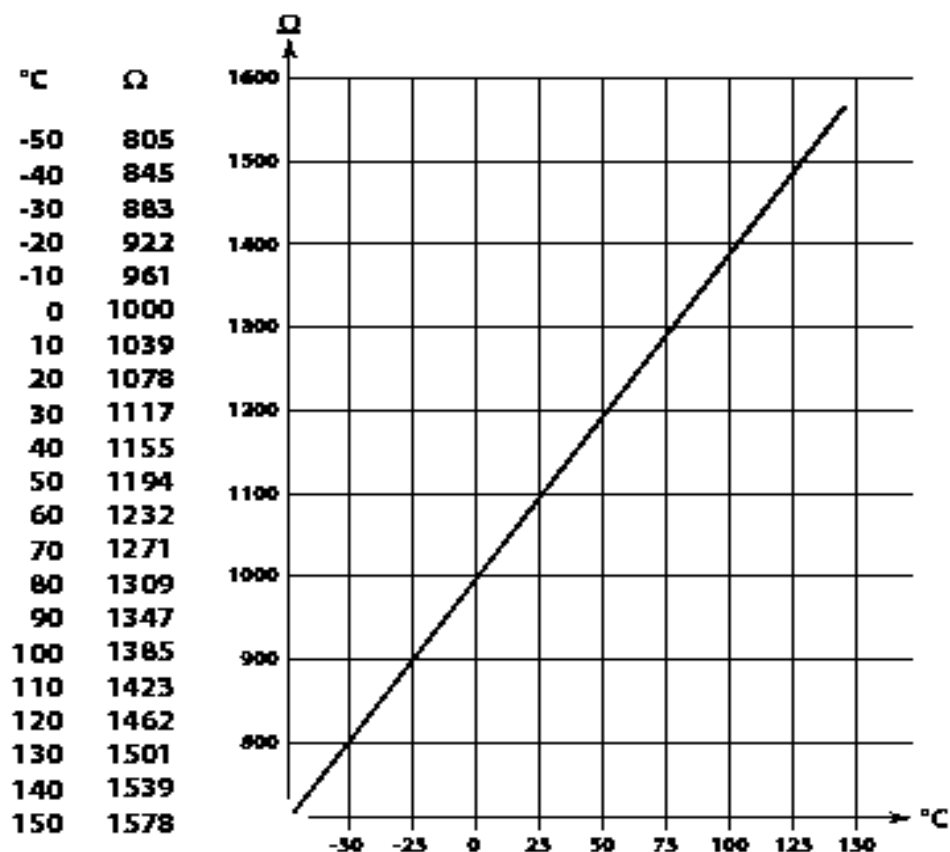


Рисунок 5.1 – Соотношение между температурой и омическим сопротивлением датчика

Наклон температурного графика равен:

$$\text{Наклон} = (D - C) / (A - B) \quad (5.21)$$

Полученный результат округляется до десятых и устанавливается в параметре наклона строки С серой стороны карты. Строки температурного графика выбираются по усмотрению пользователя и должны перекрывать наиболее вероятный диапазон рабочих наружных температур. Снять сервисными настройками влияние датчиков обратной и комнатной температур, приоритетов, ограничения расхода. При текущей наружной температуре сравнить величину уставки подачи, рассчитываемую регулятором с температурой подачи и требуемую температурным графиком. Изменяя параметр смещения графика (строка С серой стороны), добиться совпадения указанных величин. Изменяя параметр смещения графика (строка С серой стороны), добиться совпадения указанных величин. В результате реальной эксплуатации может оказаться, что температура в помещении не выдерживается постоянной в диапазоне наружных температур. Если при низких температурах наблюдается перетоп, а при высоких — недотоп, то следует уменьшить крутизну

графика и выставить его смещение. При обратной картине следует увеличить крутизну (см. рисунок 5.2).



Рисунок 5.2 – Настройка температурного графика

Основные настройки регулятора:

1. Зона пропорциональности. Более высокое значение приведет к устойчивому, но медленному регулированию температуры теплоносителя;
2. Постоянная интегрирования установить большую постоянную интегрирования для получения медленной, но устойчивой реакции на отклонения;
3. Малая постоянная интегрирования вызовет быструю реакцию регулятора, но с меньшей устойчивостью.

Данные настройки справедливы для обоих контуров отопления, причем есть возможность на каждый контур задавать свой температурный график, время интегрирования, зону пропорциональности.

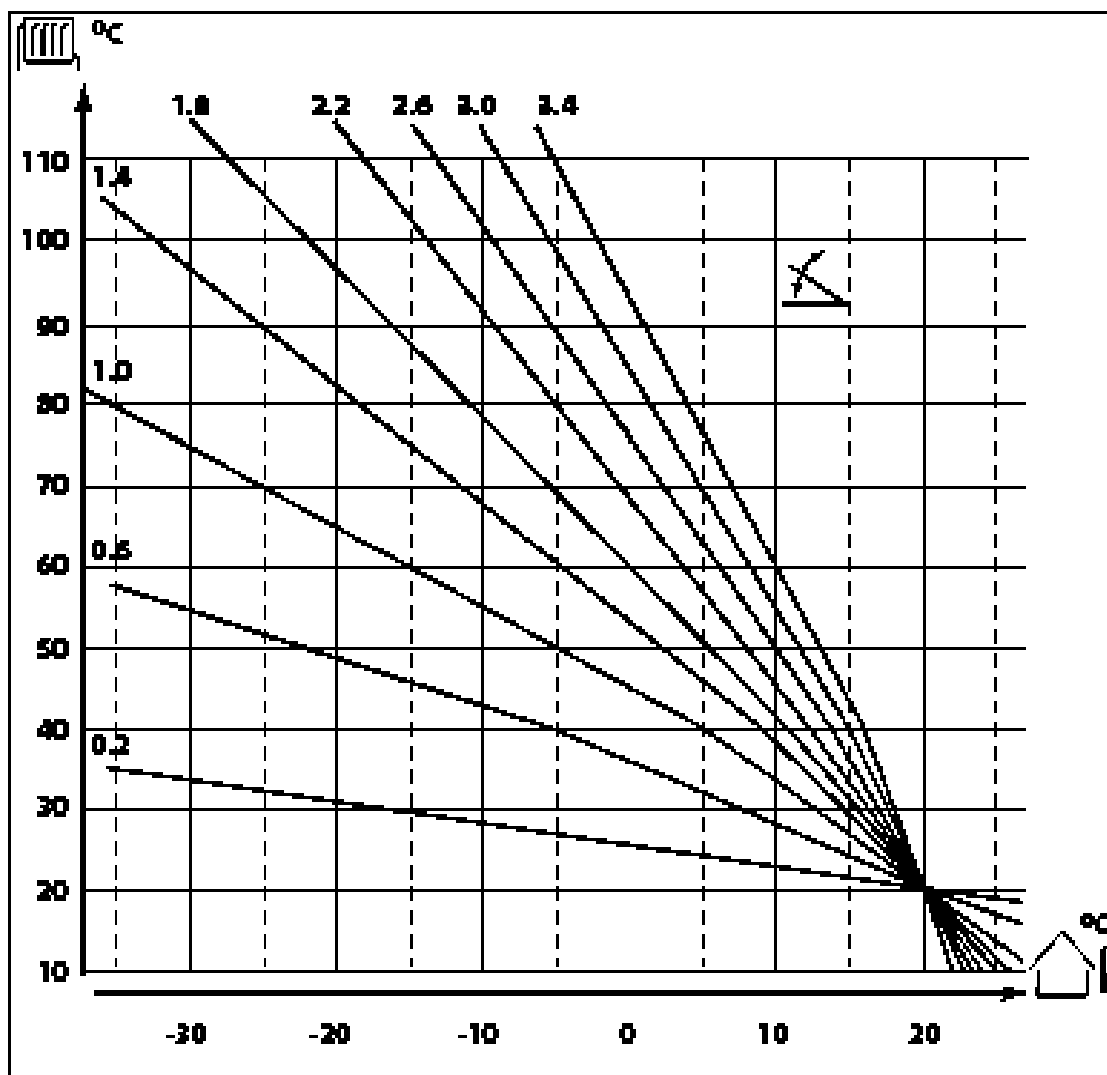


Рисунок 5.3 – Выбор угла наклона температурного графика

Выводы по разделу пять

Внедрение автоматических устройств невозможно без предварительных расчетов параметров и дальнейшей настройки управления автоматике. Выполнение всех этих процедур позволяет достичь высокой степени комфорта, стабильного управления во время работы на холостом ходу, и, следовательно, более длительного срока службы приборов. Точная настройка приборов гарантирует надежную работу системы отопления.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

Лист

51

6 РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РЕЛЕ

6.1 Разработка алгоритмов управления

Интеллектуальное реле Zelio Logic 2 управляет технологической сигнализацией в котельной.

В его функции входит:

- принятие сигналов с датчиков давления, с выключателей и газоанализатора;
- управление работой оборудования (котлов, насосов, отсечного газового клапана);
- включение/выключение светозвуковой сигнализации
- включение аварийной сигнализации при достижении критических параметров;
- выключение аварийной сигнализации;
- переход на ручной режим работы котельной.

При включении интеллектуальное реле должно открыть нормально замкнутый электромагнитный газовый клапан. За этим производится прием сигналов с входных датчиков.

К входам интеллектуального реле подключены следующие приборы:

- а) выключатель приготовления горячей воды и выходной сигнал термостата бойлера;
- б) выходной сигнал прессостата минимального давления;
- в) выходной сигнал прессостата максимального давления;
- г) выходной сигнал напоромер давления газа;
- д) “сухие” контакты газоанализатора;
- е) кнопка сброса сигнализации;
- ё) кнопка выключения звукового сигнала.

Приборы, подключенные к входу №1 реле, отвечают за приготовление горячей воды в доме, следят за тем, чтобы не размораживалась система отопления. Так как контуры отопления и контур загрузки бойлера работают по приоритету загрузки бойлера, необходимо ограничивать продолжительность отсутствия циркуляции теплоносителя в контурах отопления. При включении насоса бойлера должен запускаться таймер с установкой 10 минут (параметр должен корректироваться при использовании в реальной системе). При превышении времени загрузки бойлера должны выключиться насос загрузки бойлера и включиться насосы контуров отопления и лампа на щите автоматики, сигнализирующая о превышении времени загрузки бойлера. В случае поступления на вход интеллектуального реле сигнала отключения приготовления горячей воды до срабатывания таймера происходит выключение насоса загрузки бойлера и включение насосов контуров отопления.

Приборы, подключенные к входу №2, отвечают за работоспособность насосов и котлов. При возникновении одного из этих входных сигналов происходит закрытие отсечного газового клапана, отключение котлов, отключение насосов цир-

						13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			52

куляции контуров отопления и загрузки бойлера и включение звуковой и светозвуковой сигнализации.

Приборы, подключенные к входам №3,4,5 реле, отвечают за работоспособность насосов. При возникновении одного из этих входных сигналов происходит закрытие отсечного газового клапана, отключение насосов и включение звуковой и светозвуковой сигнализации.

Аварийная сигнализация, по любому из аварийных входящих сигналов, сохраняет выключенным оборудование до нажатия кнопки SB1. Если кнопка была нажата до устранения причин аварии, то после включения в работу оборудования вновь произойдет отключение. Если причины аварии устранены, то нажатие кнопки SB1 приведет к нормализации работы котельной в штатном режиме.

Чтобы отключить звуковую сигнализацию необходимо нажать кнопку SB2, которая находится на боковой стенке щита автоматики.

Для перехода к ручному режиму работы необходимо нажать кнопку Z1 непосредственно на интеллектуальном реле. При этом происходит открытие газового клапана, включение реле K2, K3, K4. В данном режиме закрывается лишь газовый клапан по сигналу от газоанализатора при превышении норм загазованности и утечке метана. Ручной режим работы нужен для приведения оборудования в рабочий режим, но такой режим опасен, так как не обеспечивает безопасности ни оборудования, ни обслуживающего персонала поэтому не рекомендуется к использованию и должен быть кратковременным.

6.2 Разработка блок-схемы управляющей программы

Результатом разработки алгоритма управляющей программы является блок-схема. Алгоритм ручного режима работы интеллектуального реле представлен на рисунке 6.1.



Рисунок 6.1 – Блок-схема работы ручного режима контроллера

Блок-схема алгоритма автоматического режима работы интеллектуального реле представлена на рисунке 6.2.

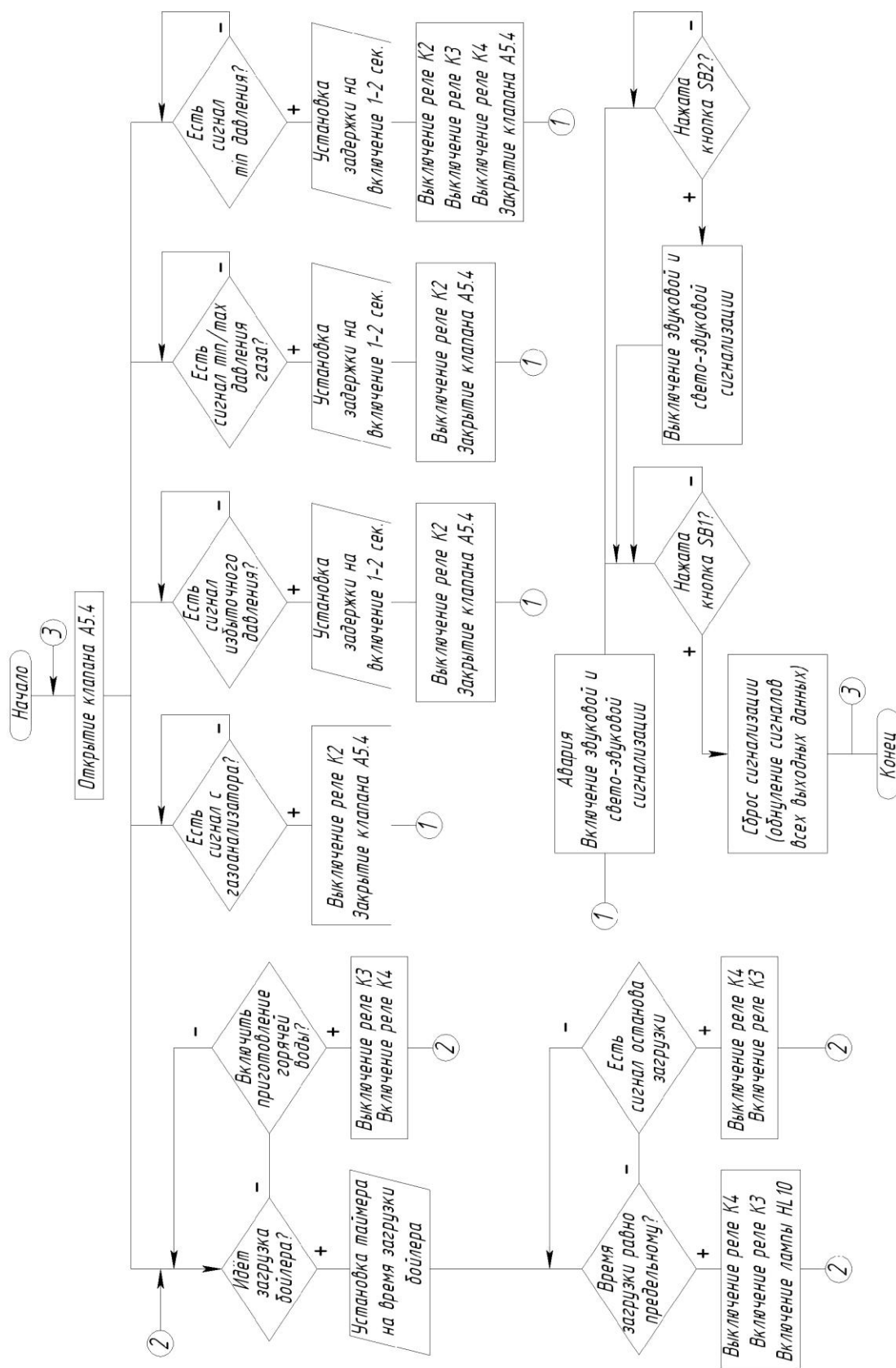


Рисунок 6.2 – Блок-схема управляющей программы интеллектуального реле

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

6.3 Апробация работы программы интеллектуального реле

Описанный выше алгоритм реализуем программно в пакете ZelioSoft 2, так как именно он используется для написания программ реле Zelio Logic и последующего внесения этих программ в память реле. В данном случае более удобным будет использование языка функциональных блок-схем, так как программу на этом языке можно непосредственно записать на контроллер без дополнительных приспособлений. Программа ZelioSoft 2 имеет 3 режима работы:

- редактирование (этот режим используется для построения программы на языке функциональных блок-схем);
- эмуляция (используется для запуска приложения непосредственно из среды программирования (локально) и является частью процесса отладки);
- мониторинг (используется для запуска приложения в интеллектуальном реле (в режиме онлайн) и для отображения его результатов в программной среде);

Управляющая программа интеллектуального реле в режиме редактирования для данной выпускной работы представлена на рисунке 6.3.

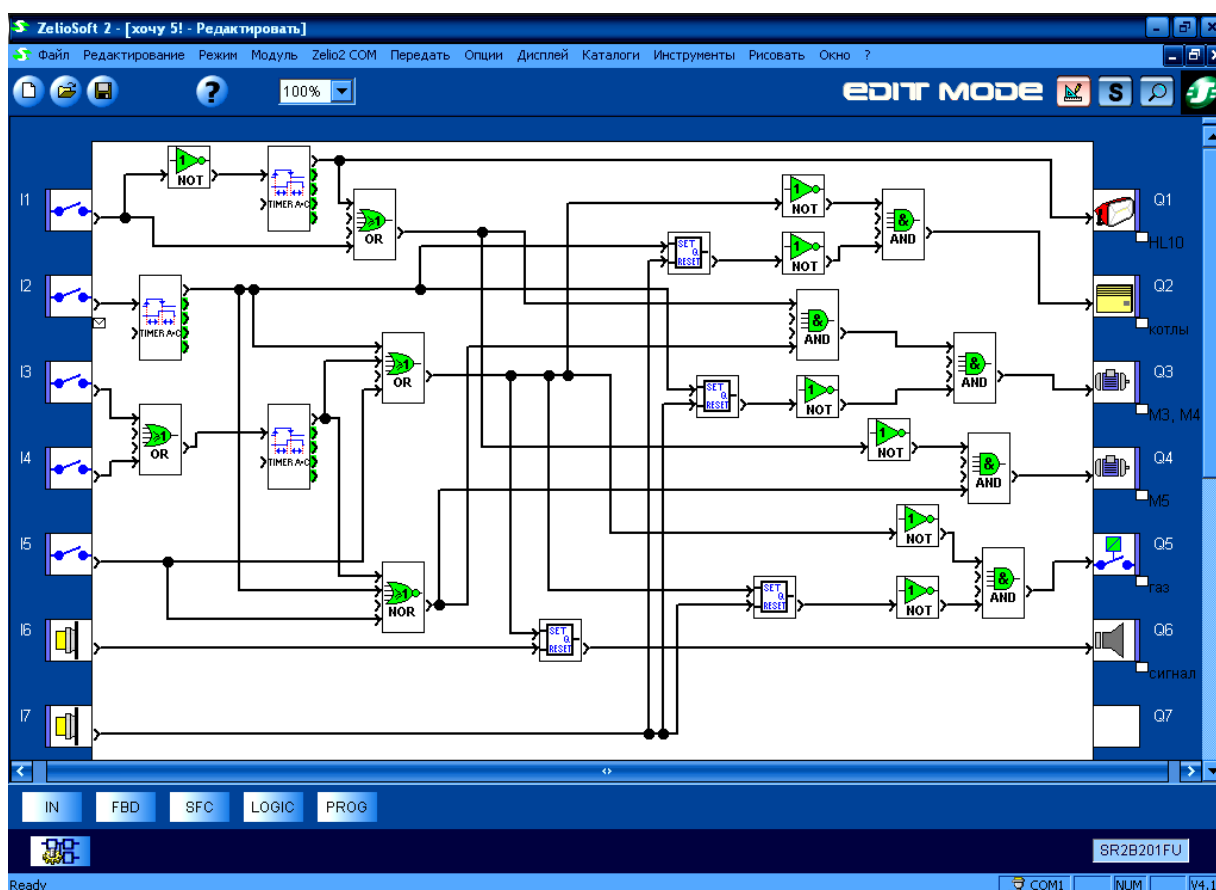















Рисунок 6.3 – Управляющая программа интеллектуального реле в режиме редактирования

Используемые в программе сигналы сведены в таблицу 5.

Также при разработке программы использовались логические функции (НЕ, И, ИЛИ, ИЛИ НЕ), функция таймера и функция “триггер”.

Таблица 5 – Сигналы, использованные в управляющей программе

Тип сигнала	Отображение в неактивном состоянии	Отображение в активном состоянии
Переключатель (входной)		
Кнопка (входной)		
Лампа (выходной)		
Нормально разомкнутое реле (выходной)		
Двигатель (выходной)		
Котёл (выходной)		
Сигнализация (выходной)		

При запуске программы некоторые выходные параметры находятся в активном состоянии. Насос загрузки бойлера и котлы включены, отсечной газовый клапан открыт (см. рисунок 6.4).

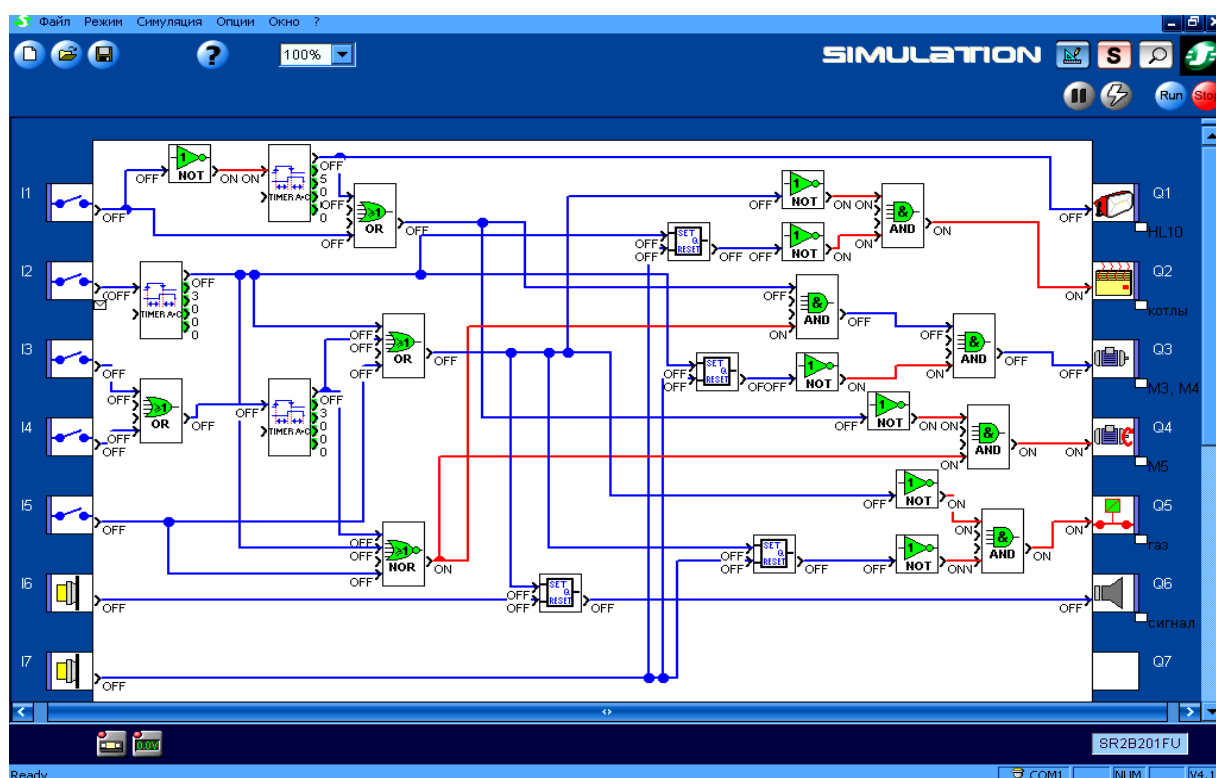


Рисунок 6.4 – Стартовые параметры системы управления

При превышении времени загрузки бойлера выключается насос M5 и включаются насосы циркуляции контуров отопления (M3, M4), а также включается лампа HL10 (см. рисунок 6.5).

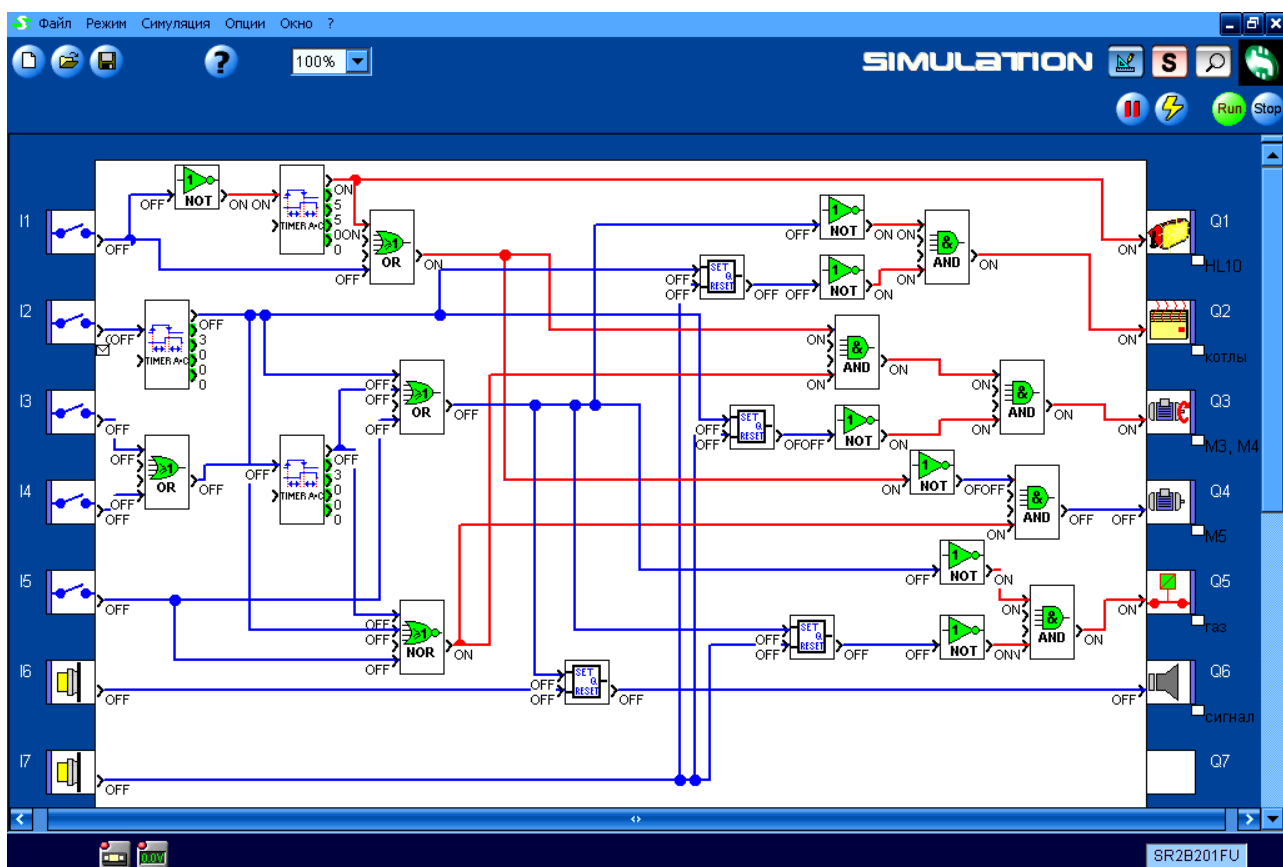


Рисунок 6.5 – Эмуляция защиты системы от размораживания

При возникновении аварии, например, при снижении давления в системе до минимального уровня, происходит отключение котлов, насосов, закрытие клапана и включение звуковой и светозвуковой сигнализации. Результат эмуляции данной ситуации можно увидеть на рисунке 6.6.

На рисунке 6.7 изображено отключение аварийной ситуации. Кнопка SB2 отключает звуковую сигнализацию, а SB1 – “сбрасывает” состояние выходных сигналов насосов, котлов, отсечного клапана газопровода.

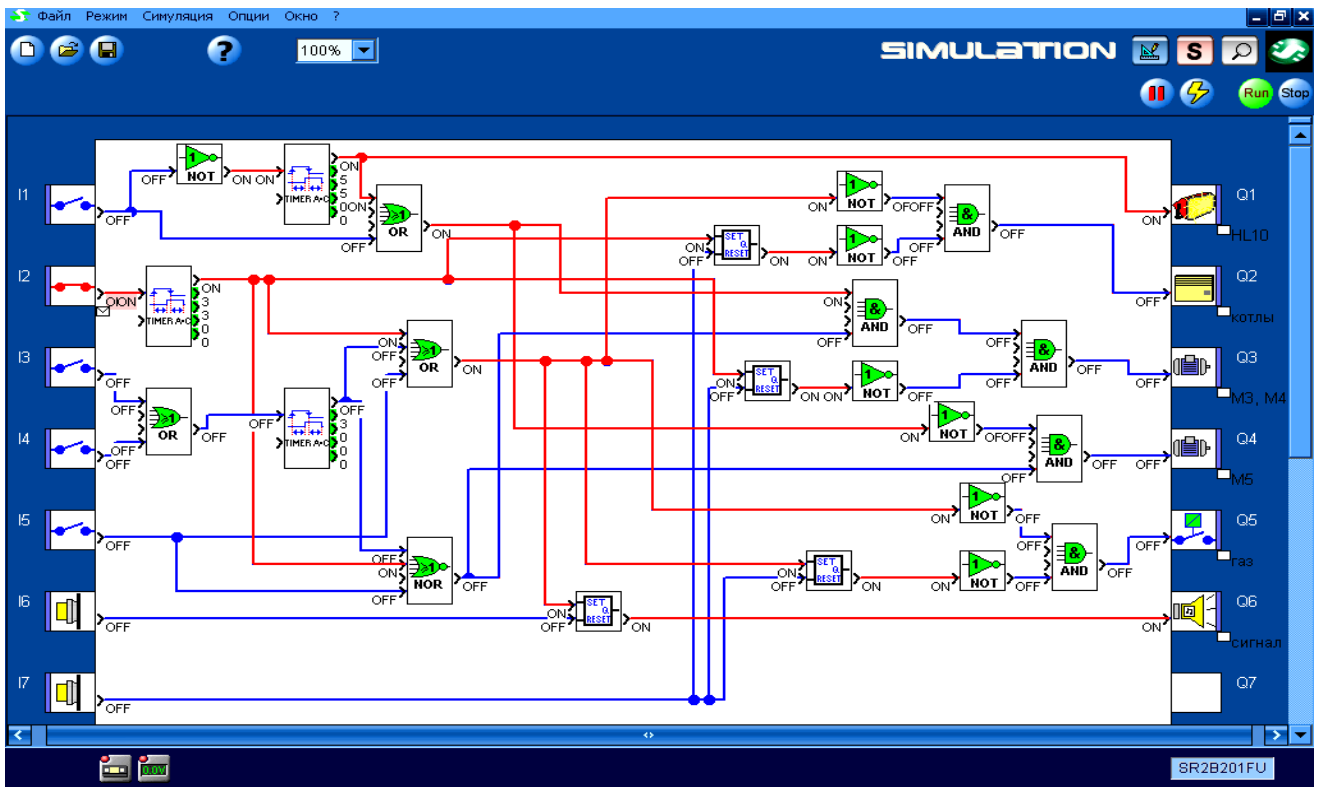


Рисунок 6.6 – Эмуляция аварийной ситуации

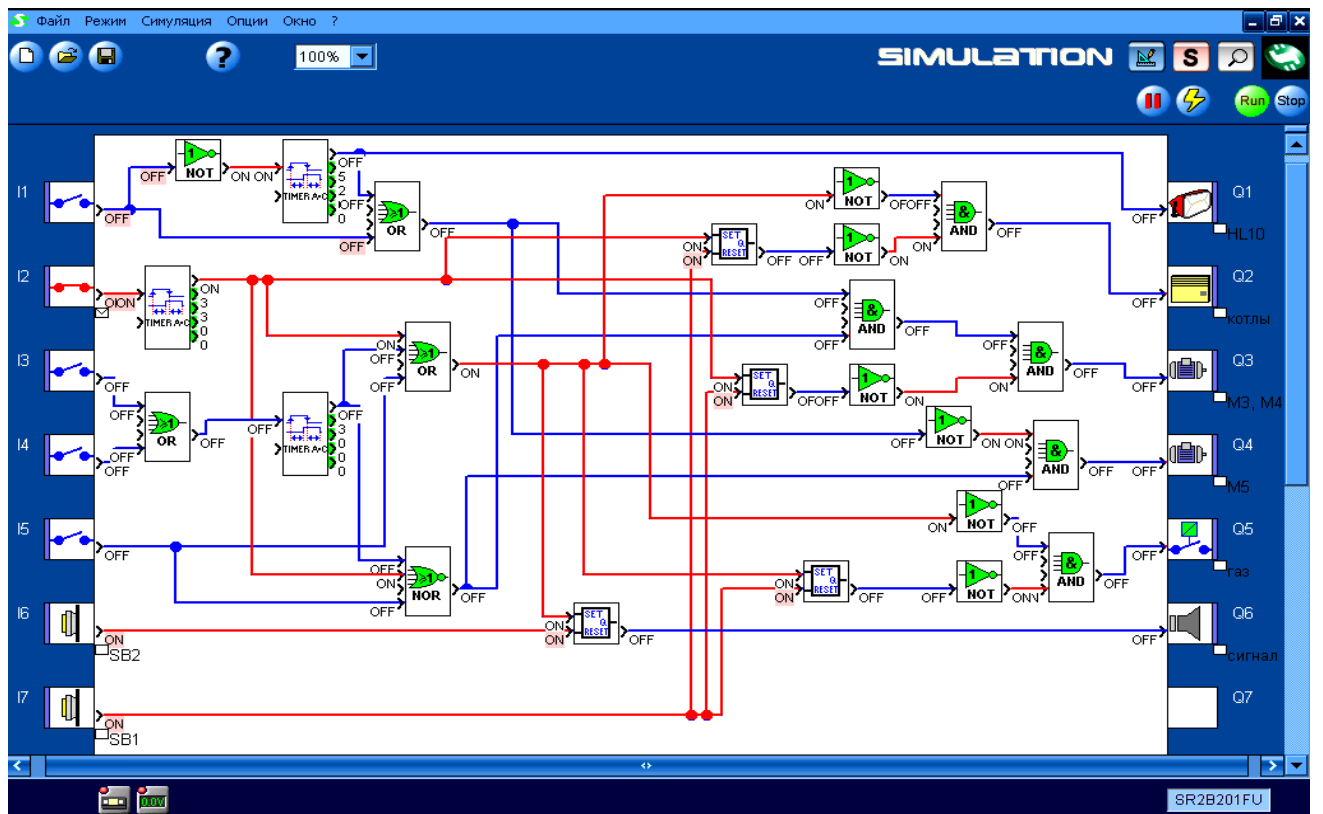


Рисунок 6.7 – Результат отключения сигнализации

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

Лист

58

Выводы по разделу шесть

Программирование интеллектуальных реле – это новые возможности в управлении устройств, которые могут реализовать заданные функции программно, практически без увеличения стоимости всей системы управления. Таким образом, в разделе 6, мы получили работоспособную управляющую программу интеллектуального реле, способную выполнять все функции согласно заданному алгоритму.

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЩИТА АВТОМАТИКИ И СИГНАЛИЗАЦИИ

Создание щита автоматики в данном проекте необходимо, так как все приборы автоматизации должны быть защищены от прямого попадания влаги, пыли. Также обслуживающему персоналу удобнее следить за близко расположенным оборудованием. Плюс к этому, если вмонтировать в шкаф автоматики замок, то это дополнительно повысит уровень защищенности технологического оборудования и автоматики.

Выберем стандартный щит размером 600x400x200 с монтажной панелью. В щите необходимо расположить следующие приборы: автоматические выключатели (QF1...QF11), температурный выключатель (А3), погодозависимый контроллер (А4), интеллектуально реле (А5), промежуточные реле (К1...К5), сервисная розетка, клеммы для подключения устройств.

На дверцу щита необходимо вынести следующие элементы:

- переключатель режима работы насоса М3 циркуляции системы отопления дома;
- переключатель режима работы насоса М4 циркуляции системы отопления бани;
- выключатель подготовки горячей воды;
- выключатель насоса М6 рециркуляции ГВС;
- лампы (HL1...HL5), информирующие о работе насосов;
- лампа (HL6), информирующая о наличии питания на щите автоматики;
- лампы (HL7...HL10), сигнализирующие об аварии;
- кнопка сброса аварийной сигнализации.

На боковой стенке щита автоматики располагается звуковой оповещатель НА1 и кнопка отключения звуковой сигнализации.

Вид дверцы щита на рисунке 7.1, а общий вид щита автоматики и сигнализации изображен на рисунке 7.2. Цифрами на рисунках обозначены надписи на щите, поясняющие предназначение элементов автоматики и управления. Эти данные представлены в таблице 6.

						13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			60

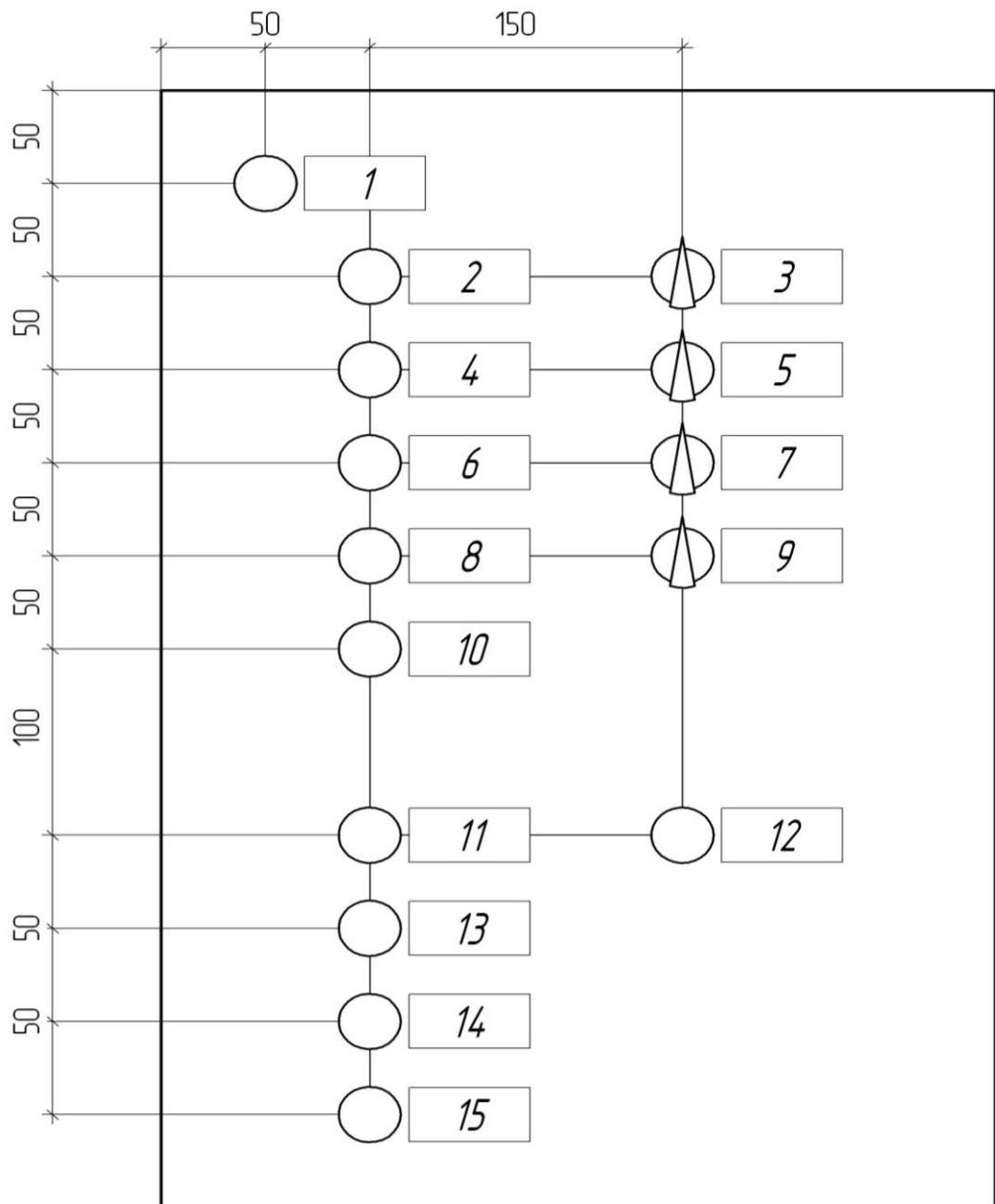


Рисунок 7.1– Дверца щита автоматики и сигнализации

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

Лист

61

Боковая стенка щита

Вид на щит (без дверцы)

Боковая стенка щита

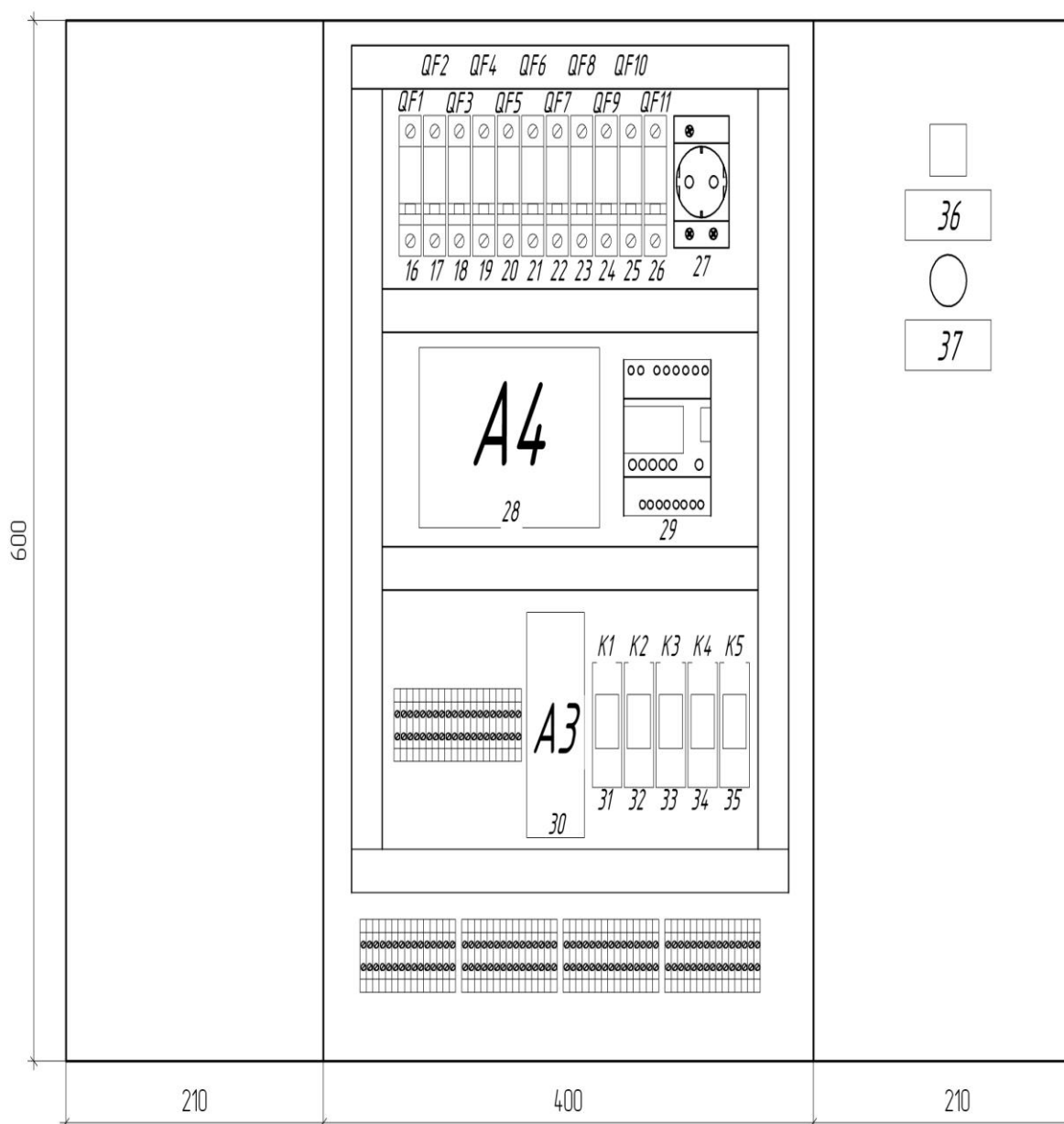


Рисунок 7.2– Общий вид щита автоматики (без дверцы)

Таблица 6 – Надписи на щите автоматики

Позиции	Наименование
1	Система защиты и сигнализации в работе
2	Насос М3 циркуляции системы отопления дома в работе
3	Переключатель режима работы насоса М3 циркуляции системы отопления дома
4	Насос М4 циркуляции системы отопления бани в работе
5	Переключатель режима работы насоса М4 циркуляции системы отопления бани

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

Лист

62

Окончание таблицы

Позиции	Наименование
4	Насос М4 циркуляции системы отопления бани в работе
5	Переключатель режима работы насоса М4 циркуляции системы отопления бани
6	Насос М5 загрузки бойлера в работе
7	Выключатель подготовки горячей воды
8	Насос М6 циркуляции системы ГВС в работе
9	Выключатель насоса М6 рециркуляции ГВС
10	Насосы котлового контура в работе
11	Низкое давление в системе (отключение насосов, котлов, запорного клапана)
12	Сброс системы сигнализации
13	Высокое давление в системе (отключение котлов и запорного клапана)
14	Превышение времени загрузки бойлера (откл. подготовки горячей воды)
15	Отклонение давления газа от нормы (отключение котлов и запорного клапана)
16	Питание щита автоматики
17	Питание пульта управления котла 1
18	Питание пульта управления котла 2
19	Питание температурного выключателя ET2
20	Питание насоса циркуляции контура отопления бани
21	Питание насоса циркуляции контура отопления дома
22	Питание насоса загрузки бойлера
23	Питание насоса рециркуляции ГВС
24	Питание контроллера системы отопления
25	Питание схемы защиты и сигнализации
26	Питание сервисной розетки
27	Сервисная розетка
28	Контроллер системы отопления
29	Интеллектуальное реле защиты и сигнализации
30	Температурный выключатель ET2
31...35	Промежуточное реле
36	Звуковой оповещатель
37	Кнопка отключения звукового сигнала

Выводы по разделу семь

Щит автоматики дает возможность контролировать целую группу рабочих процессов. С его помощью можно следить за исправным функционированием

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

подключенных приборов и менять их деятельность при необходимости. В последнем разделе выпускной квалификационной работы был спроектирован щит автоматики и сигнализации, который предназначен обеспечить удобное управление оборудованием и связанными с ним технологическими процессам, без которого модернизация котельной была бы не оптимальной.

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы определены этапы создания автоматизированной котельной на базе оборудования фирмы Wolf. В ходе выполнения проекта были разобраны основные направления автоматизации процессов теплоснабжения и в частности автоматизацию котельных установок малой мощности, оснащенных атмосферными горелками. Была спроектирована автоматизированная система управления котлами, регулирования температуры, оснащенная общекотловой автоматикой и технологической сигнализацией. В ходе разработки проекта выбрано и применено оборудование, такое как: термопреобразователи сопротивления, пресостаты, напоромеры, регуляторы температуры, интеллектуальное реле. В ходе проекта был произведен расчет регулирующего клапана, произведена настройка регулятора ECL Comfort 300 и спроектирован щит автоматики для котельной. Результатом выпускной квалификационной работы стало написание программы для интеллектуального реле Zelio Logic 2 на языке функциональных блок-схем. Апробация программы показала её полную работоспособность, что даёт возможность использовать данную автоматизированную систему в реальных условиях. Полученная автоматизированная система имеет свободную архитектуру и может быть дополнена другими элементами автоматики при возникновении новых требований.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

									Лист
									65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.03.02.2021.373.00 ПЗ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Адабашьян, А.И. Монтаж контрольно-измерительных приборов и аппаратуры автоматического регулирования/ А.И. Адабашьян. – М.: Стройиздат, 1969. – 358 с.
- 2 Витальев, В.П. Автоматизация тепловых пунктов: справочное пособие/ В.П. Витальев, В.С. Фаников – М.: Энергоиздат, 1989. – 256 с.
- 3 Гриненко, М.Я. Автономные модульные котельные для систем децентрализованного отопления / М.Я. Гриненко, И.М. Кихтев, М.А. Розенберг // Газовая промышленность. – 2005. – №3. – С.84-86.
- 4 Ктеев, А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие / А.С. Ктеев – М.: Энергоиздат, 1990. – 464 с.
- 5 Лапир, М.А. Тенденции и задачи развития автономного теплоснабжения в Москве / М.А. Лапир, А.Л. Наумов // Энергосбережение – 1999. – №3. – С.20-21.
- 6 Ливчак, В.И. К вопросу использования газовых котельных в качестве источника теплоснабжения или электрической энергии / В.И. Ливчак // Энергосбережение – 2000. – №3. – С.62-63.
- 7 Мартынов, А.В. Децентрализованные системы теплоснабжения / А.В. Мартынов // Новости теплоснабжения. – 2006. – №7(71). – С.18-22.
- 8 Мухин, В.С. Приборы контроля и средства автоматизации тепловых процессов / В.С. Мухин, И.А. Саков – М.: Высшая школа. 1988. – 266 с.
- 9 Невзоров, А.С. Сервисное обслуживание импортных котлов / А.С. Невзоров // Аква-Терм. – 2004. – №4. – С.16-19.
- 10 Столлкер, Е.Б. Справочник эксплуатации газовых котельных / Е.Б. Столлкер – Л.:Недра. 1976. – 528 с.
- 11 Трутаев, В.И. Техничко-экономическое обоснование зон централизованного и децентрализованного теплоснабжения: метод. указания / В.И. Трутаев, Б.В. Яковлев – Минск: БелНИПИэнергопром, 1995. – 57 с.
- 12 Открытая система отопления с циркуляционным насосом: схема, монтаж, котлы - <https://oboiman.ru/teplo/otkrytaa-sistema-otopenia-s-cirkulacionnym-nasosom-shema-montaz-kotly.html>
- 13 Корепов, К. Сборка, монтаж, обвязка котельной в частном доме/ Корепов К.- <https://www.tproekt.com/sborka-montaz-obvazka-kotelnoj-v-castnom-dome-ceny>

					13.03.02.2021.373.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66