

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

(институт)

**Промышленная электроника**

(кафедра)

**27.03.04 Управление в технических системах**

(код и наименование направления подготовки, специальности)

**Системы и технические средства автоматизации и управления**

(направленность (профиль))

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему **Автоматизированная система управления котлом**

Студент (ка)

А.С Чередников

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

Руководитель

М.В Позднов

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.А. Шевцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2018

## **Аннотация**

Объем 42 с., 11 рис., 7 табл., 25 источников.

В работе рассмотрена автоматизация парового котла марки Logano SK745. В выпускной квалификационной работе предложена система автоматизации парового котла Logano SK745 на базе современных технических средств. Современные средства автоматизации на базе программно-технических комплексов обеспечивают управление технологическим процессом в паровом котле на основе централизованно обработанной в микропроцессоре информации по заданным технологическим и экономическим критериям, определяющим качественные и количественные результаты выработки пара.

Первая глава выпускной квалификационной работы содержит описание существующей системы теплоснабжения.

Во второй главе рассмотрена предлагаемая система реконструкции теплоснабжения.

В третьей главе рассмотрена автоматизация технологических процессов и система автоматического регулирования котлом.

В последней главе рассмотрено технические и противопожарные мероприятия.

## Содержание

Введение.....	4
1. Характеристика существующей системы теплоснабжения.....	5
2. Характеристика предлагаемой системы реконструкции системы теплоснабжения .....	8
2.1 Техническое описание оборудования .....	9
2.2 Топливоснабжение .....	15
2.3 Дымоудаление .....	18
3. Автоматизация технологических процессов .....	20
3.1 Управление горелкой.....	22
3.2. Динамический диапазон переключения.....	25
3.3 Функции насосов .....	25
3.4 Диагностический прибор Logamatic Service Key.....	27
3.5 Элементы управления и пульт управления MEC2 .....	29
4. Технические и противопожарные мероприятия .....	39
Заключение.....	40
Список используемой литературы.....	41

## ВВЕДЕНИЕ

В данной дипломной работе рассматривается модернизация городской котельной г.о Жигулевск. Жигулевск находится на территории Национального Парка «Самарская Лука». Отопление города производится 27 котельными, из которых 18 построены в период с 1951 по 1975 годы.

В связи с тем, что котельное оборудование морально и физически устарело в результате его длительной эксплуатации, в последнее время наблюдается неудовлетворительное обеспечение жилого фонда района теплом. На сегодняшний день возникла острая необходимость в реконструкции системы теплоснабжения.

В качестве нового варианта предлагаю тепловой центр модульного типа с водогрейными, жаротрубными котлами, работающими под наддувом.

## 1 Характеристика существующей системы теплоснабжения.

В настоящее время теплоснабжение микрорайона В\_3 г. Жигулевска осуществляется от существующей котельной № 14, расположенной на территории радиозавода.

Существующая котельная эксплуатируется с 1966 года, оснащена морально и физически устаревшим оборудованием, требующим частых ремонтов.

В существующей котельной установлены паровые котлы типа ДКВР 10/13 – 4 шт. общей производительностью 19,2 Гкал/ч.

Таблица 1 Технические характеристики котла ДКВР – 4,0

Показатель	ДКВР – 4,0
Паропроизводительность, т/ч	4
Давление пара, МПа	1,5(14)
Температура пара, °С	196
Поверхность нагрева котла, м <sup>2</sup> : радиационная / конвективная / общая	22,4/118,9/139,3
Объем котла, м <sup>3</sup> : паровой / водяной	3,05/5,55
Топливо	газ, мазут
Расход топлива, м <sup>3</sup> /ч (кг/ч)	315 (290)
КПД, %	90/88,8
Экономайзер: чугунный	ЭБ2-142
стальной	ИБВЭСII-2
Вентилятор	ВДН-10
Дымосос	ДН-10

Таблица 1 Продолжение

Поставка (блоком, россыпью и т.д.)	блок, россыпь
Габаритные размеры (д × ш × в), м	5,4 × 3,4 × 4,4
Масса, кг	7800

В работе находятся 2 котла, снабжающие теплом объекты радиозавода и жилого массива квартала В\_ 3. Оставшиеся 2 котла выведены из эксплуатации.

Котельная № 14 на нужды отопления вырабатывает технологическую воду с температурой 130/70 С. Горячая вода для системы ГВС для микрорайона В\_ 3 готовится в ЦТП\_ 3, расположенном внутриквартально. В ЦТП установлены трубчатые теплообменники Ду 200 – 6 шт. Из-за длительной эксплуатации и, как следствие, изношенности теплового оборудования и тепловых сетей качество теплоснабжения очень низкое.

На сегодняшний день возникла острая необходимость в реконструкции системы теплоснабжения данного района города.

Для расчета совокупной мощности котельной были использованы данные расхода тепла по потребителям (таб. 2)

Таблица 2 Расходы тепла по отдельным потребителям.

	Наименование объекта	Расход теплоты, Гкал/ч			
		отопление	вентиляция	ГВС	Всего
	Существующий жилой фонд				
1	ул. Радиозаводская, 2	0,70	0	0,23	0,93
2	ул. Радиозаводская, 66	0,45	0	0,15	0,60
3	ул. Радиозаводская, 10	0,33	0	0,11	0,44
4	ул. Фадеева, 23	0,33	0	0,11	0,44
5	ул. Фадеева, 25	0,61	0	0,20	0,81

Таблица 2 Продолжение

6	Молодежный проезд, 5	1,03	0	0,34	1,37
7	ЖСК_ 10	0,23	0	0,08	0,31
8	Уралочка	0,01	0	0,00	0,01
9	Ипотечный дом	1,26	0	0,63	1,89
10	Социальное жилье	2,01	0	1,00	3,01
11	Два пристроя дома Радиозаводская, 2	1,00	0	0,00	1,00
	Итого, Гкал/ч	7,99	0	2,86	10,83
	Итого, МВт	9,29	0	3,32	12,59

Заявленные потребители теплоты по надежности теплоснабжения относятся ко 2-й категории (СНиП 41\_ 02\_ 2003 Тепловые сети" п.4.2).

С учетом требований СНиП 41\_ 02\_ 2003 п.5.4 рассчитываем установленную мощность котельной и определяем количество котлов в проектируемом тепловом центре.

Таблица 3 Установленная мощность котельной.

Аварийная тепловая нагрузка на тепловой центр (требования СНиП 41_ 02_ 2003 п.5.4_ 87% от нагрузки на отопление и вентиляцию), МВт	8,05
Тепловая нагрузка с учетом запаса по сетям, перспективы и собственных нужд - 20%, МВт	15,10
Установленная мощность котельной, МВт	15,6

## **2 Характеристика предлагаемой системы реконструкции системы теплоснабжения.**

В данной работе предлагаю следующее:

1) установить модульный тепловой центр установленной мощностью 15,6 МВт для перечисленных потребителей теплоты.

При этом существующую котельную № 14 вывести из эксплуатации.

2) в проектируемом тепловом центре установить оборудование для обеспечения выработки тепла на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

Потребная нагрузка на тепловой центр:

зима – 10,83 Гкал/ч (12, 59 МВт);

лето – 3,32 Гкал/ч (3,86 МВт).

Теплоноситель – теплофикационная вода с температурой 95–70°C для действующей системы жилого массива, горячая вода системы ГВС действующего жилого массива – 55°C, теплоноситель 105/70°C – для теплоснабжения проектируемых объектов социально-культурного назначения и жилых домов.

Основной вид топлива – природный газ. Резервное топливо – не предусматривается.

Природный газ – для коммунально-бытового назначения по ГОП" 5542– 87  $Q_{рн} = 8000$  ккал/нм<sup>3</sup>. Снабжение газом – от существующего газопровода среднего давления ( $P=3$  кгс/см<sup>2</sup>).

Водоснабжение теплового центра выполняем от существующего хозяйственно – питьевого водопровода. Качество воды по СанПиН 2.1.4.1074– 01 "Питьевая вода на гигиенические потребности. Качество воды централизованных систем питьевого водоснабжения".

Отвод канализации предусматривается в существующие канализационные сети.



Разработаны оптимальные решения подпитки тепловых сетей и обеспечения нормального гидравлического режима с учетом существующей схемы теплоснабжения.

Предусматриваем систему учета и контроля отпускаемой теплоты от автономного источника теплоты.

Схема теплоснабжения: отопление и вентиляция, ГВС по закрытой схеме.

Схема работы теплового центра – одноконтурная.

## **2.1 Техническое описание оборудования.**

В качестве базового варианта предлагаю водогрейных котел Logano SK745.

Функция котла

Теплообменная поверхность котла нагревается путем сгорания природного газа в горелке и выделения тепла. В середину цилиндрической камеры сгорания установлена горелка. Продукты сгорания в ней разворачиваются обратно в противоположное направление, возвращаются вдоль внутренней стены топки и после прохождения между обмуровкой дверцы и передней стеной корпуса котла нагревают внутренние стены трубок теплообменника. Для систем с принудительной циркуляцией предназначены котлы Logano SK745. Из отопительной системы в котел вода поступает по входному патрубку. В желобе поток воды направляется под входным патрубком. В отопительную систему нагретая вода поступает по выходному патрубку, который находится в верхней части корпуса котла.

Техническое описание котла

Котел имеет форму цилиндра. Стальные дымогарные трубки в теплообменнике котла используются из жароупорной стали. Все элементы котла одобренным технологическим процессом и изготавливаются из качественной углеродистой стали. На котле расположена дверца, которую возможно открывать в правую или левую сторону, при этом она открывается больше 90°. Во время эксплуатации в камере сгорания давление, умеренное избыточное, поэтому любая не герметичность привела бы к утечке продуктов сгорания и теплопотере или другому

ущербу. Поэтому котлы снабжаются механизмом регулировки дверей в вертикально и горизонтальном направлении. С помощью безасбестового уплотнительного шнура который вкладывается в желоб на переднем торце котла обеспечивается герметичность, изнутри двери отделаны жаростойким бетоном. Двери оснащены контрольным окошком. Две гильзы размещены сверху корпуса котла для термостатов и датчиков. Котел оснащен кожухом с изоляцией. Изоляция котла реализована матом Rotaflex. На передней панели кожуха располагается панель управления котлом. Электроинсталляционные вводы располагаются на боковой передней панели и предназначены для соединения проводов насоса, горелки и других вспомогательных выводов. Патрубком размещенным на коллекторе, отводятся продукты сгорания. Температура выходных газов зависима от систем отопления и температуры воды в котле и колеблется в районе 130 – 210 °С. Поскольку корпус котла стальной, ему угрожает низкотемпературная коррозия, повреждение бетонных футеровок, и поэтому не рекомендуется эксплуатировать котел долговременно при низких температурах. Из-за низких температур котловой воды и обратки возникают осадки кислого конденсата, которые забиваются дополнительные теплообменные поверхности. При этом чистка усложняется, снижается КПД, нарушается передача тепла, повышается температура выхлопных газов и может привести к повреждению котла. Условия для правильной эксплуатации котла:

- На входе в котел и в котле температура воды должна быть не менее 55 °С
- На выходе температура воды должна быть на 10 °С и более выше чем на входе
- После выключения котла должна быть обеспечена циркуляция воды еще в течении 8 минут
- В любом режиме эксплуатации насос должен обеспечивать достаточный поток воды

Технические данные водогрейного котла приведена в таблице

Таблица 4 Технические данные котла Logano SK745

рабочее давление макс	7 бар
испытательное давление	10 бар
макс. допустимая температура (СТБ)	не более 120 °С
номинальное напряжение	230/400 В / 50 Гц
• степень защиты	IP 40
температура продуктов сгорания на выходе	
для отоп. масла, диз. топливо	180_ 210 °С
для природного газа	190_ 200 °С
температура продуктов сгорания в диапазоне мощности	140 _ 210 °С
диапазон настройки регулятора температуры	
1. ступень	65 _ 90 °С
2. ступень	55 _ 85 °С
вид топлива	
природный газ G20	24 мбар, класс I2H
диз.топливо, отоп. масло экстра легкое (TOEL)	
отоп. масло легкое (LTO)	макс. вязкость 1.5 °E (6 cSt) при 20°С
требуемая дымовая тяга во время работы горелки	примерно 0,3 – 0,5 мбар

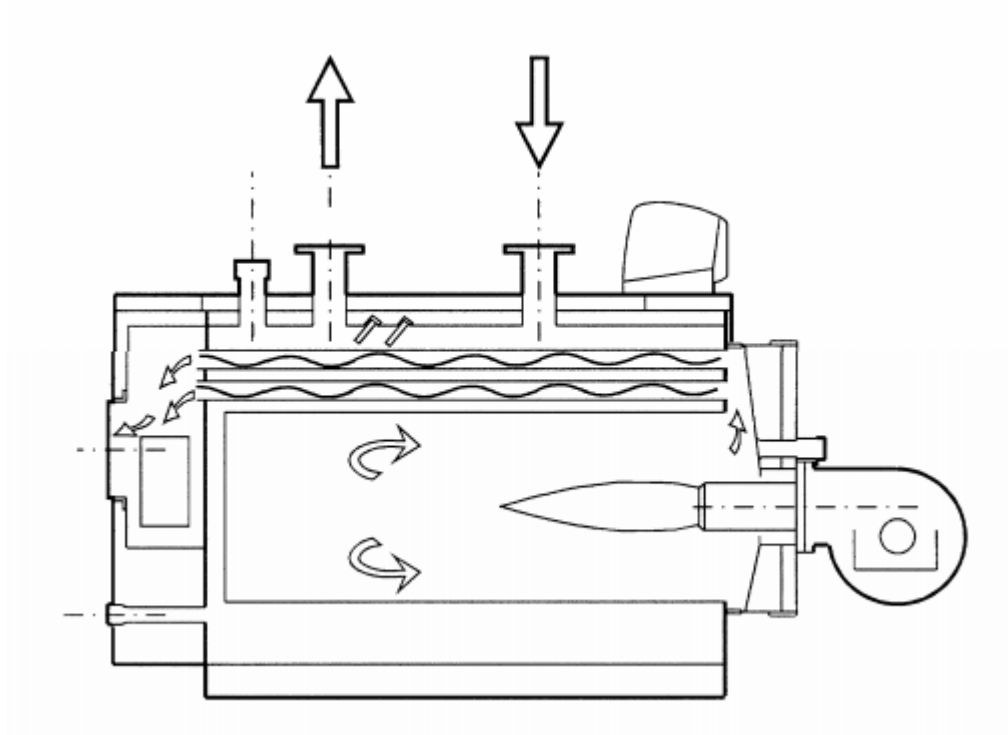


Рисунок 1 Водогрейный котел Logano SK745

Водогрейный котел – жаротрубный котел, работающий под наддувом.

В тыловой части котла располагается сажевая камера, в которой дымовые газы выходят дымовую трубу в атмосферу.

На котле располагаются контрольные отверстия, предназначенные для технологического осмотра внутренностей. Для того чтобы контролировать состояние и очищать дымогарные трубы, передний люк котла имеет петельное соединение.

В дымовом пространстве располагаются измерительные штуцера для измерения температуры дымовых газов, и содержания загрязняющих веществ в дымовых газах.

Котел термоизолирован, температура на наружной поверхности теплоизоляции не превышает +45 °С

Приготовление сетевой воды системы отопления производится в пластинчатых теплообменниках.

Горелок "OILON" Поставляются со следующими приборами и оборудованием: горелка и ее оснащение, магнитные клапаны топлива, устройство розжига с электродами и автоматикой ведения режима горения, устройство контроля состояния факела, вентилятор, устройства контроля давления воздуха на горение и автоматического регулирования соотношения топливо/воздух, регуляторы подачи топлива, щит управления с необходимыми контрольно-измерительными приборами и автоматикой безопасности.

Автоматическая водоумягчительная установка ВWT, предназначена для производства умягченной воды на подпитку сетей. Принцип работы установки основан на замещении солей жесткости, умягченная вода автоматически дозируется в трубопровод.

#### Условия эксплуатации котла

При каждом пуске горячие отопительные газы соприкасаются с холодными стенками котла. Корпус котла может после длительного простоя, например, в конце работы с пониженной температурой в ночное время, остыть до температуры окружающего воздуха. Поскольку отопительные газы содержат водяные пары, то на стенках котла при температуре ниже определенного значения, может образоваться конденсат. Эта температура, различная для разных видов топлива, называется точкой росы. В конфигурацию системы управления при необходимости также закладывается вид топлива для соответствия условий эксплуатации по топливу.

В конденсационных котлах предусмотрена конденсация водяных паров, содержащихся в дымовых газах, для использования высвобождающейся теплоты

конденсации. В низкотемпературных котлах и котлах с Ecostream технологией, наоборот, следует избегать образования конденсата, чтобы защитить котёл от коррозии. Прохождение области температур до точки росы происходит

быстро, если котёл может сначала прогреться без прохождения через него всего объёма воды. Для поддержания необходимых условий эксплуатации, учитывающих специфику котла, система управления Logamatic 4321 предлагает оптимальные возможности для адаптации и настройки. Правильно задав тип котла

на сервисном уровне пульта управления MEC2, при наличии соответствующей гидравлической схемы можно реализовать защитные функции котла.

#### Функции защиты котла

- Низкотемпературный отопительный котёл. При снижении температуры котловой воды ниже минимального значения отключаются насосы котлового контура, отопительных контуров и загрузочный насос бака и снова включаются при нагреве котловой воды до температуры включения. Эта функция защиты котла называется логикой насосов.

Граничные значения температур включения/выключения зависят от вида горелки и заранее задаются на заводе.

- Ecostream-котёл

У этого типа котлов поддерживается жёстко заданная на заводе "рабочая температура подающей линии". При снижении этой температуры, измеряемой датчиком котловой воды FK, автоматически снижается объёмный поток через исполнительные органы. При снижении температуры подающей линии котла ниже определённого значения, в поддержку этой функции отключаются насосы котлового контура, отопительных контуров и загрузочный насос бака. При запросе тепла от потребителей котёл работает с минимальной заданной температурой подающей линии котла. Эта функция активна только при выборе в меню режима Горелка вкл.

Для регулирования рабочей температуры подающей линии возможны только следующие функции защиты котла вышестоящее управление исполнительными органами отопительных контуров на установках с одним котлом.

Независимо от запроса на тепло отопительные контуры при снижении температуры подающей линии ниже рабочего значения закрываются исполнительные органы отопительных контуров. Все отопительные контуры для этой настройки должны

быть оснащены исполнительными органами и регулироваться системами управления Logamatic.

При снижении рабочей температуры подающей линии котла его исполнительный орган закрывается. Такую настройку можно рекомендовать при теплоснабжении отопительных контуров с регулированием от других производителей или для отопительных контуров без исполнительного органа.

## **2.2 Топливоснабжение**

Максимальный рабочий расход газа – 1478,14 м<sup>3</sup>/ч в период обеспечения максимума нагрузки.

Наружный газопровод запроектирован с подключением от существующего газопровода среднего давления (комплект 98701\_ 000 ГСН).

В выпускной работе рассматриваются мероприятия газового оборудования теплового центра по учету расхода газа, контролю над состоянием воздуха рабочей зоны, а также выполнены требования нормативных документов по обеспечению безопасности объекта.

В модуле непосредственно после ввода газопровода устанавливаются:

- клапан предохранительно запорный EVM 100/6b – Ду 100 – 1 шт.,
- газовый фильтр ФГ16\_ 100В\_ ДПД16\_ 50 Ду 100 – 1 шт.,
- измерительный комплекс СГ\_ ЭК\_ Р\_ 0,5\_ 650/16 Ду100мм – 1 шт.,
- регулятор давления газа RMG330 – 3 шт.,
- предохранительно сбросной клапан ПСК\_ 50Н/20 Ду 50 – 3 шт.,
- запорная арматура, продувочный трубопровод, манометры и напоромеры.

Входное давление природного газа на горелки 0,01 Мпа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>).

Горелки «OILON GP» представляют собой автоматические горелки для сжигания газа.



Рисунок 2 Газовая горелка OILON GP-280 M

Таблица 5 Технические данные горелки

ГОРЕЛКА	GP-280 M
Мощность, кВт	500–3500
Максимальный диапазон регулировки	1:7 (100–15%)
Номинальная мощность двигателя, кВт	7,5
Номинальный ток двигателя, А	14,7
Число оборотов двигателя, об/мин	2855
Входная мощность, кВт	7,5
NOx-класс	Природный газ: 1
Вид топлива, газ	Природный газ: теплотворная способность $H_u = 9,5 \text{ кВтч/н.м}^3$ (34,3 МДж/н.м <sup>3</sup> ). Сжиженный газ, пропан, теплотворная способность $H_u = 26 \text{ кВтч/н.м}^3$ (93,6 МДж/н.м <sup>3</sup> ). При работе на газе другого типа, необходимо выяснить его состав. Проверьте пригодность горелки для сжиган
Давление на входе в горелку макс.	500 мбар с клапаном DMV-D



Таблица 5 Продолжение

Макс. потребность воздуха для горения при работе на газе	13 м <sup>3</sup> / 10 кВт
Мощность горелки, природный газ	1 м <sup>3</sup> н/ч ≈ 10,00кВт мощности горелки при теплопроизводительности 35,84 Мегаджоуль/м <sup>3</sup> н
Рекомендуемое рабочее давление, при работе на газе	см. таблицу выбора клапанов в листочке технической информации
Напряжение управления	230 В пер.тока (-15%...+10%) 50 Гц
Напряжение питания	380Вт-420Вт 50 Гц
Двигатель горелки	3~, 400 Вт, 50 Гц

В состав горелочного устройства входят:

регулирующее устройство;

фотоэлемент контроля факела;

температурный датчик котловой воды;

регулятор мощности горелки;

датчик давления воздуха горения; v манометр воздуха горения;

манометр топлива;

Правильное соотношение воздуха обеспечивается сервомотором и регулятором пропорционального типа топливом в зависимости от требуемой производительности горелки.

Горелка снабжается модулирующим регулятором мощности, управляемым регулятором температурным датчиком котловой воды. В узле ввода газопровода в тепловой центр находятся необходимое фильтрационное, запорное, измерительное оборудование.

Все газооборудование котлов сертифицировано и поставляется с учетом работы его на природном газе среднего давления с установкой приборов автоматики безопасности и регулирования.

В модуле теплового центра предусматривается установка газоанализаторов на наличие в воздухе рабочей зоны метана, а также оксида углерода, Анализаторы включены в систему обеспечения безопасности.

### **2.3 Дымоудаление.**

Газы уходят в атмосферу через дымовые трубы диаметром объединены в единый блок, 500мм высотой 28 м. Каждый котельный агрегат работает на собственную дымовую трубу.

Блок дымовых труб обрабатывается антикоррозионной краской и имеет термоизоляцию на всю высоту.

В нижней части дымовой трубы располагается люк для осмотра и прочистки, а также штуцер для отвода конденсата.

На дымоходах каждого котла устанавливаются взрывные клапаны.

Котел оснащен необходимыми контрольными отверстиями для осмотра внутренних полостей котла, а также взрывным клапаном для предотвращения разрушения обмуровки котлов вследствие хлопков.

Дымовую трубу надо построить с учетом того, что большинство котельных в течении не всего года работает номинальной мощностью, т.ч. котлы могут работать с более длинными перерывами и дымовая труба не выходит на рабочую температуру. Поэтому строго рекомендуется именно для котельных на газе и жидком топливе применять трехслойные дымовые трубы. Причины неправильной функции дымовой трубы:

- некачественное топливо с высоким объемом пара в продуктах сгорания
- сажа и конденсат
- низкая температура продуктов сгорания
- низкая температура дымовой трубы
- слишком большой разрез дымохода (недостаточная скорость продуктов сгорания)
- неправильно налажена горелка
- плохая аэродинамика дымовой трубы

- сильно загрязненный воздух
- пылью или продуктами сгорания в случае неблагоприятных климатических условий.

#### Система вентиляции в котельной

В котельной должен быть организован воздухообмен, лучше всего естественным способом, в соответствии с действительными нормативами и предписаниями. Котел, дымоход и распределительные трубы излучают тепло в помещение. В случае, если количество излученного тепла больше, чем надо для обогрева котельной и тепло остается в котельной, может повыситься температура в котельной. Большинство элементов управления предназначено для эксплуатации с температурой воздуха не выше 45°C.

При более высоких значениях температуры могут возникать помехи. Кроме того, повышенная температура в котельной может способствовать чрезмерное повышение температуры полов в помещениях над котельной. Подача воздуха в котельную должна быть внизу над полом, отвод вверху под потолком. Вентиляционная установка должна обеспечить достаточное количество воздуха для сжигания и для отведения лишнего тепла из котельной.

### 3 Автоматизация технологических процессов.

#### Регулирование котла с системой управления Logamatic 4321

Объем автоматизации теплового центра предусматривается в соответствии с действующими нормами и правилами СНиП Н\_ 35\_ 76 «Котельные установки», Правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов».

Комплекс средств систем автоматизации и управления предназначен для автоматического управления котельной.

Котлы работают в каскаде с последовательным подключением по мере необходимости.

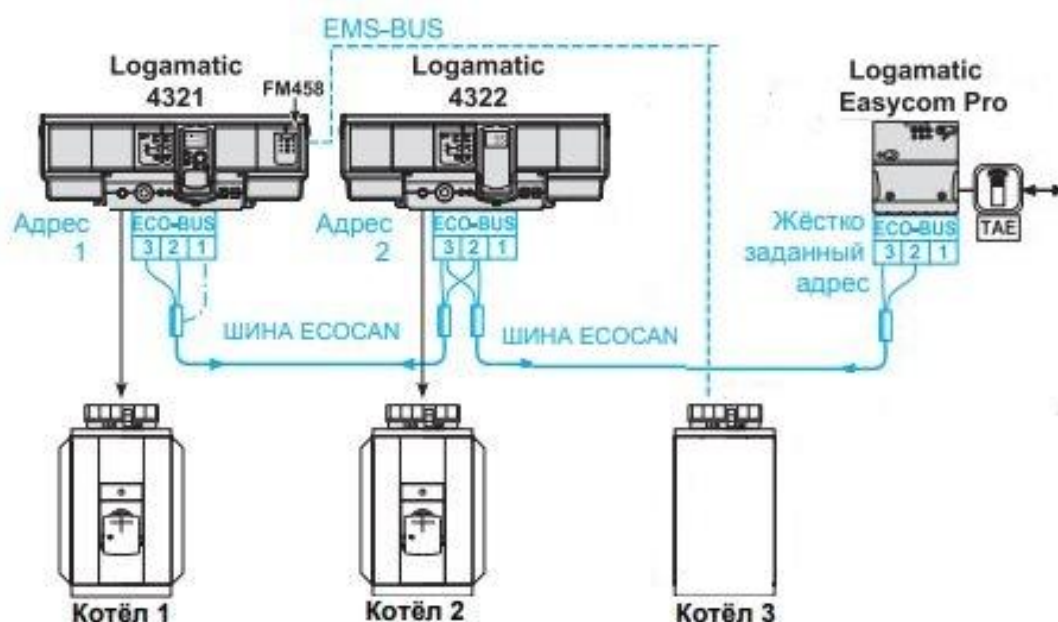


Рисунок 3 Система управления котельной

Для работы отопительных котлов требуется система управления. В проекте использованы приборы системы Buderus, так как они выпускаются специально для тепловых процессов. Системы управления Buderus Logamatic имеют модульный принцип построения. За счёт этого они имеют широкое применение с возможностью доступного по цене модульного расширения, соответствующего конкретным требованиям, предъявляемым к проектируемой отопительной системе.

Logamatic 4321 предназначен для управления напольным котлом Buderus, работающим на дизельном или газовом топливе, с одноступенчатой, двухступенчатой или модулированной горелкой.

Таблица 6 Технические характеристики Logamatic 4321

Рабочее напряжение	230 В ~ ± 10 %
Частота	50 Гц ± 4 %
Потребляемая мощность	5 ВА
Насос котлового контура РК	Максимальный ток включения 5 А
Датчик температуры котловой воды FK	Датчик NTC, Ø 9 мм
Дополнительный датчик температуры подающей линии FV/FZ	Датчик NTC, Ø 9 мм
Датчик наружной температуры FA	Датчик NTC
Предохранительный ограничитель температуры STB	Диапазон настройки 100–120 °С
Управление 1- и 2-ступенчатой горелкой	230 В; 8 А; 2-позиц.
Модулированное управление горелкой	230 В; 8 А; 3-позиц

В базовую комплектацию поставок уже входят функции для приготовления горячей воды и регулировка отопительного контура (один отопительный контур без исполнительного органа). Для приспособления к отопительной установке комплектацию поставки можно дополнить, добавив в нее один или два функциональных модуля.

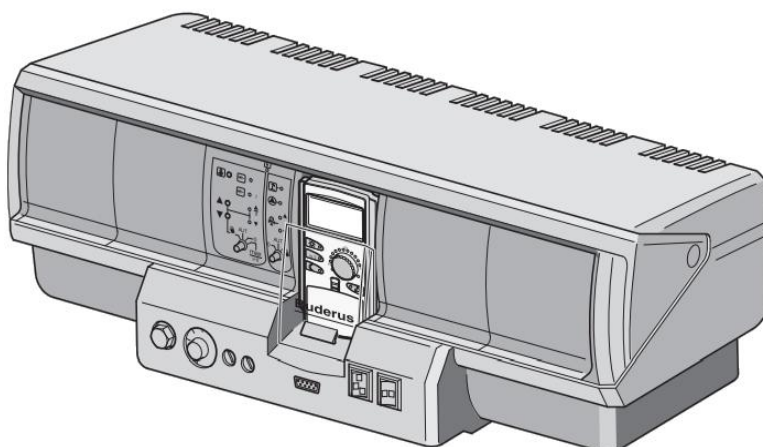


Рисунок 4 Управления Logamatic 4321

### 3.1 Управление горелкой

Цифровая система управления Logamatic 4321 может регулировать работу одноступенчатой, двухступенчатой или модулированной горелки. Управление горелкой динамически происходит в жёстко установленном диапазоне переключений в зависимости от отклонения между заданной и фактической температурой подающей линии котла. Система управления рассчитывает заданное значение температуры подающей линии котла, исходя из заданных температур воды в отопительном контуре или в контуре ГВС.

Система Logamatic 4321 может регулировать мощность горелки после введения минимального и максимального значений мощности котла. Регулирование модулированной горелки осуществляется ПИД- регулятором, который по разнице между заданной и фактической температурами подающей линии котла определяет необходимую мощность горелки. Это происходит независимо от используемого выхода (трёхпозиционный выход или выход 0–10В).

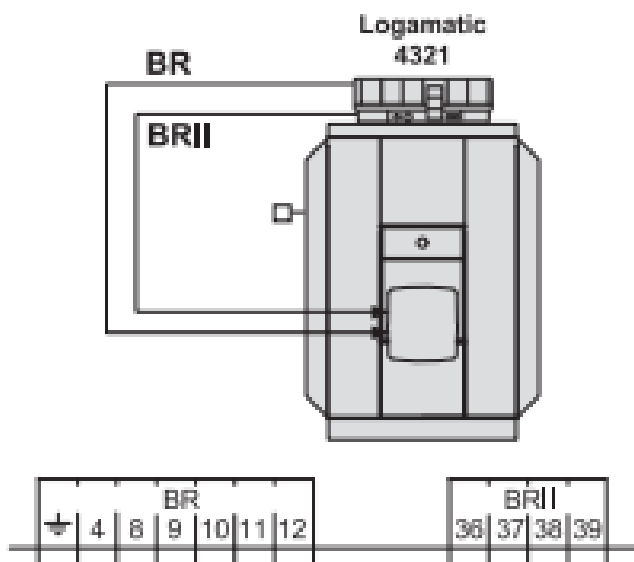


Рисунок 5 Управление горелкой через клеммы горелки BR и BR II

Если управление модулированной горелкой происходит через трёхпозиционный выход, то система управления определяет выдаваемую горелкой мощность, для чего она суммирует все импульсы, выдаваемые на трёхпозиционном выходе, и определяет положение исполнительного органа горелки. Если используется выход 0–10В, то система управления исходит из того, что горелка также соответственно преобразует задающие сигналы. Как правило, управление модулированной горелкой осуществляется через клемму горелки BR для включения основной нагрузки и через клемму горелки BR II для модулирования. Как вариант, модуляция горелки может также задаваться сигналом 0–10В.

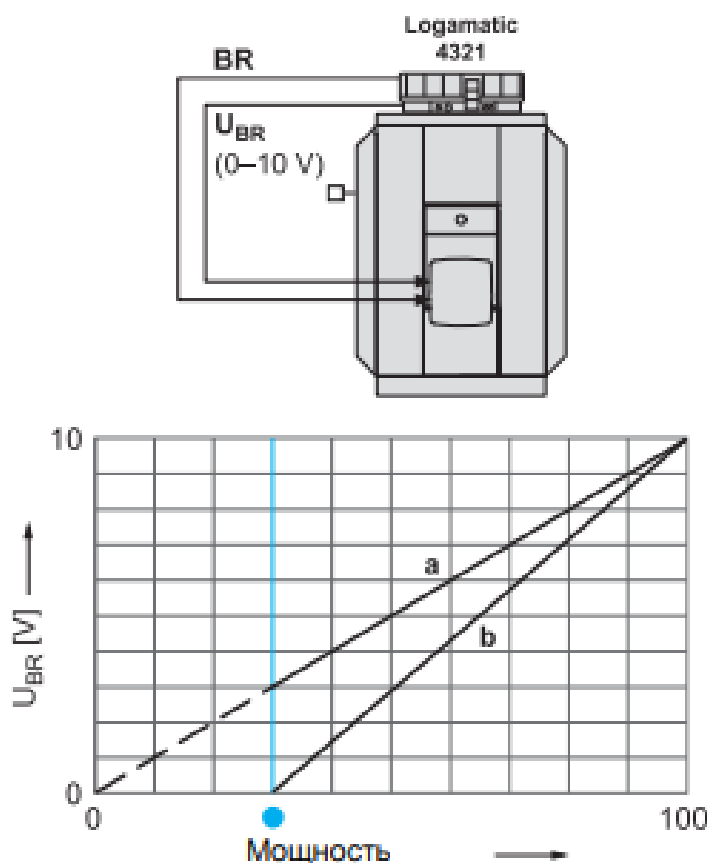


Рисунок 6 Управление модулированной горелкой через клемму BR горелки и клемму UBR

Если управление по напряжению 0- 10В предусмотрено через Logamatic 4321, то при этом должен быть установлен автомат горения. Автоматы горения в зависимости от изготовителя и конструкции имеют такую функцию в базовой комплектации или могут её иметь после добавления соответствующих комплектующих. Тогда этот сигнал 0- 10В можно адаптировать к соответствующему автомату горения через настройку параметров в системе управления Logamatic 4321. Управление ступенчатой горелкой происходит через клеммы BR горелки для ступени I и BR II для ступени II. Система управления рассчитывает задаваемую мощность котла, сравнивая наибольшую заданную температуру потребителей, например, отопительных контуров или контура ГВС с фактической температурой линии котла. Система управления даёт команду на такую мощность горелки, которая была рассчитана для обеспечения заданной температуры в системе.



### **3.2 Динамический диапазон переключения**

Динамическое переключение – это функция управления горелкой, учитывающая фактическую тепловую нагрузку на отопительную систему. Эта функция постоянно отслеживает два фактора, влияющих на включение выключение горелки.

Во-первых, имеется жёстко заданный диапазон для переключений горелки. Для одноступенчатой горелки, для первой ступени двухступенчатой и для модулированной горелки он составляет  $\pm 7$  К отклонения заданного значения температуры подающей линии котла от фактического. Для второй ступени двухступенчатой горелки это отклонение дополнительно составляет  $\pm 8$  К. Система управления Logamatic 4321 включает или выключает горелку, или ступень, если значения выходят за пределы жёстко заданных границ

Во-вторых, система управления постоянно контролирует разницу между заданным и фактическим значением температуры подающей линии котла. Далее она суммирует эти отклонения через определённые промежутки времени (интегральный метод). Если вычисленное значение превышает жёстко установленное предельное значение, то горелка включается или выключается, даже если жёстко заданная граница температуры ещё не достигнута. Благодаря этим двум различным функциям, которые благоприятно влияют на условия старта горелки, возможна оптимальная адаптация к текущей потребности в тепловой мощности (эффективный диапазон переключений)

### **3.3 Функции насосов**

Насос котлового контура.

Насос котлового контура включается и работает параллельно с горелкой. В системах с котлами, оснащёнными модулированными горелками, насос котлового контура, помимо простого включения выключения, может опционально работать с регулированием объёмного расхода. Через сигнал 0–10В можно изменять объёмный расход насоса котлового контура соответственно мощности горелки. Эта функция

позволяет согласовывать объёмный расход насоса с изменяющейся мощностью горелки.

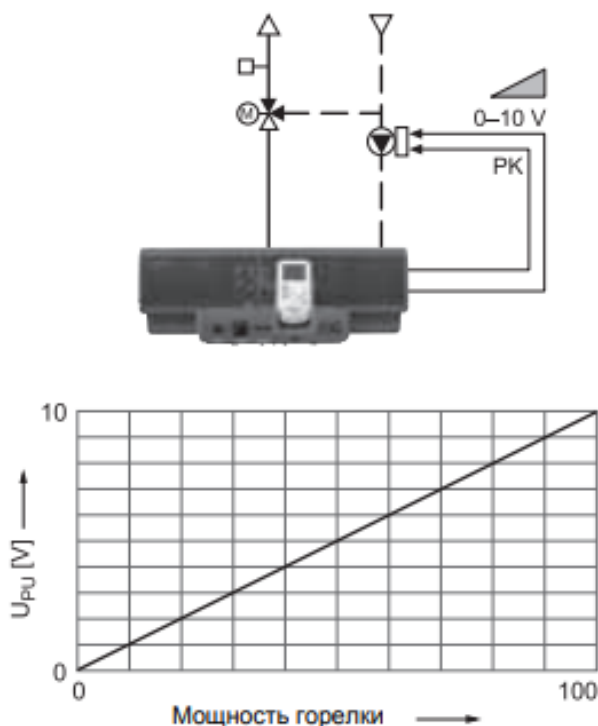


Рисунок 7 Сигнал 0–10В для управления насосом котлового контура в зависимости от мощности модулированной горелки

Минимальная степень модуляции насоса (сигнал 0 В) должна составлять 50 %, т. е. при мощности горелки при сигнале 0 В объёмный поток через котёл не должен быть меньше 50 %.

В зависимости от выбранного типа котла насос котлового контура может кратковременно отключаться системой управления во время работы котла. Это нужно для защиты котла, например, при снижении температуры котла ниже минимального значения. Логика управления и режим работы насоса котлового контура зависят от выбранного типа котла. Насос котлового контура всегда включается, когда работает горелка или при включении стратегического модуля FM458 котла на установке с несколькими котлами. Кроме того, насос котлового контура отключается при активной защите котла. Это не относится к низкотемпературным котлам с повышением температуры обратной линии, так как его условия эксплуатации могут быть обеспечены только работой насоса котлового

контура. Выключается насос только по истечении некоторого времени после отключения горелки (время выбега). Это нужно для оптимального использования остаточного тепла отопительного котла. Время выбега задаётся на пульте управления MEC2. Время выбега может быть полностью отключено или включено постоянно, т. е. насос будет сразу выключаться только при активной защите котла.

### 3.4 Диагностический прибор Logamatic Service Key

Штекер для проведения диагностики Logamatic Service Key является интерфейсным преобразователем (RS232\_ коммуникационный порт) для работы в мобильном режиме. Он предназначен для прямого соединения компьютера или ноутбука с разъемом RS232 на цифровых системах управления серии Logamatic, а также с универсальными автоматами горелки UBA1.x для управления, диагностики, сервисных работ и технического обслуживания отопительной установки. Через подключение диагностического штекера Logamatic Service Key к системе имеется прямое соединение со всеми устройствами управления на шине, при котором не требуется выполнять переключений. Подключение предназначено для кратковременной связи компьютера или ноутбука с системой управления. Длительное соединение имеет смысл в том случае, если такие параметры установки, как значения температуры или положения коммутирующих элементов должны регистрироваться в течение большого промежутка времени.



## Рисунок 8 - Logamatic Service Key

1 – Logamatic Service Key. 2 – Соединительный штекер Logamatic. 3 – Разъем RS232 для соединительного кабеля RS232 между Logamatic Service Key и компьютером. 4 – Кнопка "Сброс" (Reset). 5 – Рабочая индикация: 2 светодиода.

Таблица 7 Технические характеристики Logamatic Service Key.

Диагностический штекер Logamatic Service Key	Logamatic Service Key
Размеры Ш/В/Д	56/21/100 мм
Вес	0,2 кг
Рабочее напряжение	5 – 24 В
Потребляемая мощность	5 ВА
Степень защиты	IP 40
Разъем для компьютера или ноутбука	RS232, максимально 4 м Возможно подключение компьютера/ноутбука по USB через конвертер
Связь с Logamatic 4000	Шина ECOCAN (сервисный разъем системы управления)
Связь с Logamatic EMS	Шина EMS (сервисный разъем системы управления)
Программно-аппаратные средства	Флэш-память с возможностью обновления
Температура окружающего воздуха рабочий режим транспортировка	+5 ... +50 °С –20 ... +55 °С

### **3.5 Элементы управления и пульт управления МЕС2**

Пульт управления МЕС2 - это основной компонент, с помощью которого Вы воздействуете на систему управления Logamatic 4321.

#### **Дисплей**

На экране высвечиваются функции и рабочие параметры, например, измеренная температура в помещении.

#### **Ручка управления**

Ручкой управления можно вводить новые значения или пролистывать меню.

#### **Кнопки**

Нажимая на кнопки, можно управлять функциями, при этом на экране появляется соответствующая информация. Удерживая нажатой кнопку, можно изменять значения вращением ручки управления. После отпускания кнопки новое значение принимается системой управления и сохраняется. Некоторые функции, например, дневную и ночную температуры в помещении, температуру горячей воды или автоматический режим отопления, можно установить просто нажимая на соответствующие кнопки.

Под крышкой находятся кнопки для других настроек, например, ввод дней недели или времени. Если в течение некоторого времени не были введены новые значения, то система управления автоматически переключается на стандартную индикацию.

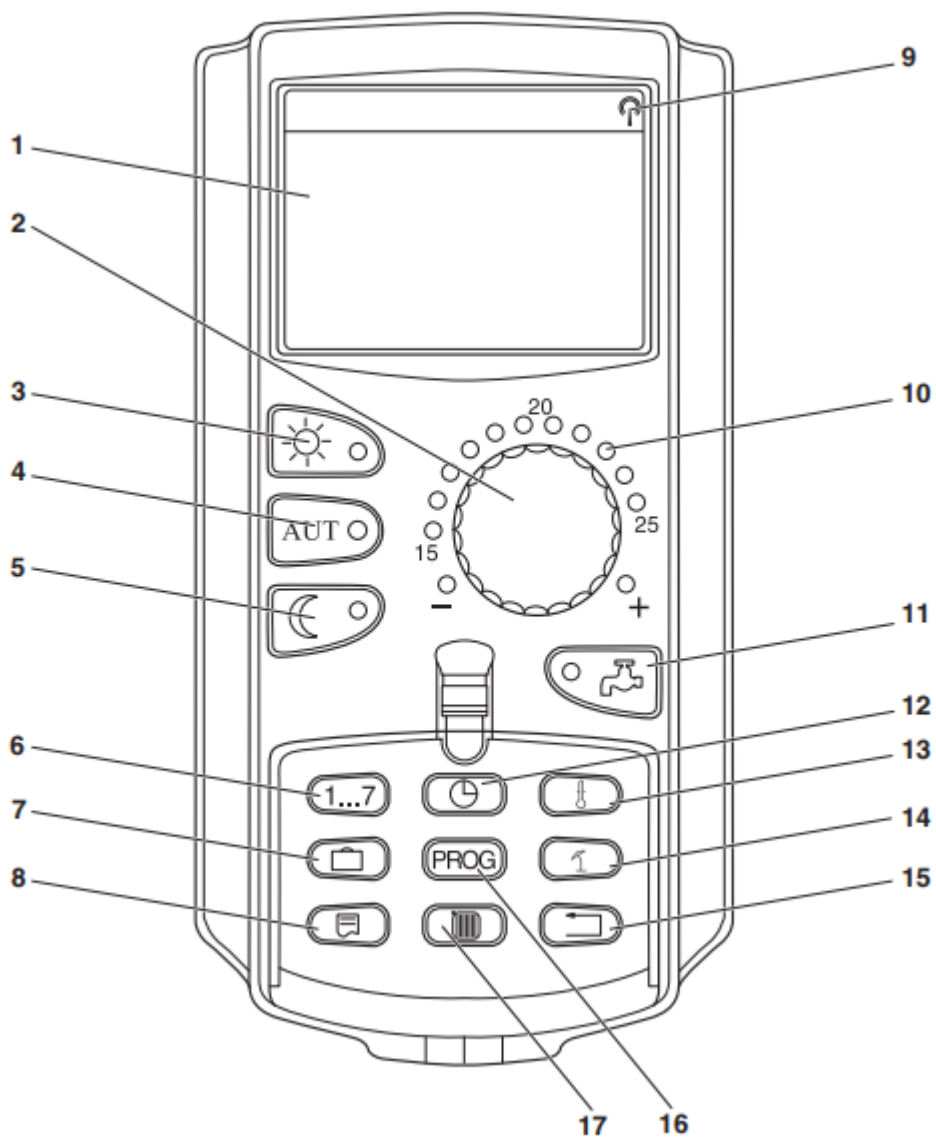


Рисунок 9 Пульт управления MEC2

1 - Дисплей; 2 - Ручка управления; 3 - Режим постоянного отопления; 4 - Автоматический режим отопления по таймеру; 5 - Режим постоянного отопления с пониженной температурой; 6 - Ввод дня недели; 7 - Ввод отпускных дней; 8 - Выбор стандартной индикации; 9 - Сигнал радиочасов; 10 - Индикация заданной температуры помещения; 11 - Ввод температуры горячей воды/дозагрузка; 12 - Установка времени; 13 - Изменение значений температуры; 14 - Переключение лето/зима; 15 - Возврат к стандартной индикации; 16 - Выбор программы по таймеру; 17 - Выбор отопительного контура/контура ГВС

## Включение системы управления

Проверьте, находятся ли пусковой выключатель системы управления и переключатели модулей в положении "0" и "AUT" (АВТ).

Включите систему управления, для чего переведите пусковой выключатель в положение "I"

Примерно через 2 минуты распознаются все модули, находящиеся в системе управления, и появляется стандартная индикация.

## Выключение системы управления

Выключите систему управления, для чего переведите пусковой выключатель в положение 0.

В случае опасности выключите аварийный выключатель системы отопления перед входом в котельную или отключите защитный автомат в здании.

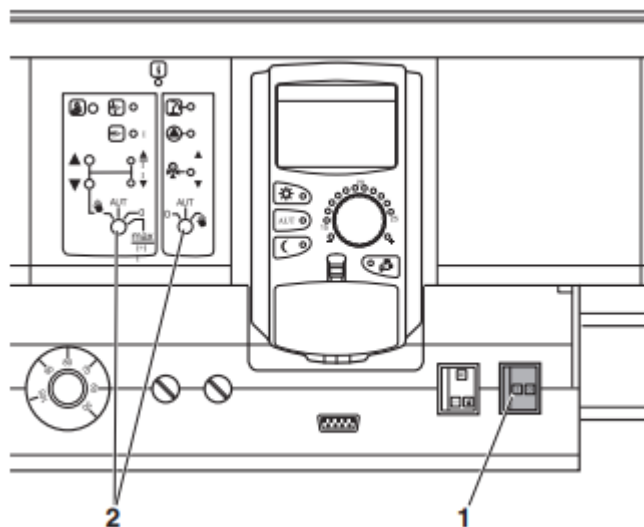


Рисунок 10 Пусковой выключатель

1 - Пусковой выключатель; 2 - Переключатели

Можно выбрать один из двух режимов работы пульта управления МЕС2:

- автоматический
- ручной

## Автоматический режим

Обычно в ночное время отопление работает с пониженной температурой по сравнению с дневным режимом. С пультом MEC2 не требуется утром и вечером регулировать температуру термостатическими вентилями на отопительных приборах. Это делает за вас функция автоматического переключения на MEC2. Она переключается с дневного режима (нормальное отопление) на ночной режим (отопление с пониженной температурой) и обратно.

Время, когда отопительная установка переключается с дневного на ночной режим и наоборот, задано на заводе в стандартной программе отопления. Ручной режим. Если нужно, например, один раз вечером топить подольше или подтопить утром несколько позже, то для этого можно использовать ручной дневной или ночной режим. Ручной режим может также использоваться для отопления в летнем режиме в холодные дни.

## Включение автоматического режима

В автоматическом режиме отопительная установка работает по предустановленной программе с таймером, т.е. в определенно заданные моменты времени включается отопление и приготовление горячей воды для ГВС.

## Пример: включение автоматического режима

Нажмите кнопку "AUT" (АВТ). Загорается светодиод "AUT" (АВТ), включается автоматический режим. Также горит светодиод "Дневной режим" или "Ночной режим". Это зависит от активного для этого времени дневного или ночного режима.

## Включение ручного режима

Если нажать одну из кнопок "Дневной режим" или "Ночной режим", то установка переходит на ручное управление. Нажмите кнопку "Дневной режим". Загорается светодиод кнопки "Дневной режим". Теперь отопительная установка находится в постоянном дневном режиме (нормальный отопительный режим).



Нажмите кнопку "Ночной режим". Загорается светодиод кнопки "Ночной режим". Теперь отопительная установка находится в постоянном ночном режиме (отопление с пониженной комнатной температурой).

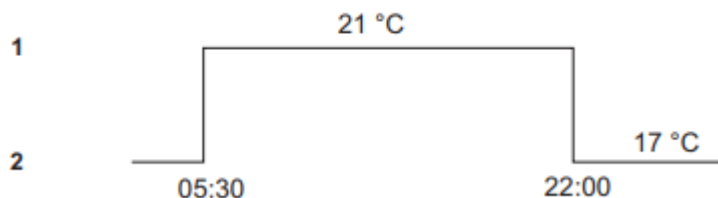


Рисунок 11 Смена в заданное время дневного и ночного режимов.

1 – Дневной режим; 2 – Ночной режим

### Индикация рабочих параметров

Вы можете просматривать и контролировать различные рабочие параметры котла, выбранного отопительного контура и всей установки. Показываются только параметры установленного контура.

Откройте крышку.

Поверните ручку управления вправо, не нажимая других кнопок. В зависимости от модулей можно вызвать следующую рабочую индикацию:

- горелка и ее часы работы
- измеренная комнатная температура отопительного контура
- заданная комнатная температура для отопительного контура
- рабочее состояние отопительного контура
- измеренная температура подающей линии отопительного контура
- измеренная температура воды
- заданная температура воды
- режим работы контура ГВС
- рабочее состояние циркуляционного насоса и загрузочного насоса бака-водонагревателя

Функциональный модуль FM441 для приготовления горячей воды

Область применения

Функциональный модуль FM441 предназначен для управления процессом приготовления горячей воды в контуре ГВС (с емкостным водонагревателем) и регулирования одного отопительного контура с исполнительным органом (смесителем). В одну систему управления устанавливается только один такой модуль при условии, что приготовление горячей воды в емкостном водонагревателе не является основной функцией системы управления (например, Logamatic 4121, 4211 или 4211 P). Система управления автоматически распознаёт функциональный модуль и показывает все возможные для регулирования параметры на сервисном уровне пульта MEC2.

Приготовление горячей воды

- Индивидуальное регулирование по времени процесса приготовления горячей воды загрузочным насосом бака, ежедневный контроль, термическая дезинфекция и управление циркуляционным насосом
- Внешний беспотенциальный вход для разовой загрузки бака вне заданного периода отопления или для активизации термической дезинфекции.
- Внешний беспотенциальный вход для передачи на пульт управления MEC2 сообщения о неисправности загрузочного насоса бака или инертного анода
- Можно задать приоритетный или параллельный режим работы с отопительными контурами Регулирование отопительного контура
- Регулирование по наружной температуре одного отопительного контура с исполнительным органом и циркуляционным насосом
- Подключение отдельного пульта дистанционного управления отопительного контура для регулирования по комнатной температуре
- Автоматическое переключение режима лето-зима
- Внешнее беспотенциальное переключение режимов работы или приём внешнего запроса на покрытие тепловой нагрузки и беспотенциальный вход для сигнала неисправности насоса.

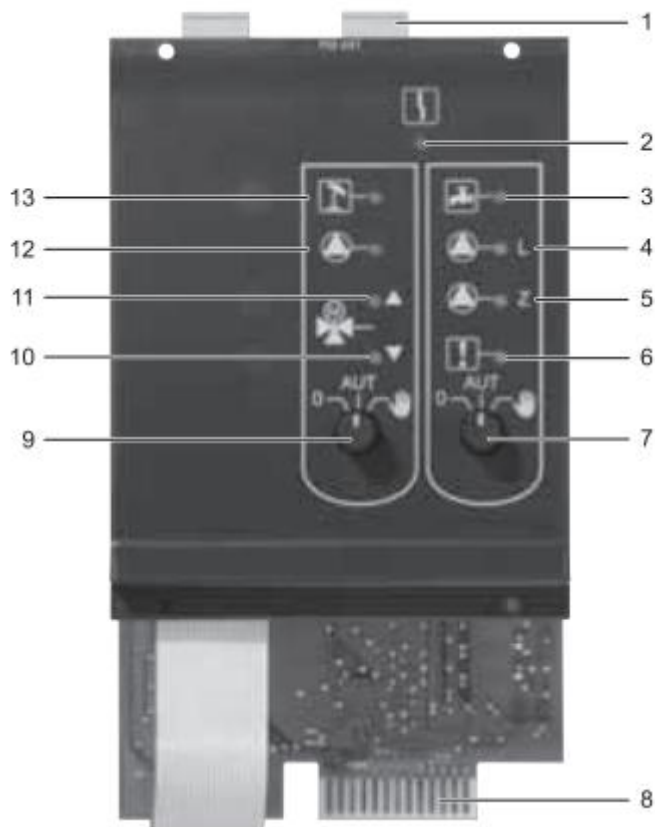


Рисунок 12 Функциональный модуль FM441

1 - Штекер; 2 - Светодиод индикации неисправности модуля; 3 - Светодиод: идёт приготовление горячей воды; 4 - Светодиод: работает загрузочный насос бака; 5 - Светодиод: работает циркуляционный насос; 6 - Светодиод: выполняется термическая дезинфекция; 7 - Переключатель приготовления горячей воды; 8 - Плата; 9 - Переключатель отопительного контура; 10 - Светодиод: исполнительный орган отопительного контура закрывается; 11 - Светодиод: исполнительный орган отопительного контура открывается; 12 - Светодиод: работает циркуляционный насос отопительного контура; 13 - Светодиод индикации летнего режима;

### Ежедневный контроль

Функция Ежедневный нагрев один раз в день проверяет, нагрета ли вода в баке до температуры 60 °С, регистрируемой датчиком FB (с учётом тепла от бака

солнечного коллектора, если такой имеется). Если вода нагрета, то котёл остаётся выключенным. В ином случае бак один раз нагревается от котла до этой температуры. Время проверки температуры задаётся.

#### Термическая дезинфекция

Функция Термическая дезинфекция осуществляет, нагрев горячей воды один раз в неделю до температуры, необходимой для уничтожения возбудителей болезней (например, легионелл). Во время проведения термической дезинфекции постоянно работают загрузочный насос бака-водонагревателя и циркуляционный насос. Циркуляционный насос прокачивает воду с температурой, при которой уничтожаются возбудители болезней. Таким образом большая часть сети ГВС проходит "термическую дезинфекцию". "Термическая дезинфекция" контролируется датчиком температуры FB и может запускаться, в автоматическом режиме (ежедневно или раз в неделю в заданное время) или вручную через внешний беспотенциальный контакт (альтернатива включению разовой загрузки через этот контакт). Для этой функции задаётся собственная температура горячей воды.

Циркуляционный насос и подключенные пластмассовые шланги должны выдерживать температуру термической дезинфекции, которая выше 60 °С. Для защиты от ошпаривания рекомендуется проводить термическую дезинфекцию только в ночное время и применять водоразборную арматуру с терморегулятором или установить термически регулируемый смеситель после выхода горячей воды из бака.

#### Защита от замерзания

Когда не происходит нагрева воды для ГВС, эта функция следит за тем, чтобы температура воды в баке не опустилась ниже минимального уровня, когда возникает опасность замерзания. При температуре ниже 5 °С включается загрузка бака, и он нагревается до заданной температуры горячей воды в режиме отопления.

Принятый уровень автоматизации технологических процессов, система контроля и сигнализации не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала в помещении теплового центра.

Автоматика котла и газогорелочного устройства обеспечивают автоматическое прекращение подачи газообразного топлива к горелкам при следующих ситуациях:

- отсутствие электроэнергии;
- погасание пламени газогорелочного устройства;
- понижение или повышение давления газа перед газогорелочным устройством;
- понижение давления воздуха перед газогорелочным устройством;
- повышение температуры теплоносителя выше установленного ограничения
- повышение давления воды в котловом контуре выше установленного, ограничения;
- выкипание воды в котле;

Электропитание средств котельной автоматики, а также световая и звуковая сигнализация аварийных параметров осуществляется на шкафу управление и сигнализации, расположенном в тепловом центре.

Контроль уровня загазованности по природному газу СН<sub>4</sub> и оксидом углерода СО в долевом центре и выдачу аварийной звуковой и световой сигнализации осуществляет стационарный сигнализатор токсичных газов СТГ1\_ 2Д\_ 10(В).

Проектом предусмотрено автоматическое закрытие быстродействующего электромагнитного газового клапана EVM/6b на вводе в тепловой центр:

- при отключении электропитания;
  - при сигнале загазованности помещения теплового центра более 10% от нижнего концентрационного предела распространения пламени;
- при превышении порога содержания 100мг/м<sup>3</sup> оксида углерода в помещении теплового центра.

Деблокировка газового клапана ведется вручную.

В тепловом центре предусмотрена аварийная сигнализация: загазованности помещения по метану и угарному газу;

понижения уровня воды в котлах и в баке запаса воды;  
закрытого состояния быстродействующего электромагнитного клапана;  
аварии горелки;  
минимального/максимального давления газа перед горелками;  
утечки газовых клапанов;  
останова насосов;  
Санитарно-технические, экологические и противопожарные  
мероприятия, техника безопасности на производстве

#### **4 Технические и противопожарные мероприятия.**

Цель комплекса противопожарных мер — обеспечение безопасности и здоровья людей, которые обслуживают котельное оборудование. Для ликвидации очагов пожара, в цехе используются внутренний пожарный кран, который снабжается рукавом, диаметр которого 60 мм, длина 25 м.

В рабочих помещениях имеются:

- три пожарных крана;
- огнетушители химические пенные – 8;
- порошковые огнетушители – 4;
- песок.

Для своевременного оповещения при возникновении пожара существует система пожарной связи и оповещения.

Охрана труда и техника безопасности – это стандартизированный комплекс методов, разработанных и направленных на охрану здоровья и безопасности сотрудников предприятий в процессе выполнения ими их рабочих обязанностей в рабочее время.

Техника безопасности – это принятый комплекс мероприятий организационно-технического характера, которые призваны на создание безопасных условий труда на предприятии.

Для этого следует проверить исправность действующего оборудования, защитных приспособлений на машинах и нагревательных установок. Обеспечить хорошую освещенность рабочих мест и производственных помещений, хорошую вентиляцию в помещении, своевременное удаление пыли и отходов производства. Также охрана труда включает в себя обеспечение персонала инструкциями по соблюдению техники безопасности, оснащение рабочих мест плакатами и наглядными пособиями по работе с оборудованием и изображениями, визуализирующими наиболее опасные места на производстве и действия, предотвращающие производственный травматизм.

## **Заключение**

В выпускной квалификационной работе мы предложили вариант разработки автоматизированной системы управления котлом.

Используемая система управления котлами устарела морально и физически, поэтому актуальность данной темы достаточно высока. В результате выполнения бакалаврской работы выбрана комплектация аппаратной части системы автоматического регулирования, включающая контрольно-измерительные и исполнительные устройства.

При выполнении работы, были решены такие задачи как оптимизация технологического процесса с помощью подбора современного оборудования.



## Список используемой литературы

1. Дастин, Э. Тестирование программного обеспечения. Внедрение, управление и автоматизация / Э. Дастин, Д. Рэшка, Д. Пол; Пер. с англ. М. Павлов. – М.: Лори, 2015. – 567 с.
2. Латышенко, К.П. Автоматизация измерений, испытаний и контроля / К.П. Латышенко. – М.: МГУИЭ, 20016. – 312 с.
3. Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие / А.А. Иванов. – М.: Форум, 2017. – 224 с.
4. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления (ССУЗ) / И.Ф. Бородин. – М.: КолосС, 2016. – 352 с.
5. Основы автоматического регулирования и управления. /Под ред. В.М. Пономарева и А.Н. Литвинова. – М; Высшая школа, 2015.
6. Архангельский В. И., Богаенко И. Н., Грабовский Г. Г., Рюмшин Н. А., Человеко\_ машинные системы автоматизации — К.: НПК «КИА», 2016
7. Балабанович В.К. Совершенствование схем и режимов работы теплофикационных паротурбинных установок.\_ Мн.,2010.
8. Быстрицкий Г. Ф. Основы энергетики. Москва : Кнорус, 2017. – 350 с.
9. Лебедев В. М. Тепловой расчет котельных агрегатов средней паропроизводительности 2017. – 212 с.
10. Кудинов А. А. Горение органического топлива Москва : ИНФРА\_ М, 2015. – 390 с.Теплотехника./Под общей редакцией И.И. Сушкина.\_ Москва «Металлургия» 2018г.
11. Белкин А. П. Диагностика теплоэнергетического оборудования 2018. – 240 с.
12. Ким, Д.П. Теория автоматического управления. Т. 1. Линейные системы / Д.П. Ким. – М.: Физматлит, 2017. – 312 с.
13. Мазур И.И., Шапиро В.Д. и др. Реструктуризация предприятий и компаний.\_ М.: Высшая школа, 2015.

14. Жимерин Д. Г., Мясников В. А., Автоматизированные и автоматические системы управления, М., 2016
15. Малафеев, С.И. Основы автоматики и системы автоматического управления: Учебник для студентов высших учебных заведений / С.И. Малафеев, А.А. Малафеева. – М.: ИЦ Академия, 2014. – 384 с.
16. Мезенцев, К. Н. Автоматизированные информационные системы: Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / К.Н. Мезенцев. – М.: ИЦ Академия, 2016. – 176 с
17. Гущина, О. М. Методические рекомендации к выполнению выпускной квалификационной работе бакалавра: учеб.- метод. пособие / О.М. Гущина, С.В. Мкртычев, А.В. Очеповский. – Тольятти: ТГУ, 2017. – 77 с
18. Роддатис, К.Ф. Котельные установки: учебное пособие./ К.Ф. Роддатис. – М.: Энергия, 2017. – 432 с.
19. Гусев, Г.Б. Тепловая схема водогрейной котельной. Расчет котла: учебное пособие./ Г.Б. Гусев. – М.: Москва, 2014. – 32 с.
20. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Изд. во МЭИ, 2014. – 386 с.
21. Huang, Y. J. The Design and Implementation of a Solar Tracking Generating Power System/ Y. J. Huang, Member, T. C. Kuo, Member, C. Y. Chen, C. H. Chang, P. C. Wu, and T. H. Wu. 2007.
22. J. D. Garrison, “A program for calculation of solar energy collection by fixed and tracking collectors,” Sol. Energy, vol. 72, no. 4, pp. 241-255, 2002
23. S. Rahman, “Green power: what is it and where can we find it?” IEEE Power and Energy Magazine, vol. 1, no. 1, pp. 30-37, 2003.
24. L. A. Zadeh, “Fuzzy Algorithms,” Inform. and Contr., vol. 12, pp. 94-102, 1968.
25. M. Berenguel, F. R. Rubio, A. Valverde, P. J. Lara, M. R. Arahal, E. F. Camacho, and M. López, “An artificial vision-based control system for automatic heliostat positioning offset correction in a central receiver solar power plant,” Sol. Energy, vol. 76, no. 5, pp.563-575, 2004.