МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет: Энергетический
Кафедра: Теплоэнергетика и физика
Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Профиль: Энергообеспечение предприятий
Форма обучения: очная

САИТОВ РУШАН РИНАТОВИЧ

РЕКОНСТРУКЦИЯ КОТЕЛЬНОЙ №5 ООО «АЛЬШЕЕВСКИЕ ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ» С ЗАМЕНОЙ КОТЛОАГРЕГАТОВ

Выпускная квалификационная работа

Руководитель: к.т.н., доцент Гайсин Э.М.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____
(подпись)

Консультанты:
- по экономике к.э.н., доцент Ситдикова Г.З.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____
(подпись)

- по безопасности
и экологичности к.т.н., доцент Гайсин Э.М.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____
(подпись)

«К защите допускаю»
И.о.зав. кафедрой:
к.т.н., доцент Харисов Д.Д.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____
(подпись)
«____»_____ 2020 г.

Нормоконтроль: к.т.н., доцент Абраров М.А.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____
(подпись)

Рецензент: Калимуллин Р.И., директор
ООО «Альшеевские тепловые сети»
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____
(подпись)

Уфа 2020

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет: Энергетический
Кафедра: Теплоэнергетика и физика
Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Профиль: Энергообеспечение предприятий
Форма обучения: очная

УТВЕРЖДАЮ
И.о. зав. кафедрой:
к.т. н., доцент Харисов Д.Д.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____
(подпись)
«____»_____20___ г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу

САИТОВ РУШАН РИНАТОВИЧ

(Фамилия, имя, отчество студента)

1. Тема ВКР: «Реконструкция котельной №5 ООО «Альшеевские тепловые сети» заменой котлоагрегатов»,
утверждена приказом по университету от «12» 05 2020 г. № 276-ОД

2. Исходные данные к работе: схема тепловых сетей, водогрейная тепловая схема котельной, научно-техническая литература.

3. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):1) Анализ хозяйственной деятельности котельной №5 ООО «Альшеевские тепловые сети»; 2) Расчет нагрузки на систему теплоснабжения; 3) Безопасность и экологичность ; 4) Технико-экономический расчет.

4. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): котельная детского сада №5 и общежития (ТМ1.1), газоснабжение

котельной (ГВС); управление котельной №5 (АТХ1.1); теоретические чертежи по теме ВКР (ТЧ).

5. Консультанты по ВКР:

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		задание выдал	задание принял
Экономическая часть	Ситдикова Г.З.		
Безопасность и экологичность	Гайсин Э.М.		

6. Календарный план:

Наименование этапов выполнения ВКР	Сроки выполнения	Примечания
Анализ хозяйственной деятельности котельной №5 ООО «Альшеевские тепловые сети»	04.05-08.05	
Расчет нагрузки на систему теплоснабжения	11.05-18.05	
Обзор и анализ способов реконструкции котельной.	19.05-01.06	
Безопасность и экологичность ВКР	02.06-05.06	
Расчет технико-экономической эффективности	10.06-14.06	
Графическая часть	15.06-19.06	

7. Срок сдачи выпускником законченной ВКР: “19” 06 2020 г.
8. Дата выдачи задания: “04” 05 2020 г.

Руководитель: _____ к.т.н., доцент Гайсин Э.М.
(подпись) (ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению: _____
(подпись обучающегося)

№	Фор-мат	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
1					
2			Документация общая		
3					
4	А4	ЭА14.5674.00 ПЗ	Пояснительная записка	70	
5	А1	ЭА14.5674.00 ТЧ	Годовая нагрузка		
6			Теоретический чертеж	1	
7	А1	ЭА14.5674.00 ТЧ2	Котельная №5 ООО «Альшеев-		
8			сети»	1	
9			Теоретический чертеж		
10	А1	ЭА14.567400 ТМ1.1	Котельная детского сада №5 и		
11			Тепловая схема	1	
12	А1	ЭА14.5674.00 ГСВ	Газоснабжение котельной		
13			Газоснабжение внутреннее	1	
14	А1	ЭА14.5674.00 АТХ1.1	Управление котельной №5		
15			Схема автоматизации	1	
16	А1	ЭА14.5674.00 ТЧ3	Экономические показатели		
17			Теоретический чертеж	1	
18					
19					
20					
21					
22					

ЭА14.5674.00 ВД

РЕФЕРАТ

ВКР: 70 листов, 7 рисунков, 20 таблиц, 14 источников, 6 листов формата А1 графического материала.

ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ТЕПЛОВАЯ НАГРУЗКА, КОТЛОАГРЕГАТ, ТЕПЛОВОЙБАЛАНС, ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, АВТОМАТИКА

.

Объектом выпускной квалификационной работы является котельная №5 ООО «Альшеевкие тепловы сети» с. Раевский.

Цель работы – реконструкция и модернизация котельной. В работе представлена общая характеристика объекта, анализ состояния оборудования/ произведени расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию и ГВС, расчет тепловых схем, расчет и построение температурного графика.

Рассмотрены вопросы безопасности на производстве и экологичность.

Рассмотрены технико-экономические показатели котельной.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6
1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ООО «АЛЬШЕЕВКИЕ ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ» 8
1.1 Анализ хозяйственной деятельности 8
1.2 Характеристика котельной №5 12
1.3 Анализ состояния оборудования котельной 13
2 РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК КОТЕЛЬНОЙ 21
2.1 Определение тепловой нагрузки на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение 21
2.2 Расчет тепловой нагрузки на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение общежития 22
2.3 Расчет тепловой нагрузки на отопление и вентиляцию детского сада 23
2.4 Общая нагрузка на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение 24
3 РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАФИКА 26
регулирования тепловой нагрузки на отопление 26
3.1 Построение графика теплового потребления и тепловой нагрузки 26
3.2 Построение годового графика теплового потребления по месяцам 27
3.3 Производственные и отопительные котельные 28
3.4 Регулирование отпуска теплоты на вентиляцию 30
4 РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ВОДОГРЕЙНОЙ КОТЕЛЬНОЙ 33
4.1 Производственные и отопительные котельные 33
4.2 Выбор основного и вспомогательного оборудования котельных 37
4.2.1 Выбор водогрейного котла 37
4.2.2 Выбор деаэратора 41
4.2.4 Выбор бака-аккумулятора 42
5 АВТОМАТИЗАЦИЯ КОТЕЛЬНОЙ, ПЕРЕВОД В РЕЖИМ БЕЗ ПОСТОЯННОГО ПРИСУТСТВИЯ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА 43

5.1 Краткое описание выполняемых работ 43
5.2 Структура систем технологической защиты 44
5.3 Основные технические требования, предъявляемые к системам защиты и аварийной сигнализации 45
5.4 Проверка функционирования и испытания систем технологической защиты и аварийной сигнализации 46
5.5 Комплектность 47
5.6 Принцип действия 48
6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ 50
6.1 Организация безопасности труда на производстве 50
6.2 Опасные и вредные производственные факторы, методы и средства защиты 53
6.3 Обеспечение безопасной эксплуатации системы автоматики 55
6.4 Экологичность 58
7 ТЕХНИКО-ЭКНОМИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЕ 60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 67
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 68

ВВЕДЕНИЕ

Обоснованность и актуальность темы ВКР. В настоящее время жилищно-коммунальный сектор потребляет большое количество энергии на вентиляцию, отопление и горячее водоснабжение. Тепловая энергия в виде горячей воды вырабатывается районными отопительными котельными.

Отопительные котельные должны обеспечивать бесперебойное и качественное теплоснабжение потребителей жилищно-коммунального сектора. Повышение надёжности и экономичности теплоснабжения в значительной мере зависит от качества работы котлоагрегатов и рационально спроектированной тепловой схемы котельной.

Реконструкция (техническое перевооружение) котельной, замена старого оборудования на новое и даже более мощное – рациональный способ повышения эффективности использования топлива, качества теплоснабжения и уровня безопасности действующей системы при возможном увеличении её тепловой мощности.

Переоборудованная котельная оснащается самыми современными системами автоматизации и диспетчеризации, более совершенными приборами учета ресурсов, новейшими средствами обеспечения безопасной и автономной работы, что в комплексе позволяет установке эффективно и безопасно функционировать без постоянного присутствия рабочего персонала.

Для определения состава необходимых работ проводят техническое и экономическое обоснование реконструкции котельной в целом или составных ее частей. Отдельная замена, например, котлов, горелок, требует проведения необходимых расчетов, чтобы уже действующее оборудование имело соответствующие технические характеристики.

Задачи, решаемые при проектировании. В данной работе необходимо увеличить производительность, но и избежать выхода оборудования из строя и аварийных ситуаций, которые могут за этим последовать.

Методы и средства, которые предполагается использовать для решения этих задач. В ходе работы будет предложено решение по увеличению тепловой мощности котельной, произведен расчет тепловых потерь и технико-экономических показателей предлагаемого оборудования.

Перспективы использования материалов проекта на предприятиях АПК. Результаты выпускной квалификационной работы могут быть использованы при проектировании и установках новых оборудований с целью снижения ресурсов и экономических затрат.

Апробация работы. Результаты исследований были доложены во всероссийскую научно-практическую конференцию в рамках весеннего форума ЖКХ и строительства «Современные тенденции повышения энергоэффективности в инженерных сетях и ЖКХ» (2019 год).

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ООО «АЛЬШЕЕВКИЕ ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ»

1.1 Анализ хозяйственной деятельности

ООО «Альшеевские тепловые сети» предприятие находится по адресу: Республика Башкортостан , Альшеевский район, село Раевсий, ул. Трактовая, 63.

Основные виды деятельности организации – предоставление коммунальных услуг населению и предприятиям, производство и передача пара и горячей воды (тепловой энергии), передача электрической энергии.

ООО «Альшеевские тепловые сети», имеет самостоятельный баланс, собственные оборотные средства, расчетный и другие счета в банке, кредитуется в установленном порядке и является юридическим лицом.

В ООО «Альшеевские тепловые сети» входит: 6 котельных

Котельная №1 оснащена закрытой системой теплоснабжения, 2-х трубной. Теплоноситель – вода 95-70°С. Топливо – природный газ.

В котельной установлены водогрейные котлы КСВ – 2,9 3шт. мощностью 2,5Гкал/ч. Суммарная мощность 7,5Гкал/ч. Котельная отапливает жилфонд, школу, детский сад, дом пионеров, музыкальную школу, администрацию, магазины, нарсуд, дом правосудия, банки, спортшколу, рынок, ДЭЗ. Часовая нагрузка по потребителям 3,674Гкал/ч. Протяженность теплотрассы 5411,45м.

Котельная №2 оснащена закрытой системой теплоснабжения, 2-х трубной. Теплоноситель – вода 95-70°С. Топливо – природный газ.

В котельной установлены водогрейные котлы КСВ – 1,86 3 шт. мощностью 1,6Гкал/ч. Суммарная мощность 4,8Гкал/ч. Котельная отапливает жилфонд, школу, детский сад, физкультурно-оздоровительный комплекс (ФОК),

ГАИ, магазины. Часовая нагрузка по потребителям 4,229Гкал/ч. Протяженность теплотрассы 4475,8м.

Котельная №3 оснащена закрытой системой теплоснабжения, 2-х трубной. Теплоноситель – вода 95-70°С. Топливо – природный газ.

В котельной установлены котлы марки «АОГВ-46» 5 шт. мощностью 0,046Гкал/ч. Суммарная мощность 0,23Гкал/ч. Котельная отапливает детский комплексный центр. Часовая нагрузка по потребителям 0,137Гкал/ч. Протяженность теплотрассы 50м.

Котельная №4 оснащена закрытой системой теплоснабжения, 2-х трубной. Теплоноситель – вода 95-70°С. Топливо – природный газ.

В котельной установлены котлы марки «АОГВ-46» 5 шт. мощностью 0,046Гкал/ч. Суммарная мощность 0,23Гкал/ч. Котельная отапливает жилфонд. Часовая нагрузка по потребителям 0,118Гкал/ч. Протяженность теплотрассы 254м.

Котельная №5 оснащена закрытой системой теплоснабжения, 2-х трубной. Теплоноситель – вода 95-70°С. Топливо – природный газ.

В котельной установлены котлы марки «ИК-01» 2 шт. мощностью 0,086Гкал/ч. Суммарная мощность 0,172Гкал/ч. Котельная отапливает детский сад и жилфонд. Часовая нагрузка по потребителям 0,185Гкал/ч. Протяженность теплотрассы 192м.

Котельная №6 оснащена закрытой системой теплоснабжения, 2-х трубной. Теплоноситель – вода 95-70°С. Топливо – природный газ.

В котельной установлены 3 водогрейных котла: КСВ – 2,9 2шт. мощностью 2,5Гкал/ч.; КСВ-1,86 1шт. мощностью 1,86Гкал/ч.; паровой котел Е-1,0-0,9Г-3, обеспечивающий паром и горячей водой больницу. Суммарная мощность 7,25Гкал/ч. Котельная отапливает жилфонд, больницу, училище, школу, детский сад, магазины, спортшколу. Часовая нагрузка по потребителям 3,582Гкал/ч. Протяженность теплотрассы 3259,52м.

В ООО «Альшеевские тепловые сети» числится штат из 55 человек, из них:

- 5 человек АУП (аппарат управления) – руководитель предприятия;
- 11 специалистов (штат, бухгалтерия, ОДС);
- 34 человека – служба тепловых сетей – (операторы газифицированных котельных, слесари);
- 4 человека – транспортная служба (водители, механизаторы);
- 1 человек МОП (обслуживающий персонал – уборщик производственных помещений).

Основными задачами предприятия являются:

- обеспечение бесперебойного и качественного снабжения потребителей тепловой энергией;
- обеспечивает организацию, технически правильной эксплуатации всего энергетического оборудования включая и обслуживаемого по договорам;
- осуществляет планово-предупредительный ремонт /ППР/ оборудования, зданий и сооружений;
- разрабатывает и осуществляет мероприятия по дальнейшему развитию тепловых сетей, котельных, производственных баз, для удовлетворения потребностей коммунального хозяйства и бытовых нужд населения с учетом опережающего развития энергетики, а также по всемерному сокращению мелких неэкономичных отопительных котельных;
- организует разработку, согласование и контроль за реализование схем теплоснабжения на закрепленном участке республики;
- организует разработку проектов на расширение, реконструкцию, новое строительство объектов теплоэлектроснабжения;
- осуществляет соблюдение планов потребления и рациональное использование тепловой энергией на предприятиях, использование тепловой

энергией на предприятиях независимо от их ведомственной подчиненности, теплоснабжение которых осуществляется предприятием;

- организует оперативно-диспетчерское управление тепловыми сетями.

Энергетика является ведущей отраслью современного индустриального развитого народного хозяйства страны.

Понятие энергетики охватывается широкий круг установок для производства, транспорта и использования тепловой энергии, энергии сжатых газов и других энергоносителей.

Основным направлением в развитии энергетики является централизация энергоснабжения промышленности, сельского хозяйства, городов и населенных пунктов. Это направление позволяет наиболее успешно решать важнейшие народнохозяйственные задачи по повышения производительности труда за счет роста энерговооруженности и укреплению технико-экономического потенциала страны путем рационального использования энергетических ресурсов.

В нашей стране, основная территория, которая расположена в суровой климатической зоне, большое значение имеет также обеспечение потребителей тепловой энергией.

При централизованном теплоснабжении мелкие отопительные установки, являющиеся источниками загрязнения воздушного бассейна, ликвидируются, а в место них используются крупные источники тепла, газовые выбросы которых содержат минимальные концентрации токсичных веществ.

Таким образом, централизация теплоснабжения способствует решению крупной задачи современности – охраны окружающей природной среды.

ООО «Альшеевские тепловые сети» организация предназначена для снабжения тепловой энергией потребителей различных категорий (т.е. жилого сектора, предприятий соцкультбыта), а также является транспортирующей организацией электроэнергией т.е. снабжает электроэнергией частный сектор предприятий соцкультбыта, организации и предприятия производственного назначения.

1.2 Характеристика котельной №5

В настоящее время котельная является собственностью ООО «Альшеевские тепловые сети», введена в эксплуатацию в 2004 году, используемое топлива природный газ. Котельная оснащена 2 котла отопительными газовыми водогрейными марки ИК-01 производительностью 100кВт и мощностью 0,086Гкал/час. Суммарная мощность котельной 0,172Гкал/час. Протяженность теплотрассы 192м.

Потребители тепловой энергии детский садик и жилфонд. Расчетные параметры теплоносителя 90-70°С. Для предотвращения повышения давления сверх допустимого на общем подающем трубопроводе установлен предохранительно-сбросной клапан Ду=50мм.-2шт. Циркуляция воды в системе осуществляется двумя насосами (один резервный) КМ 65-50-160 с эл.дв. АИР100Ж N=5,5кВт, n=2900 об/мин. (Q=25 м^3/час; Н=32м.)Подпитка котла осуществляется от существующего хозпитьевого водопровода через бак подпитки подпиточным насосом МНІ 203. Дымовые газы от котла отводятся по сборному газоходу сечением 160×300мм в дымовую трубу Д=273мм, высотой Н=16м. Изоляция трубопроводов принята: антикоррозийное покрытие: масляное - битумное по ГОСТ 6.420-72 в два слоя по грунту ГФ-021 по ГОСТ 25129-82.

В состав вспомогательного оборудования котельной входят:

- Система контроля максимального и минимального значения давления воды в трубопроводе теплосети осуществляется с помощью электроконтактного манометра ЭКМ-1У;
- Средства защиты помещения от загазованности: система автоматического контроля загазованности помещения горючим газом – сигнализатор – СГГ6М1;
- Оксидом углерода – СОУ1.

При загазованности помещения или отключении электроэнергии срабатывает электромагнитный запорно-предохранительный клапан
КЭГ 9720, который прекращает подачу газа в котельную.

При повышении температуры в помещении котельной (пожаре) срабатывает термозапорный клапан КТЗ-001-50, который передает аварийный сигнал на контрольно-приемный прибор Гранит-4А.

Для автоматической подпитки системы отопления установлен подпиточный насос WILO MHI, который срабатывает от электроконтактного манометра ЭКМ-У1, установленного на подающем трубопроводе.

1.3 Анализ состояния оборудования котельной

В ООО «Альшеевские тепловые сети» Республики Башкортостан с. Раевкий в котельной №5 имеются 2 котла марки ИК-01(рисунок 1.1). На выходе подогретой воды из котла запроектирована безопасная линия с обратным клапаном.



Рисунок 1.1 - Котел ИК-01

Каждый котел оборудован патрубком с вентилем, который контролирует верхний уровень воды в котле. Также служит для удаления воздуха из котла при его заполнении.

Каждый котел оборудован патрубком с вентилем для продувки котла и спуска воды при остановке котла.

Манометры установлены на общем подающем и обратном трубопроводах. Общий подающий трубопровод оснащается предохранительным клапаном СППК 40-16 Ду=50мм, выход от которого предусмотрен за пределы котельной с уклоном 0.05-2 шт. Предохранительный клапан должен быть рассчитан и отрегулирован так, чтобы давление в котле не превышало рабочее давление не более чем на 10%.

Общая характеристика котлов представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Технических данных котла ИК-01

Характеристики	Показатели
Номинальное давление природного газа, кПа	2,0
Рабочее давление воды в котле, мПа	До 0,3
Температура воды, °С: на выходе	+95°С
Максимальный расход газа, $м^3$/ч	12
Теплопроизводительность, кВт	100
Отапливаемый объем помещения,$м^3$, не более	3000
Разряжение за котлом, Па не более	25
Температура уходящих газов, °С	150
Емкость водяной полости теплообменника, литр	170
Масса котла, кг не более	380
Длина, мм	600
Ширина, мм	600
Высота, мм	1950

Главными преимуществами котлов является их высокий КПД, удобство и универсальность в использовании. Они могут с успехом использоваться как для

отопления частных домов, так и для коммунальных предприятий. Кроме того, стоит отметить, что затраты на покупку и монтаж оборудования окупаются достаточно быстро. При этом есть достаточно большие возможности для выбора дополнительного оборудования.

Плюсами котлов ИК-01 является:

- удобство в эксплуатации;
- максимальная автоматизация;
- высокий уровень КПД;
- надежность;
- простота монтажа;
- доступное используемое топливо.

Основным минусом котлов является, то что их установка будет не целесообразной в случае значительной удаленности газовой магистрали от места установки котла.

Многоступенчатый нормально всасывающий горизонтальный высоконапорный центробежный насос блочного типа WILO MHI (рисунок1.2).



Рисунок 1.2 - Насос WILO Economy MHI 203

Преимущества данного насоса в эргономичной, компактной блочной конструкции. Все детали гидравлической части, соприкасающиеся с

перекачиваемой жидкостью, такие как секции, рабочие и ведущие колеса, корпус насоса изготовлены из нержавеющей стали.

Общая характеристика насоса WILO MHI представлена в таблице 1.2

Таблица 1.2 – Характеристика насоса WILO MHI 203

Характеристики	Показатели
Вес, кг	8.9
Вал насоса	1.4301
Корпус насоса	1.4301
Механическое уплотнение	BQ1E3GG
Рабочее колесо	1.4301
Статическое уплотнение	EPDM
Входное давление макс. H, бар	6
Максимальное рабочее давление p_{max}, бар	10
Номинальное давление, бар	PN
Температура окружающей среды, макс. T, °C	40
Температура перекачиваемой жидкости T, °C	-15...+110
Класс изоляции	F
КПД электродвигателя η_m 100% , %	64,6
КПД электродвигателя η_m 50% , %	59
КПД электродвигателя η_m 75% , %	64,3
Номинальная мощность электродвигателя P2, кВт	0,55
Номинальный ток 3~230 В, 50 Гц IN, A	3
Номинальный ток 3~400 В, 50 Гц IN, A	1.7
Подключение к сети	3~400 В, 50 Гц
Потребляемая мощность P1, кВт	0.83
Степень защиты	IP 54

Данный насос имеет компактную конструкцию и оснащен сквозным насосным валом электродвигателя и не зависящим от направления вращения скользящим торцовым уплотнением

Особенности насоса WILO MHI заключаются в экономии энергии за счет встроенной электронной системы регулировки мощности, опциональные интерфейсы для обмена данными по шине посредством штекерных IF-модулей. Встроенная система управления сдвоенными насосами. Встроенная полная защита электродвигателя (термодатчик) с электронной системой отключения.

Циркуляция воды в системе осуществляется двумя насосами (один резервный) КМ 65-50-160 с эл.дв. АИР100Ж (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Насос КМ 65-50-160

Перекачивающий агрегат имеет два основных конструктивных узла: центробежный насос консольно-моноблочный КМ и электродвигатель фланцевого исполнения с удлиненным валом. Корпус насоса маркируется стрелкой для указания направления вращения рабочего вала.

Рабочее колесо изготовлено методом чугунного литья, крепление к валу осуществлено при помощи шпоночного соединения. Дополнительной подрезкой рабочего колеса по наружному диаметру можно изменять технические характеристики насосов КМ.

Общая техническая характеристика насоса КМ 65-50-160 представлена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - техническая характеристика насоса КМ 65-50-160.

Характеристики	Показатели
Номинальная подача, м3/ч	25 м3/ч
Номинальный напор, м	32 м
Мощность двигателя, кВт	5,5 кВт
Частота вращения, об/мин	2900 об/мин
Напряжение, В	380В
Частота сети, Гц	50Гц
КПД, %	62%
Давление на входе, МПа	0,35 (3,5) МПа (кгс/см2), не более
Тип уплотнения	одинарное сальниковое (с) или торцовое (т)
Температура перекачиваемой жидкости, ºС	до 85 (с) или до 140 (т) ºС
Утечка через уплотнение, л/ч	2,0 (с) или 0,03 (т) л/ч, не более
Длина, мм	578 мм
Ширина, мм	230 мм
Высота, мм	272 мм

Подающий и обратный трубопровод подключаются к существующей системе отопления.

Вентиляция котельной приточно-вытяжная с естественным побуждение воздуха с 3-х кратным воздухообменом и приточным воздухом, идущим на сжигание топлива.

Приток воздуха осуществляется через жалюзийную решетку ЖР Fж.с.=0,15$м^2$.

Для подачи газа в котельную запроектирован наружный газопровод среднего давления, с подключением к существующему уличному газопроводу среднего давления 159мм. Для снижения давления с среднего на низкое и поддержа-

пункта шкафного с регулятором давления РДНК-400 на наружной стене котельной.

К обслуживанию котлов привлекается персонал, прошедший мед. освидетельствование, обученные, аттестованные и имеющие удостоверение на право обслуживания котлов.

Для учета расхода газа котельной установлен счетчик ВК-G25 (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Счетчик ВК-G25.

Модель счетчик предусматривает возможность подключения дополнительного оборудования, поскольку снабжена импульсным выходом, задействованным через ролик наименьшего разряда.

Технические характеристики счетчика ВК-G25 представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Технические характеристики счетчика ВК-G25.

Характеристики	Показатели
Цилиндрический объем, дм^3	12
Давление газа рабочее, кПа	10

Максимально допустимое давление внутри корпуса, кПа	200
Потеря давления	Не более 300
Расход, $м^3$/ч - максимальный (Q макс) - номинальный (Q ном) - минимальный (Q мин)	 40 25 0,25
Порог чувствительности, $м^3$/ч	0,01
Емкость счетного механизма, $м^3$	9999999
Цена деления младшего разряда, л	2
Напряжение, В	12
Ток, мА	10
Температура рабочей среды, °С	-25…+50
Температура окружающей среды, °С	-20…+60
Нормативный срок службы, лет	24
Межпроверочный интервал, лет	10

Расчетный тепловой поток необходимый на отопление детского сада №5 и общежития составляет – 266,7кВт.

Расчетная производительность котельной (с учетом собственных нужд котельной и тепловых потерь в ней и резервированием одного котла).

С котлами ИК-01 (3 шт.) – 300кВт

В, следствии технических обоснований капитальных затрат обеих котельных принято решение о котельной с 3-мя котлами ИК-01.

2 РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК КОТЕЛЬНОЙ

2.1 Определение тепловой нагрузки на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение

Максимальный тепловой поток Q_o в Гкал/час на отопление жилых и общественных зданий определяем по формуле

$$Q_o = \beta \cdot q_{от} \cdot V_{зд} \cdot \left(t_в - t_o^p\right) \cdot 10^{-6}, \quad (2.1)$$

где $q_{от}$ - удельный показатель теплового потока на отопление, $\frac{Вт}{м^3}$;

q_o – соответственно удельная отопительная характеристика на отопление 1 м3 (ккал/(м^{3}ч℃);

$V_{зд}$ - объем здания, м^3;

β – поправочный коэффициент, учитывающий климатические условия района;

$t_в$ - расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, ℃;

t_o^p - расчетная температура наружная воздуха для отопления, ℃;

Максимальный тепловой поток $Q_в$ в Гкал/час на вентиляцию общественных зданий определяется по формуле

$$Q_в = \beta \cdot q_в \cdot V_{зд} \cdot \left(t_в - t_{нв}\right) \cdot 10^{-6}, \quad (2.2)$$

где qв – удельная вентиляционная характеристика(ккал/(м3ч℃);

$t_{нв}$ – расчетная температура наружного воздуха для вентиляции, ℃;

Максимальный тепловой поток Qгвс в Гкал/час на ГВС жилых и общественных зданий определяется по формуле

$$Q_{гвс} = 2{,}4 \cdot Q_{гвс}^{ср} \cdot 10^{-6}, \quad (2.3)$$

где 2,4 – коэффициент часовой неравномерности;

$Q_{гвс}^{ср}$ – средний тепловой поток на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий, определяемый по формуле

$$Q_{гвс}^{ср} = \frac{c \cdot m \cdot (a+b) \cdot (55 - t_x)}{24 \cdot 3{,}6} \cdot 10^{-6}, \quad (2.4)$$

где m – расчетное число потребителей горячей воды;

a – норма расхода воды на ГВС при температуре 55℃ на одного человека в сутки, проживающего в здании с горячим водоснабжением, принимаемая в зависимости от степени комфортности л/сут;

b – норма расхода воды на ГВС в общественных зданиях при температуре 55 ℃;

c – удельная теплоемкость воды равная 4,187 кДж/(кг℃);

t_x – температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период (при отсутствии других данных принимается равной 5 ℃),℃;

Суммарный тепловой поток Q Σ в Гкал/час

$$Q_{\Sigma} = Q_o + Q_в + Q_{гвс} \quad , \quad (2.5)$$

2.2 Расчет тепловой нагрузки на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение общежития

Расчет тепловой нагрузки на отопление рассчитывается по данным из таблицы (2.1)

Таблица 2.1 – Исходные данные

Показатель	Значение
Наружный строительный объем общежития, V,м3	4427
Удельная отопительная характеристика qo, ккал/ м3ч °C	0,43
Поправочный коэффициент β	0,95

Расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, $t_в$, ℃;	18

Продолжение таблицы 2.1

Расчетная температура наружного воздуха для отопления , t_o^p, ℃;	-35
Удельная вентиляционная характеристика qв, ккал/мЗч °С	0,09
Расчетная температура для вентиляции $t_{нв}$, ℃;	-35
Расчетное число потребителей горячей воды	200

Рассчитываем тепловые нагрузки Qo в Гкал/час на отопление общежития по формуле (1.1)

$$Q_o = 0{,}95 \cdot 0{,}43 \cdot 4427 \cdot \left(18 - \left(-35\right)\right) \cdot 10^{-6} = 0{,}095 \ \ Гкал/час$$

Рассчитываем тепловые нагрузки Qв в Гкал/час на вентиляцию общежития по формуле (1.2)

$$Q_в = 0{,}95 \cdot 0{,}09 \cdot 4427 \cdot \left(18 - \left(-35\right)\right) \cdot 10^{-6} = 0{,}02 \ \ Гкал/час$$

Средний тепловой поток $Q_{гвс}$ в Гкал/час на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий, определяемый по формуле (1.4)

$$Q_{гвс}^{ср} = \frac{4{,}19 \cdot 200 \cdot 8 \cdot \left(55 - 5\right)}{24 \cdot 3{,}6} \cdot 10^{-6} = 0{,}0038 \text{ Гкал/час}$$

Максимальный тепловой поток $Q_{гвс}$ в Гкал/час на горячее водоснабжение определяется по формуле (1.3)

$$Q_{гвс} = 2{,}4 \cdot 0{,}0038 \cdot 10^{-6} = 0{,}0093 \text{ Гкал/час}$$

Суммарный тепловой поток $Q_Σ$ в Гкал/час рассчитаем по формуле (1.3)

$$Q_{\Sigma} = 0{,}095 + 0{,}02 + 0{,}0093 = 0{,}\ 124\ Гкал/час$$

2.3 Расчет тепловой нагрузки на отопление и вентиляцию детского сада

Расчет тепловой нагрузки на отопление рассчитывается по данным из таблицы (2.2)

Таблица 2.2 – Исходные данные

Показатель	Значение
Наружный строительный объем детского сада, V,м3	3868
Удельная отопительная характеристика qo, ккал/ мЗч °С	0,38
Поправочный коэффициент β	0,95
Расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, $t_в$, ℃;	18
Расчетная температура наружного воздуха для отопления , t_o^p, ℃;	-35
Удельная вентиляционная характеристика qв, ккал/ мЗч °С	0,11
Расчетная температура наружного воздуха для вентиляции $t_{нв}$, ℃;	-35
Расчетное число потребителей горячей воды	95

Рассчитываем тепловые нагрузки Qo в Гкал/час на отопление детского сада по формуле (2.1)

$$Q_o = 0{,}95 \cdot 0{,}38 \cdot 3868 \cdot \left(18 - \left(-35\right)\right) \cdot 10^{-6} = 0{,}074 \;\; Гкал/час$$

Рассчитываем тепловые нагрузки Qв в Гкал/час на вентиляцию детского сада по формуле (2.2)

$$Q_в = 0{,}95 \cdot 0{,}11 \cdot 3868 \cdot \left(18 - \left(-35\right)\right) \cdot 10^{-6} = 0{,}021 \;\; Гкал/час$$

Средний тепловой поток на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий, определяемый по формуле (1.4):

$$Q_{гвс}^{ср} = \frac{4{,}19 \cdot 95 \cdot 8 \cdot \left(55 - 5\right)}{24 \cdot 3{,}6} \cdot 10^{-6} = 0{,}0018 \text{ Гкал/час}$$

Максимальный тепловой поток $Q_{гвс}$ в Гкал/час на горячее водоснабжение определяется по формуле (2.3)

$$Q_{гвс} = 2{,}4 \cdot 0{,}0018 \cdot 10^{-6} = 0{,}0044 \text{ Гкал/час}$$

Суммарный тепловой поток Q_Σ в Гкал/час рассчитаем по формуле (1.3)

$$Q_\Sigma = 0{,}095 + 0{,}021 + 0{,}0044 = 0\,,\;\; 120 \; Гкал/час$$

2.4 Общая нагрузка на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение

Общая нагрузка Q в Гкал/час на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение детского сада и общежития рассчитывается по формуле

$$\sum Q = Q_{об} + Q_{дс} \qquad (2.6)$$

$$\sum Q = 0.124 + 0.120 = 0.244 \frac{Гкал}{час} = 283{,}7 \;\; кВт$$

Количество и единичная мощность устанавливаемых котлов зависит от суммарных тепловых нагрузок и режима отпуска тепла, что, в свою очередь, определяется режимом потребления тепла отдельными предприятиями. От тепловой нагрузки зависит эффективность использования устанавливаемого оборудования.

Исходя из данных расчетов тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, следует вывод, что мощности котельной на данный

момент с двумя котлами ИК-01 не хватает на выработку должного количества тепла для общежития и детского сада

Поэтому, исходя из расчетов, мною было принято решение, добавление еще одного котла мощностью 100 кВт. С добавлением, которого мощность котельной составит 300 КВт, что должно хватить для отопления, вентиляцию и горячее водоснабжение общежития и детского сада.

.

3 РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАФИКА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА ОТОПЛЕНИЕ

3.1 Построение графика теплового потребления и тепловой нагрузки

Для построения годового графика теплоты по продолжительности тепловой нагрузки находим продолжительности стояния температур наружного воздуха в часах с интервалом 5^0С и продолжительность отопительного периода.

Таблица 3.1 - Продолжительность стояния температур наружного воздуха

Продолжительность стояния, n, час	Температура наружного воздуха					
	-50 -45	-45 -40	-40 -35	-35 -30	-30 -25	-25 -20
n	0	0	5	33	116	265
Температуры	-45	-40	-35	-30	-25	-20
∑n	0	0	5	38	154	419

Продолжение таблицы 3.1

Температура наружного воздуха					
					+5
-20 -15	-15 -10	-10 -5	-5 0	0 +5	+8
529	770	948	961	799	638
-15	-10	-5	0	+5	+8
948	1718	2666	3627	4426	5064

График по продолжительности тепловой нагрузки строится на основании суммарного часового графика$Q_\Sigma = f(t_н)$.

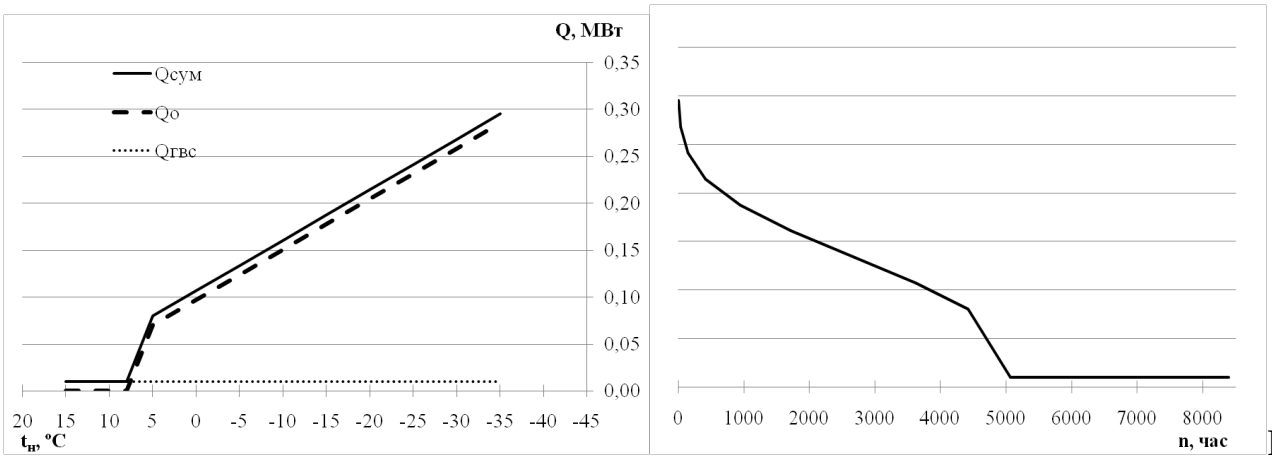

Рисунок 3.1 - График теплового потребления и тепловой нагрузки

3.2 Построение годового графика теплового потребления по месяцам

Для построения годового графика теплового потребления по месяцам находим среднемесячные температуры наружного воздуха. Затем определим часовые расходы теплоты на отопление для каждого месяца со среднемесячной температурой ниже $+8^0$С.

Для месяцев неотопительного периода $(c\ t_{ср}^{н} > +8)$ суммарный расход теплоты будет равен среднечасовому расходу теплоты на горячее водоснабжение.

$$Q_o^{мес} = Q_{o\ max} \cdot \left(\frac{t_в - t_{ср}^{мес}}{t_в - t_н} \right), \qquad (3.1)$$

Рассчитаем для января:

$$Q_o^{мес} = 283{,}7 \cdot \left(\frac{18 - (-15{,}8)}{18 - (-35)} \right) = 180{,}92 \ \ кВт$$

Аналогично выполняем расчёты и для других месяцев отопительного периода. Расчёты сведём в таблицу 3.2. Используя полученные данные, построим годовой график теплового потребления по месяцам (рисунок 3.2).

Таблица 3.2 - Среднечасовые расходы теплоты по месяцам года

Среднечасовые расходы теплоты по месяцам	Среднемесячные температуры наружного воздуха											
	Ян	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сен	Окт	Нояб	Дек
	-15,8	-14,3	-7,4	3,9	11,9	16,8	18,4	16,2	10,7	2,4	-6,2	-12,9

Продолжение таблицы 3.2

$Q_{ов}$, кВт	170,8	163,27	128,39	71,27	30,83				36,88	78,85	122,3	156,1
$Q_{гвс}$, $Q^{гвс\ лет}$, кВт	10,14	9,69	7,62	4,23	1,83	0,36	0,36	0,36	2,19	4,68	7,26	9,27
Q_{Σ}, кВт	180,99	172,96	136,01	75,50	32,66	0,36	0,36	0,36	39,07	83,53	129,5	165,4

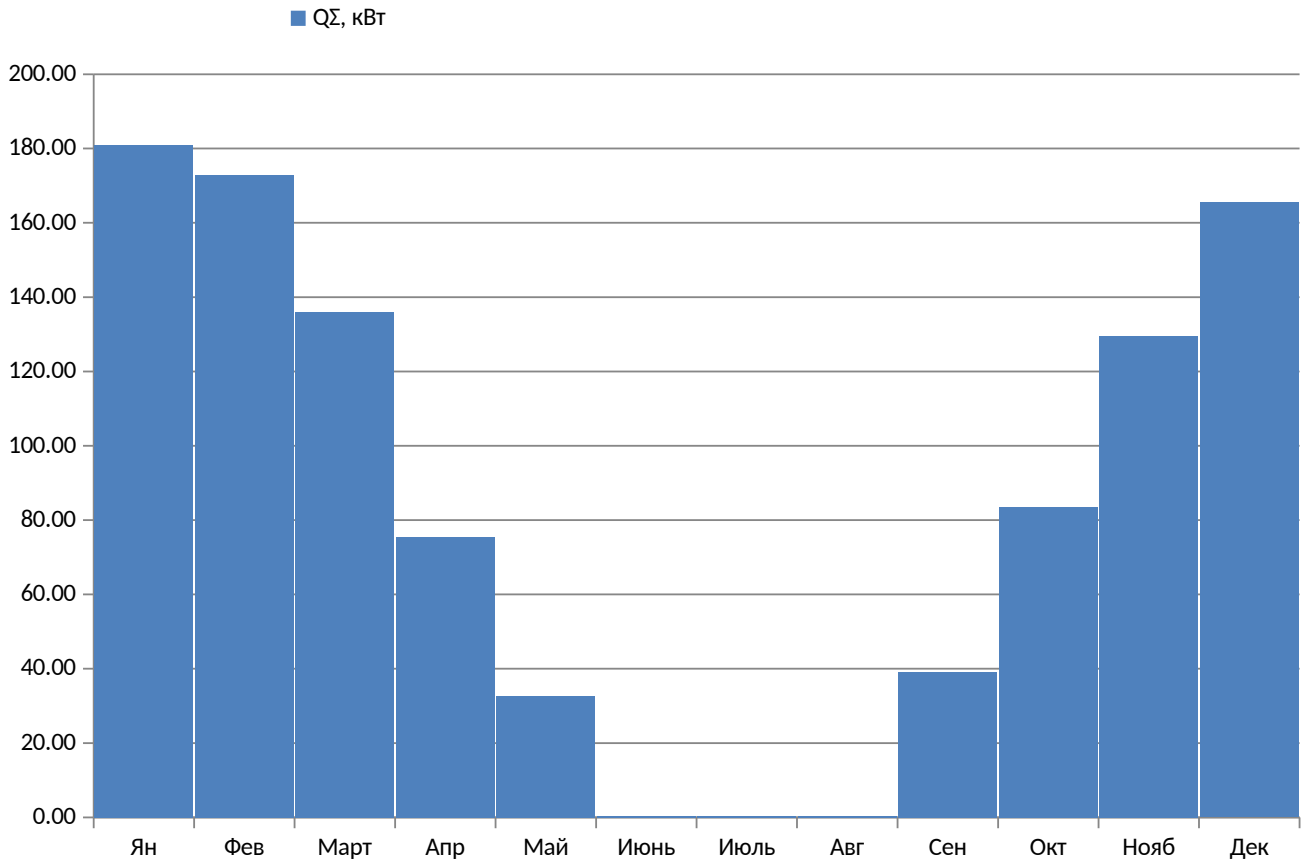

Рисунок 3.2 - Годовой график теплового потребления по месяцам

3.3 Производственные и отопительные котельные

Принять расчетные температуры сетевой воды в подающей магистрали τ_1=90 ^{0}C,в обратной магистрали τ_2= 70 ^{0}C,после элеватора τ_3= 80 ^{0}C, наружного воздуха $t_н$= 22 ^{0}C , воздуха внутри помещения $t_в$ = 18^{0}C, холодной воды $t_с$ = 5^{0}C. Расчетные тепловые потоки принять те же.

Предварительно выполним расчет и построение отопительно-бытового графика температур с температурой сетевой воды в подающем трубопроводе для точки излома $\tau_1^{'} = 70\,℃$.

Значения температур сетевой воды для систем отопления $\tau_{01}; \tau_{02;} \tau_{03}$ определяем по формулам:

$$\tau_{01}^{'} = t_в + \Delta t \cdot \left(\frac{t_в - t_{нр}}{t_в - t_н}\right)^{0.8} + (\Delta\tau - 0{,}5\Theta) \cdot \left(\frac{t_в - t_{нр}}{t_в - t_н}\right) \quad (3.2)$$

$$\tau_{02}^{'} = t_в + \Delta t \cdot \left(\frac{t_в - t_{нр}}{t_в - t_н}\right)^{0.8} - 0{,}5\Theta \cdot \left(\frac{t_в - t_{нр}}{t_в - t_н}\right) \quad (3.3)$$

$$\tau_{01}^{'} = t_в + \Delta t \cdot \left(\frac{t_в - t_{нр}}{t_в - t_н}\right)^{0.8} + 0{,}5\Theta \cdot \left(\frac{t_в - t_{нр}}{t_в - t_н}\right) \quad (3.4)$$

где Δt - расчетный температурный напор нагревательного прибора, ^{0}C, определяемый по формуле:

$$\Delta t = \frac{\tau_3^{'} + \tau_2^{'}}{2} - t_в, \quad (3.5)$$

где τ_3 и τ_2 - расчетные температуры воды соответственно после элеватора и в обратной магистрали тепловой сети определенные при $t_н = -35\,℃$

$$\Delta t = \frac{80 + 70}{2} - 18 = 57\,℃$$

$\Delta\tau$ - расчетный перепад температур сетевой воды в тепловой сети, $^\circ C$.

$$\Delta\tau = \tau_1 - \tau_2, \quad (3.6)$$

$$\Delta\tau = 90\text{-}70 = 20^\circ C$$

Θ - расчетный перепад температур сетевой воды в местной системе отопления.

$$\Theta = \tau_3^{'} - \tau_2^{'} \quad (3.7)$$

$$\Theta = 80 - 70 = 10\,^\circ C$$

Задаваясь различными значениями температур наружного воздуха $t_н$ (обычно $t_{нр}$= +8; 0; -10; $t_{нрv}$; $t_{нро}$) определяют $\tau_{01;}\tau_{02}$; τ_{03} и строят отопительный график температур воды.

$$\tau_{01} = 18 + 57\left(\frac{18-8}{18+35}\right)^{0,8} + (20 - 0,5 \cdot 10) \cdot \left(\frac{18-8}{18+35}\right) = 70\,℃;$$

$$\tau_{02} = 18 + 57\left(\frac{18-8}{18+35}\right)^{0,8} - 0,5 \cdot 10 \cdot \left(\frac{18-8}{18+35}\right) = 40,3\,℃;$$

$$\tau_{03} = 18 + 57\left(\frac{18-8}{18+35}\right)^{0,8} + 0,5 \cdot 25 \cdot \left(\frac{18-8}{18+35}\right) = 43,7\,℃.$$

Температура наружного воздуха, соответствующая точке излома графиков температур воды $t_{нр}$, делит отопительный период на диапазоны с различными режимами регулирования:

- в диапазоне I с интервалом температур наружного воздуха от +8℃ до $t_{нр}$ осуществляется групповое или местное регулирование, задачей которого является недопущение "перегрева" систем отопления и бесполезных потерь теплоты;

- в диапазонах II и III с интервалом температур наружного воздуха от $t_{пер}$ до $t_н$ осуществляется центральное качественное регулирование.

Необходимо вначале построить графики температур, $\tau_{01}; \tau_{02;} \tau_{03}$ для зависимых схем присоединения элеваторных систем отопления. Температуры сетевой воды в подающей ($\tau_{1п}$)и обратной ($\tau_{2п}$) магистралях для повышенного графика, определяют:

$$\tau_{1п} = t_в + \frac{Q_o}{G_o} \cdot \left(\Delta\tau + \Delta t \cdot \frac{G_o}{Q^{0,2}} - 0,5\theta\right) = 18 + \frac{0,24}{0,83} \cdot \left(20 + 57 \cdot \frac{0,83}{0,24^{0,2}} - 0,5 \cdot 10\right) = 70,95\,℃$$

$$\tau_{2п} = t_в + \frac{Q_o}{G_o} \cdot \left(\Delta t \cdot \frac{G_o}{Q^{0,2}} - 0,5\theta\right) = 18 + \frac{0,24}{0,83} \cdot \left(57 \cdot \frac{0,83}{0,24^{0,2}} - 0,5 \cdot 10\right) = 39,32\,℃$$

3.4 Регулирование отпуска теплоты на вентиляцию

По характеру изменения температуры и расхода теплоты на вентиляцию отопительный период делится на три диапазона.

В диапазоне I (от +8℃ до $t_н'$) при переменной тепловой вентиляционной нагрузке температура воды в подающем трубопроводе постоянна. В этом диапазоне осуществляется местное количественное регулирование изменением расхода сетевой воды.

В диапазоне II (от $t_н'$ до $t_{нрv}$) по мере увеличения вентиляционной нагрузки возрастает и температура сетевой воды.

В диапазоне III (от $t_{нрv}$ до$t_{нро}$) возрастает температура сетевой воды и также тепловая нагрузка для большинства вентиляционных систем.

Для систем вентиляции с рециркуляцией тепловая нагрузка в данном диапазоне поддерживается постоянной.

При построении графиков температур сетевой воды для систем вентиляции основной задачей является определение температуры сетевой воды в обратном трубопроводе после калориферов τ_{2v} для различных диапазонов отопительного периода.

Для решения этой задачи используют следующие уравнения:

- для диапазона I (от +8℃ до $t_н'$)

$$\frac{\Delta t_k}{\Delta t_k'} \cdot \left(\frac{\tau_{01} - \tau_{2v}}{\tau_{02} - \tau_{2v}}\right)^{0,15} = \left(\frac{t_в - t_{нро}}{t_в - t_{нро}}\right)^{0,85}; \qquad (3.8)$$

где Δt_k-температурный напор в калорифере, определяемый при температуре.

$$\Delta t_k = 0,5 \cdot (\tau_{01} + \tau_{2v}) - 0,5 \cdot (t_н + t_в); \qquad (3.9)$$

$$\Delta t_к' = 0,5 \cdot (\tau_{02} + \tau_{2v}) - 0,5 \cdot (t'_н + t_в), \qquad (3.10)$$

τ_1, τ_{2v}- то же, но для точки излома температурного графика $t'_в$.

$$\Delta t_k = 0,5 \cdot (70 + 21) - 0,5 \cdot (8 + 18) = 32,5$$

$$\Delta t_к' = 0,5 \cdot (40,3 + 40,3) - 0,5 \cdot (0 + 18) = 31,3.$$

Таблица 3.3 - Расчет повышенного (скорректированного) графика для закрытой системы теплоснабжения.

τ_1	τ_2	Δt	$\Delta\tau$	Θ	t_H	τ_{01}	τ_{02}	τ_{03}	t'_h	$Q^б_{hm}$
90	70	57	20	10	8	70,00	40,33	43,72	33,33	
					0	70,00	40,33	43,72	33,33	0,02
					-10	60,14	49,57	54,85		
					-22,5	75,43	60,14	67,78		

					-35	90,00	70,00	80,00		

Продолжение таблицы 3.3

δ	δ_1	δ_2	$\tau_{1П}$	$\tau_{2П}$	$\Delta t_к$	$\Delta t'_к$	проверка			τ_{2V}
	0,95	1,01	70,95	39,32	32,50	46,16	0,65	0,61	7,62	21
1,96	0,95	1,01	70,95	39,32						40,33
	0,69	1,27	60,82	48,30						49,57
	0,38	1,58	75,81	58,57						60,14
	0,10	1,86	90,10	68,14	77,00	70,03	0,94			47

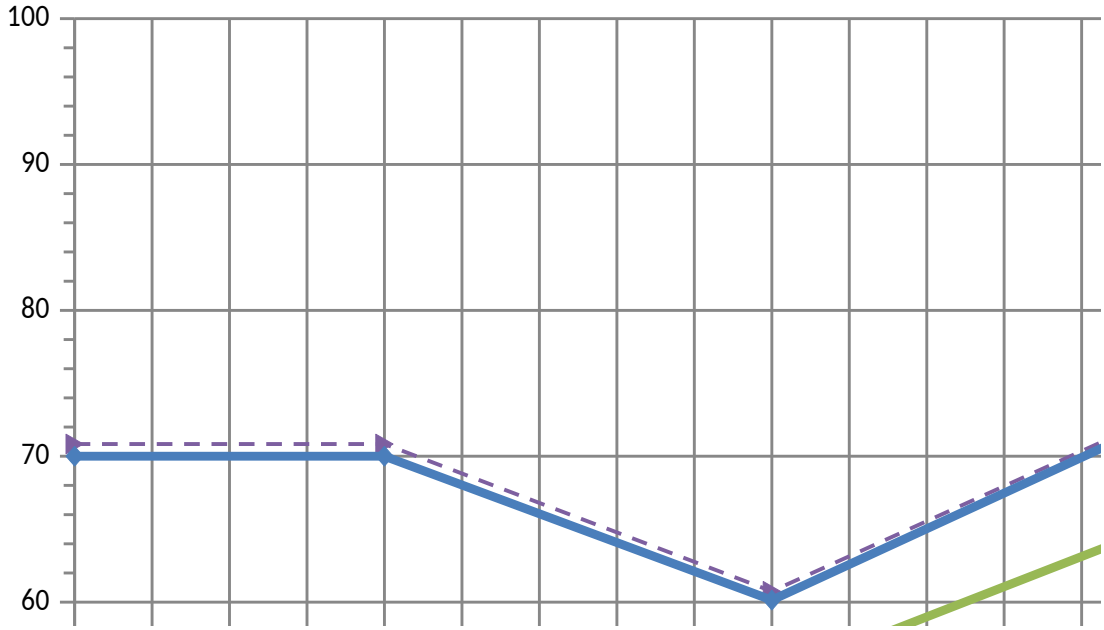

Рисунок 3.3 Отопительно-бытовой(____) и повышенный(------) графики температур воды для закрытой системы теплоснабжения.

4 РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ВОДОГРЕЙНОЙ КОТЕЛЬНОЙ

4.1 Производственные и отопительные котельные

Котельные с водогрейными котлами

Цель расчета тепловой схемы – определить расход воды через водогрейные котлы, тепловую мощность котельной, потоки воды и температуры в отдельных точках, а по ним выбрать основное и вспомогательное оборудование. Методика справедлива как для вновь создаваемых, так и расширяющихся котельных. При расширении котельной тепловая схема рассчитывается на полную мощность с учетом расширения.

Таблица 4.1 – Исходные данные водогрейной котельной

1	Тип системы	откр./закр.	закр.
2	Тепловая мощность	Qов, кВт	196,00
3		Qгвс, кВт	16,00
4		QΣ, кВт	260,00
5	Температура прямой сетевой воды	τ_1', ˚С	90,00
6	Температура обратной сетевой воды	τ_2', ˚С	70,00
7	Расчетный расход сетевой воды	Gр, кг/с	2,42
8	Мощность тепловых потерь тепловой сети	Qтп, кВт	5,20
9	Расход подпиточной воды (для открытых систем с расходом воды на ГВС)	Gпод.в, кг/с	0,12
10	Расход воды на ГВС	Gгвс, кг/с	0,076

Таблица 4.2 – Расчет водогрейной котельной

№п/п	Наименование	Обозначение, ед. измерения	Формула	Значение
1	Температура насыщения в вакуумном деаэраторе	$t_н$, °C	определяется по давлению в деаэраторе, принимаемом 0,1 МПа	60,00
2	Температура химочищенной воды на входе в головку деаэратора	$t^*_{хов.}$, °C	$t^*_{хов.} = t_н - 20$	40,00
3	Температура греющей воды	$t_{гр.в}$, °C	на выходе из водогрейных котлов	90,00
4	Расход греющей воды, поступающей в вакуумный деаэратор	$G_{гр.в.д}$, кг/с	$G_{гр.в.д} = G_{под.в} \cdot \frac{(t_н - t^*_{хов.})}{(t_{гр.в} - t_н)}$	0,08
5	Производительность деаэратора	$G_д$, кг/с	$G_д = G_{под.в} + G_{гр.в.д}$	0,21
6	Тепловая мощность, расходуемая на вакуумный деаэратор	$Q_д$, кВт	$Q_д = G_{гр.в.д} \cdot 4.19(t_{гр.в} - t_н)$	10,45
7	Температура химочищенной воды после ХВО	$t'_{хов.}$, °C		27,00
8	Температура деаэрированной воды после охладителя	$t^*_н$, °C	$t^*_н = t'_{хов.} + \Delta t$	57,00
9	Тепловую мощность охладителя деаэрированной воды	$Q_{охл}$, кВт	$Q_{охл} = G_Д \cdot 4{,}19(t_{гр.в} - t_н)$,	2,61
10	Температура химочищенной воды после охладителя деаэрированной воды	$t''_{хов.}$, °C	$t''_{хов} = t'_{хов.} + \frac{G_Д}{G_{под.в}}(t_н - t^*_н)\eta$,	31,90

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
11	Расход водопроводной (сырой) воды в котельную	$G_{с.в}$, кг/с	$G_{с.в}=1{,}25\cdot G_{под.в}$	0,16
12	Температура сырой воды на входе в котельную	$t_{с.в}$, °С		5,00
13	Температура сырой воды на входе в химводоочистку	$t'_{с.в.}$, °С		30,00
14	Температура греющей воды после подогревателя сырой воды	$t''_{гр.в.}$, °С	$t''_{гр.в.}=t_{с.в}+\Delta t$	35,00
15	Расход греющей воды на подогреватель химочищенной воды перед деаэратором	$G_{гр.в}$, кг/с	$G_{гр.в}=\frac{G_{с.в}\left(t'_{с.в.}-t_{с.в}\right)+G_{гр.в}\left(t^{*}_{хов.}-t'_{хов}\right.}{\left(t_{гр.в}-t''_{гр.в.}\right)}$	0,08
16	Тепловая мощность подогревателя водопроводной (сырой) воды	$Q_{с.в}$, кВт	$Q_{с.в}=G_{с.в}\cdot 4{,}19\cdot\left(t'_{с.в.}-t_{с.в}\right)$	16,33
17	Тепловая мощность подогревателя химочищенной воды перед деаэратором	$Q_{хов}$, кВт	$Q_{хов}=G_{подв.в}\cdot 4{,}19\cdot$ $\cdot\left(t^{*}_{хов.}-t_{ход}\right)$	4,23
18	Минимальная температура обратной воды из отопительных систем	τ_2, °С	$\tau_2=18+64\left(\frac{18-8}{18-t'_н}\right)^{0,8}-$ $-\frac{25}{2}\cdot\frac{18-8}{18-t'_н})$	31,97
19	Минимальная температура обратной воды после ЦТП на входе в источник теплоснабжения	τ^{*}_2, °С	$\tau^{*}_2=\tau_2-\frac{G_{гсв}\left(t_2-15\right)}{G_p\cdot\eta}$	31,43
20	Максимальный расход воды через насосы рециркуляции	$G^{мах}_{рец}$, кг/с	$G^{мах}_{рец}=\frac{\left(Q^{мах}_{о.в}+Q^{ср.с}_{гвс}+Q_{тп}\right)\cdot\left(\tau'_2-\tau^{*}_2\right)}{4{,}19\left(\tau'_1-\tau'_2\right)\left(\tau'_1-\tau^{*}_2\right)}$	2,08

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
21	Минимальный расход воды через клапан перепуска	$G_{пер}^{min},\ кг/с$	$G_{пер}^{min}=G_р\frac{(t_1^{'}-70)}{(t_1^{'}-t_2^{*})}$	0,82
22	Максимальная температура обратной воды из отопительных систем	$\tau_2,°C$	$\tau_2=18+64\left(\frac{18-8}{18-t_н^{'}}\right)^{0,8}-\frac{25}{2}\cdot\frac{18-8}{18-t_н^{'}})$	60,00
23	Максимальная температура обратной воды после ЦТП на входе в источник теплоснабжения	$\tau_2^{*},°C$	$\tau_2^{*}=\tau_2-\frac{G_{гвс}(\tau_2-15)}{G_р\cdot\eta}$	58,55
24	Максимальный расход воды через насосы рециркуляции	$G_{рец}^{min},\ кг/с$	$G_{рец}^{min}=\frac{\left(Q_{о.в}^{max}+Q_{гвс}^{ср.с}+Q_{тп}\right)(\tau_2^{'}-\tau_2^{*})}{4,19(\tau_1^{'}-\tau_2^{'})(\tau_1^{'}-\tau_2^{*})}$	1,15
25	Максимальный расход воды через клапан перепуска	$G_{пер}^{max},\ кг/с$	$G_{пер}^{max}=G_р\frac{(t_1^{'}-70)}{(t_1^{'}-t_2^{*})}$	1,54
26	Расход воды через водогрейные котлы	$G_к,\ кг/с$	$G_к=G_р+G_{гр.в.д}+G_{гр.д}+G_{рец}^{min}+G_{мх}$	5,23
27	Тепловая мощность котлов	$Q_к,\ кВт$	$Q_к=G_к\cdot4,19(\tau_1^{'}-\tau_2^{'})$	438,63

4.2 Выбор основного и вспомогательного оборудования котельных

4.2.1 Выбор водогрейного котла

Выбор типа, количества и единичной производительности котлов зависит

главным образом от расчетной тепловой производительности котельной, где они будут установлены.

Таким образом, на основании результатов полученных при расчете тепловой нагрузки на отопление, вентиляцию и горячего водоснабжения производим выбор основного и вспомогательного оборудования.

Я рассмотрел несколько котлов мощностью 100 кВт их характеристику, плюсы и минусы, чтобы выбрать какой подойдет лучше.

Котел Лемакс Премиум 100. «В таблице 4.2» представлена техническая характеристика котла Лемакс Премиум 100.

Таблица 4.2 – Технические характеристики котла Лемакс Премиум 100

Характеристика	Показатели
Максимальная мощность, кВт	100
Максимальное давление отопительного контура , Атм	2
Максимальный расход природного газа, $м^3$/ч	5,75
Номинальное давление природного газа, мбар	13
Габариты (ВхШхГ), см	118,1х97,5х73,4
Вес, кг	265
Термостат защиты от перегрева	Да
Механическая система управления	Да

Котел Лемакс Премиум 100 - это мощный и функциональный современный котел. для организации эффективной отопительной системы

Преимуществами данного котла, является два независимо работающих газовых клапана 820NOVA SIT, наличие системы защиты от перегрева, прерывания тяги, увеличение вторичного и первичного притока воздуха, максимальный КПД за счет увеличения площади теплообмена. Представленное оборудование способно производительно работать продолжительное время.

Котел Viessmann Vitogas 100-F производства Германия, безопасен и надежен в эксплуатации. Оборудование отличается высокими показателями эффективности работы и при этом потребляет минимальное количество топлива. «В таблице 4.2» представлена техническая характеристика котла Viessmann Vitogas 100-F.

Таблица 4.2 – Технические характеристики котла Viessmann Vitogas 100-F

Характеристика	Показатели
Максимальная мощность, кВт	108
Максимальное давление отопительного контура , Атм	6
Максимальный расход природного газа, $м^3/ч$	12,42
Номинальное давление природного газа, мбар	25
Габариты (ВхШхГ), см	114х133х106
Вес, кг	533
Термостат защиты от перегрева	Да
Частота тока, Вт	50
Напряжение, В	220
Материал теплообменника	Чугун

Преимущества данного котла, является атмосферный низкотемпературный газовый водогрейный котел, высокая экологичность при сгорании топлива, низкое потребление энергии, универсальная возможность установки благодаря компактным размерам.

Бизон NO - индустриальные стальные котлы, предназначены для организаций котельных пунктов центрального отопления большой мощности. Обладают высоким КПД и низким процентом выбросов NO и CO2, что достигаются благодаря специальной конструкции теплообменника в камере сгорания с тремя газоходами. «В таблице 4.3» представлена техническая характеристика котла Бизон NO.

Таблица 4.3 – Технические характеристики котла Бизон NO

Характеристика	Показатели
Максимальная мощность, кВт	109
Макс. давление в контуре отопления, бар	5
Макс. температура системы отопления, °С	90
Габариты (ВхШхГ), см	103х75х120
Вес, кг	258
Термостат защиты от перегрева	Да
Частота тока, Вт	50
Напряжение, В	220
КПД, %	91,7

Преимуществами котла Бизон NO является, возможность работы на газовом и дизельном топливе, стальной трехходовой теплообменник, возможность приготовления горячей воды в дополнительном накопительном бойлере, КПД до 91,7%, легкий доступ для осмотра и обслуживания.

Котел ИК-01 - водогрейный котел, главными преимуществами котлов является их высокий КПД, удобство и универсальность в использовании. Кроме того, стоит отметить, что затраты на покупку и монтаж оборудования окупаются достаточно быстро. «В таблице 4.4» представлена техническая характеристика котла ИК-01.

Таблица 4.4 - Технические характеристики котла ИК-01

Характеристики	Показатели
Номинальное давление природного газа, кПа	2,0
Рабочее давление воды в котле, мПа	До 0,3
Температура воды, °С: на выходе	+95°С

Продолжение таблицы 4.4

Максимальный расход газа, $м^3$/ч	12
Теплопроизводительность, кВт	100
Отапливаемый объем помещения,$м^3$, не более	3000
Разряжение за котлом, Па не более	25
Температура уходящих газов, °С	150
Емкость водяной полости теплообменника, литр	170
Масса котла, кг не более	380
Длина, мм	600
Ширина, мм	600
Высота, мм	1950

Плюсами котлов ИК-01 является: удобство в эксплуатации; максимальная автоматизация; высокий уровень КПД; надежность; простота монтажа; доступное используемое топливо.

Таким образом, после просмотра и изучение преимуществ небольшого количества котлов мощностью 100кВт, мною было принято решение выбрать котел ИК-01. Котел ИК-01 подходит по всем показателям и его стоимость в разы меньше остальных, поэтому затраты на покупку и монтаж оборудования окупаются достаточно быстро

4.2.2 Выбор деаэратора

Деаэратор – техническое устройство, реализующее процесс деаэрации некоторой жидкости (обычно воды или жидкого топлива), то есть её очистки от присутствующих в ней нежелательных газовых примесей. Двухступенчатые деаэраторы атмосферного давления серии ДА, предназначены для удаления коррозионно-агрессивных газов из питательной воды паровых котлов.

Выбираем деаэратор атмосферного давления ДА-15/4 исходя из требуемой производительности в 8,7 т/ч для питательного деаэратора, и деаэратор ДА5/2 для подпиточного с требуемой производительностью 4,14 т/ч.

Таблица 4.5 Характеристики деаэратора

Модель	Номинальная производительность, т/ч	Рабочее избыточное давление, МПа	Температура воды, С	Диапазон производительности, т/ч	Допустимое повышение давления, МПа
ДА15/4	15	0,02	104,25	4,5-18	0,166
ДА-5/2	5	0,02	104,25	1,5-6	0,166

4.2.3 Выбор насосов

Насосы выбираются по производительности и давлению из каталогов. Давление рассчитывается как сумма линейных и местных сопротивлений на пути движения воды, геометрической разности уровней воды в аппаратах и разности избыточных давлений в аппаратах, между которыми установлен насос.

Таблица 4.6 Характеристики насосов

Наименование насоса	Вид насоса	Расчетная произв. т/ч	Модель	Произв. насоса т/ч	Напор, м	КПД
WILO	под.	8,7	Wilo Economy MHI 203	8,7	32	72,2
WILO	резер.	4,14	Wilo Economy MHI 203	4,14	32	66,5

4.2.4 Выбор бака-аккумулятора

Основная функция агрегата – аккумулирование избыточного тепла, дальнейшее распределение его в то время, когда загрузка котла топливом прекращена, работа его приостановлена.

Для создания резерва подпиточной воды тепловых сетей устанавливают баки-аккумуляторы. Емкость баков для закрытых тепловых сетей выбирается из расчета 20-минутной производительности подпиточного деаэратора.

$$V_{б.а} = G_д \cdot \frac{20}{60} = 3{,}718 \cdot \frac{20}{60} = 1{,}23 \text{ м}^3/(20 \text{ мин}). \quad (4.1)$$

Устанавливаем бак БА – 1,6.

Таблица 4.7 Технические характеристики баков БА – 1,6.

Объем резервуара, $м^3$	Высота с опорами, мм	Внутренний диаметр, мм	Масса, кг
1,6	2055	1060	290

Система отопления с теплоаккумулятором обеспечивает бесперебойное снабжение радиаторов горячим теплоносителем.

5 АВТОМАТИЗАЦИЯ КОТЕЛЬНОЙ, ПЕРЕВОД В РЕЖИМ БЕЗ ПОСТОЯННОГО ПРИСУТСТВИЯ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА

5.1 Краткое описание выполняемых работ

1. Объем работ по наладке схем автоматической защиты и сигнализации:

- ознакомление с газопотребляющей установкой, регламентом технического процесса и проектной документации;
- проверка выполнения монтажных работ в соответствии с требованиями проектной документации и СНиП “Элетротехнические устройства”, “Системы автоматизации”;
- составление ведомости дефектов и контроль за их устранением;
- ревизия сигнализаторов и всех элементов схем автоматической защиты, сигнализации и управления реле, ключей, пускателей, сигнальной аппаратуры исполнительных механизмов и прочие.
- настройка сигнализаторов и сигнальных устройств измерительных приборов на заданные значения контролируемых параметров;
- включение схем в работу и опробование в эксплуатационных условиях;
- составление и оформление программы испытаний;
- проведение испытаний схем по каждому контролируемому параметру или функциональному значению;
- составление инструкции по обслуживания и эксплуатации схем автоматической защиты и сигнализации;
- оформление акта испытаний и сдача в эксплуатацию.

2. Объем работ по наладке автоматических систем регулирования.

- ознакомление с технологической установкой и регламентом технологического процесса;

- проверка выполнения монтажных работ в соответствии с требованиями
- проектной документации;
- рассмотрение и анализ проектной документации;
- составление ведомости дефектов и контроль за их устранением;
- ревизия аппаратуры, снятие характеристик первичных преобразователей, регулирующих приборов в лабораторных условиях и сопоставление полученных данных с их паспортными техническими характеристиками;
- ревизия исполнительных механизмов, регулирующих органов и кинематических схем их сочленения;
- составление и оформление программ испытания систем автоматического регулирования;
- включение систем автоматического регулирования в работу и анализ качеств регулирования при стационарных и переменных режимах работы оборудования;
- корректировка настроек регуляторов с целью получения оптимальных процессов регулирования;
- проведение испытаний систем автоматического регулирования в регулируемом диапазоне нагрузок в соответствии с программой испытаний;
- оформление акта испытаний и сдача систем автоматического регулирования в эксплуатацию;
- составление технического отчета, включающего приемно-сдаточную документацию и рекомендации по эксплуатации и совершенствованию функционирования систем автоматического регулирования.

5.2 Структура систем технологической защиты

Системы технологической защиты обеспечивают надежное ведение технологического процесса и безаварийную работу газопотребляющего оборудования.

Элементы систем подразделяются на :

- приемные (входные) элементы, воспринимающие входные воздействия;
- промежуточные элементы, обеспечивающие определенную последовательность передачи воздействий приемных элементов на исполнительные;
- исполнительные элементы, воздействующие на внешние объекты.

Система автоматической защиты газопотребляющего оборудования должна предусматривать отключение подачи топлива при отклонении одного из нижеследующих параметров за допустимые пределы:

- погасание факела горелки;
- понижение уровня воды в подающем трубопроводе;
- повышение уровня воды в подающем трубопроводе;
- загазованность помещения;
- остановка подпиточного насоса.

Отключение топлива должно производиться без выдержки времени при пропадании напряжения, погасания факела горелки, отключение по остальным параметрам производится с выдержкой времени согласно карты параметров настройки автоматики безопасности, выдаваемой предприятием-заказчиком.

При отключении какого-либо контролируемого параметра подается звуковая и световая сигнализация, указывающая, какой из технологических параметров вышел за допустимый предел.

5.3 Основные технические требования, предъявляемые к системам защиты и аварийной сигнализации

В связи с довольно быстрым протеканием технологического процесса в газопотребляющих установках и повышенной опасностью их эксплуатации на системе защиты и аварийной сигнализации накладываются требования в их повышенной надежности, безопасной работы и быстродействия.

Первичные преобразователи (сигнализаторы) и элементы схем должны соответствовать проекту и отвечать паспортным техническим требованиям; их

настройка должна соответствовать значениям, указанным в карте параметров настройки автоматики безопасности. Системы должны быть оборудованы элементами проверки световой и звуковой сигнализации, запоминанием первопричины остановки оборудования. При съеме звукового сигнала, световая сигнализация параметра, отклонившегося за допустимые пределы, должны гореть до восстановления параметра на номинальное значение.

5.4 Проверка функционирования и испытания систем технологической защиты и аварийной сигнализации

Проверка функционирования систем производится на отключенной по топливу газоиспользующей установке в следующей последовательности:

- системы приводятся в рабочее состояние;
- нажатием на соответствующие органы оперативного управления проверяется исправность цепей звуковой и световой сигнализации;
- проверить срабатывание клапана-отсекателя газа от кнопки (ключа) “аварийный останов” и снятие напряжения;
- замыкание (размыкание) контактов сигнализаторов проверить срабатывание звуковой и световой сигнализации и клапана-отсекателя по каждому параметру, фиксируя время отсечки по параметрам, для которых предусмотрена выдержка времени;
- имитация параметров проверить фактическую настройку первичных преобразователей, сигнализаторов.

Испытания проводятся с целью проверки работоспособности и надежности систем на работающей газоиспользующей установке согласно программы испытания по каждому контролируемому параметру.

Допускается производить останов газопотребляющей установки (отсечку газа) не по всем контролируемым параметрам, а только от кнопки аварийного

останова. При проверке остальных параметров молоток аварийной отсечки клапана-отсекателя разрешается не взводить.

Результаты испытаний оформляются актом испытания предупредительной сигнализации и автоматики безопасности.

5.5 Комплектность

Схемы автоматической защиты и сигнализации котельных агрегатов включают в себя:

1) первичные преобразователи (датчики), преобразующие физическую величину в электрический сигнал и коммутирующие электрические цепи релейной схемы контактных устройств вторичных приборов, контролирующих соответствующий параметр.
2) релейную схему, формирующие выходные световые и звуковые сигналы и сигналы к устройствам прекращения подачи топлива к горелкам.
3) световые табло, информирующие обслуживающий персонал об отключении контролируемых параметров.
4) устройство звуковой сигнализации (сирена и звонок).
5) устройства прекращающие подачу топлива к горелкам (клапаны-отсекатели типа КО,ЗСК или электромагнитные клапаны ПКН).
6) устройства проверки светозвуковой сигнализации и аварийного останова агрегата (кнопки и ключи-переключения). Котельные агрегаты должны быть оборудованы автоматикой безопасности, обеспечивающей прекращение подачи топлива при:
   а) недопустимом отклонении давления топлива перед горелками от заданного;
   б) погасание пламени каждой из работающих горелок;
   в) уменьшение разрежения в топке; снижение давления воздуха перед горелками (при принудительной подаче воздуха);

г) отклонение уровня в барабане котла (у барабанных котлоагрегатов);

д) необходимости оборудования котлов автоматикой, обеспечивающей отклонение газа при нарушении других процессов(параметров).

5.6 Принцип действия

При нормальном режиме работы котла, когда все контролирующие параметры находятся в допустимых пределах, электромагнит удерживающий молоток предохранительного клапана (ПНК), постоянно находится под напряжением. Это также преследует цель аварийной отсечки топлива при исчезновении напряжения в цепях защиты или обрыве цепи катушки электромагнита. При отклонении одного из вышеуказанных параметров за пределы допустимой нормы (аварийное значение) на щите котельного агрегата загорается соответствующее табло с названием нарушенного параметра, срабатывает звуковой сигнал, извещающий персонал о нарушении в работе агрегата.

Если в течение выдержки времени (определяемой технологической картой) вмешательством оперативного персонала не удается восстановить нарушенный параметр, то в релейной схеме формируется сигнал обесточивания катушки электромагнита ПКН и молоток падает, выводя из зацепления рычаги ПНК, который перекрывает доступ топлива к горелкам. На щите загорается табло “котел отключен” и продолжает гореть табло, указывающее первопричину отсечки котла, что достигается устройством “схемы запоминания”. Следует помнить, что при “погасании пламени горелок”, “падение давления газа”, в соответствии с требованиями Госгортехнадзора отсечки топлива происходит мгновенно, без выдержки времени.

При срабатывании защиты и аварийной отсечки топлива следует:

1. Нажатием на кнопку съем звука отключить звуковой сигнал.
2. Перевести ключ управления автоматикой безопасности в положение “защита отключена”.

3. Ориентируюсь по показанию светового табло оперативно принять меря для восстановления нарушенного параметра.
4. Взвести рычаги клапана-отсекателя и открыть доступ топлива к горелкам котла.
5. Разжечь котел в соответствии с производственной инструкцией.
6. После выхода котла на нормальный эксплуатационный режим перевести ключ управления автоматикой безопасности в положение “защита включена”, убедившись, что все параметры находятся в норме и световое табло не горит.
7. Взвести молоток аварийной отсечки, для чего нажать кнопку “аварийный останов”, поднять молоток, завести его в прорезь электромагнита и отпустить кнопку.

Примечание: В случае срочной необходимости /аварийная ситуация/ отсечку топлива можно произвести нажатием на кнопку “аварийный останов”. При этом электромагнит обесточится мгновенно.

6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

6.1 Организация безопасности труда на производстве

Соблюдение администрацией предприятий трудового законодательства, а также норм, правил и инструкций по охране труда контролируют вышестоящие административные органы, государственные инспекции, прокуратура (которая расследует случаи травматизма с тяжелым или смертельным исходом), а также общественность под руководством профсоюзных организаций.

Любой котлоагретат допускается к работе только после освидетельствования инспектором Госгортехнадзора и Госсанинспекции и получения разрешения на ввод в эксплуатацию. В дальнейшем представители Госгортехнадзора периодически освидетельствуют котлоагрегаты. Наружный осмотр проводят не реже 1 раза в год, внутренний— не реже 1 раза в четыре года и гидравлическое испытание— 1 раз в восемь лет.

После больших ремонтных работ проводят внеочередное освидетельствование котла. Результаты освидетельствования, ремонтные работы, указания инспектора Госгортехнадзора заносят в паспорт котла, хранящегося у начальника котельной.

Для нормальной эксплуатации котельных установок нужен прежде всего квалифицированный, хорошо обученный обслуживающий персонал. К, обслуживанию котельных установок допускают рабочих, сдавших экзамен и получивших удостоверение на право обслуживания котла.

К обслуживанию котла могут быть допущены лица, достигшие 18-летнего возраста и прошедшие медицинское освидетельствование. Лица, принимаемые на работу, должны пройти вводный инструктаж по технике безопасности, а также инструктаж на рабочем месте.

Если замечено применение опасных приемов работы, инженерно технические работники проводят повседневный инструктаж.

Периодический инструктаж проводят не реже 1 раза в полгода для закрепления рабочим знаний техники безопасности. Дополнительный инструктаж — после несчастного случая.

Аттестацию обслуживающего персонала котельных проводят постоянно действующие квалификационные комиссии, организованные при специализированных профессионально-технических училищах, учебных комбинатах и других учебных заведениях. Проведение аттестации допускается также на предприятиях и в организациях, располагающих необходимыми условиями и специалистами, по согласованию с местными органами Госгортехнадзора. Участие представителя местного органа Госгортехнадзора в работе квалификационных комиссий по аттестации обслуживающего персонала обязательно.

При переводе персонала на обслуживание котлов, работающих на газообразном топливе, знания проверяют в порядке, установленном правилами безопасности в газовом хозяйстве.

Линейный персонал пусконаладочных организаций да выезда на объект производства работ проходит соответствующую аттестацию у себя на предприятии.

Обязанности персонала котельных, его действия при включении и выключении котлов и во время пуска и эксплуатации определяются инструкцией. В котельных, работающих на газе, к инструкции прилагают схему газопроводов, на которой указывают расположение всех отключающих устройств и их нумерацию.

Повышенная внимательность и точность требуются от операторов котельных, работающих на газе, при включении котельной в работу или отдельных котлов в период пробной эксплуатации.

Электродвигатели и пусковая аппаратура к вытяжным вентиляторам котельных должны быть взрывобезопасными, а конструкция вытяжных

вентиляторов исключать возможность искрообразования. К электродвигателям насосов, дымососов и дутьевых вентиляторов такие требования не предъявляются.

Одним из требований техники безопасности является наличие проверенных и исправно действующих контрольно-измерительных приборов, предохранительных и водоуказательных устройств, водозапорной и продувочной арматуры. Правильное пользование этими приборами и аппаратурой в значительной степени обеспечивает нормальную эксплуатацию котельной.

Работы, связанные с отысканием и ликвидацией мест утечек газа, относят к категории газоопасных и выполняют их слесари высокой квалификации под руководством лица, ответственного за подготовку и проведение этих работ.

Котельные должны быть обеспечены рабочим и аварийным электрическим освещением в соответствии с Правилами устройства электроустановок. Рабочее освещение во всех помещениях, на рабочих местах, площадках, в проходах, на лестничных клетках, в туннелях и на открытой территории должно соответствовать действующим нормам. Аварийное освещение должно обеспечивать беспрепятственное наблюдение за показаниями контрольно-измерительных приборов, состоянием оборудования и коммуникаций, а также возможность необходимых переключений при аварийных ситуациях. Аварийное освещение предусматривают на всех лестницах, переходах и площадках котельной.

Светильники аварийного освещения отличаются от светильников рабочего освещения по типу, знакам или по окраске.

Переносные ручные светильники ремонтного освещения должны питаться от сети напряжением не выше 36 В. В особо неблагоприятных условиях, где опасность поражения электрическим током усугубляется теснотой, повышенной влажностью, соприкосновением с большими металлическими, хорошо заземленными поверхностями, напряжение питания ручных светильников должно быть не выше 12 В. Переносные светильники должны иметь зашитую сетку и исправный шланговый провод.

Все проходы, входы и выходы, расположенные внутри котельной, и проезды, примыкающие к территории котельной, должны быть хорошо освещены, свободны и безопасны для движения пешеходов и транспорта.

Открытие токоведущие части, расположенные на высоте менее 3,5 м, ограживают.

Металлические ограждения, оборудование и подъемно-транспортные устройства заземляют. Каждый электродвигатель, помимо устройства пуска и остановок, снабжают отключающими приспособлениями для полного снятия напряжения на время ремонта и наладки оборудования и механизмов, с которыми совместно работают электродвигатели.

6.2 Опасные и вредные производственные факторы, методы и средства защиты

В котельной установлено оборудование, в котором проникающие процессы характеризуются высокой температурой и избыточным давлением (котлы, подогреватели, теплопроводы), а также электросиловое оборудование (газовые горелки, циркуляционные насосы, щит управления).

Задачи охраны труда свести к минимуму вероятности поражения и заболевания работников с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда.

Анализируя условия работы в котельной, убеждаемся, что существует ряд вредных и опасных факторов. В процессе эксплуатации трубопроводов систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения также могут возникнуть ситуации, обусловленные наличием опасных факторов.

Наиболее характерными опасными факторами при обслуживании котельной являются:

1. Вероятность взрыва газовоздушной смеси при розжиге, останове или эксплуатации котла.

2. Возможность разрушения оборудования при превышении давления в нем выше допустимого.
3. Возможность термического ожога от горячих поверхностей оборудования, теплопроводов, арматуры.
4. Вероятность получения электрических травм в случае повреждения изоляции электрооборудования.
5. Вероятность получения механических травм при отсутствии соответствующих ограждений вращающихся частей оборудования.

К производственным вредностям при работе в котельной относятся: избыточные тепловыделения оборудования; повышенный уровень шума и вибрации; нерациональное освещение в помещениях котельной.

По обеспечению взрывобезопасности предусмотрены устройства технической защиты котла и контрольно- измерительные приборы.

Во избежание взрыва котла и разрушения газоходов применяют следующие меры:

- осуществляется контроль на пульте управления котла с установкой звуковой и световой сигнализации;
- производится вентилирование топки и газоходов перед пуском котла и газоходов после остановки котла в соответствии с правилами эксплуатации;
- устанавливается взрывной клапан на газоходе;
- устанавливается автоматика на линии, подающей воду в котел, чтобы при падении давления в магистрали производилось автоматическое отключение котла;

своевременно производятся текущие и капитальные ремонты;

Для безопасности теплового оборудования при повышении давления предусматривается установка предохранительных клапанов, производится контроль качества питательной воды, питание котлов по двум независимым линиям, проведение испытаний котла и капитальных ремонтов.

Предохранительные клапаны, устанавливаемые на агрегатах и резервуарах, отрегулированы на срабатывание при превышении рабочего давления на 10 %. Под воздействием давления клапан открывается и выпускает избыток давления в атмосферу. Как только давление в агрегате достигает рабочего значения-клапан автоматически закрывается.

Помещение котельной должно быть обеспечено средствами пожаротушения по нормам пожарного надзора. В помещении котельной устанавливается противопожарный щит с противопожарным оборудованием (огнетушитель ОХВП-10, лопата, ведро, ящик с песком).

Помещение нельзя загораждать какими-либо материалами или инструментами, а все проходы и выходы из помещения должны быть свободными.

Для контроля уровня загазованности в помещении котельной предусматривается система аварийного отключения газа СГГ1 с отсекающим электромагнитным клапаном КЭГ-50, установленным на вводе газа в котельную. В целях контроля за содержание окиси углерода в помещении котельной устанавливается датчик сигнализатора СОУ-1, производства ФГУН “СПО Аналитприбор” г. Смоленск, соответствующий РД-12-341-0012.

Наблюдение за работой котлов ведется с телефонизированного диспетчерского пункта обслуживающим персоналом круглосуточно.

6.3 Обеспечение безопасной эксплуатации системы автоматики

В связи с довольно быстрым протеканием технологического процесса в газопотребляющих установках и повышенной опасностью их эксплуатации на системе защиты и аварийной сигнализации накладываются требования в их повышенной надежности, безотказной работы и быстродействия.

Первичные преобразователи(сигнализаторы) и элементы схем должны соответствовать и отвечать паспортным техническим требованиям; их настройка должна соответствовать значениям, указанным в карте параметров настройки

автоматики безопасности. Системы должны быть оборудованы элементами проверки световой и звуковой сигнализации, запоминанием первопричины остановки оборудования. При съеме звукового сигнала, световая сигнализация параметра, отклонившегося за допустимые пределы, должны гореть до восстановления параметра на номинальное значение.

При нормальном режиме работы котла, когда все контролирующие параметры находятся в допустимых пределах, электромагнит удерживающий молоток предохранительного клапана (ПНК), постоянно находится под напряжением. Это также преследует цель аварийной отсечки топлива при исчезновении напряжения в цепях защиты или при обрыве цепи катушки электромагнита. При отключении одного из вышеуказанных параметров за пределы допустимой нормы (аварийное значение) на щите котельного агрегата загорается соответствующее табло с названием нарушенного параметра, срабатывает звуковой сигнал, извещающий персонал о нарушении в работе агрегата.

Если в течение выдержки времени вмешательством оперативного персонала не удается восстановить нарушенный параметр, то в релейной схеме формируется сигнал обесточивания катушки электромагнита ПНК и молоток падает, выводя из зацепления рычаги ПНК, который перекрывает доступ топлива к горелкам. На щите загорается табло “котел отключен” и продолжает гореть табло, указывающее первопричину отсечки котла, что достигается устройством “схемы запоминание”.

При срабатывании защиты и аварийной отсечки топлива следует:

1. Нажатием на кнопку “съем звука” отключить звуковой сигнал.
2. Перевести ключ управления автоматикой безопасности в положение “защита отключена.
3. Ориентируясь по показаниям светового табло оперативно принять меры для восстановления нарушенного параметра.
4. Взвести рычаги клапана-отсекателя и открыть доступ топлива к горелкам котла.

5. Разжечь котел в соответствии с производственной инструкцией.
6. После выхода котла на нормальный эксплуатационный режим перевести ключ управления автоматикой безопасности в положение “защита включена”, убедившись, что все параметры находятся в норме и световое табло не горит.

Обслуживание состоит в периодическом осмотре элементов автоматики безопасности, в выполнении профилактических мероприятий, устранении замеченных неисправностей и проведении испытаний. При обслуживании следует руководствоваться следующими основными требованиями:

1. Обязанности оперативного персонала:

а) при приеме смены нажатием на соответствующие кнопки проверить исправность цепей звуковой сигнализации, ламп в сетевых табло

б) при приеме смены проверить цепь аварийной остановки котла, для чего, приняв меры против отсечки топлива на котел, нажать на кнопку “аварийный останов”.

в) не допускать посторонних лиц к щиту управления и элементам автоматики.

г) категорически запрещается эксплуатировать котельные агрегаты с отключенной автоматической защитой и сигнализацией, вмешиваться в работу схем, менять настроечные данные у датчиков и приборов.

д) все неисправности в работе схем защиты и сигнализации вносить в специальный журнал и своевременно извещать об этом дежурный персонал работников КИПиА.

2. Обязанности дежурного персонала работников КИПиА:

а) Своевременно реагировать на замечания о работе схем защиты и сигнализации оперативного персонала;

б) Ежедневно проверять исправность цепей звуковой сигнализации и ламп в световых табло;

в) Регулярно, раз в месяц, (если не предусмотрены другие сроки) проверять.

Контроль содержания оксида углерода (CO) осуществляется сигнализатором СОУ-1. На вводе газопровода устанавливается электромагнитный клапан, отключающий газ при повышении концентрации CH4 выше 10% НКПР и CO выше 100 мг/м^3.

Блок автоматизации котельной выполняет функции:

- Отключение газа при повышении давления воды в системе отопления выше 0,3 МПа и температуры выше 95˚С.

Аварийная ситуация котельной передается дежурному персоналу ООО “Альшеевские тепловые сети”, при помощи автодозвонной системой безопасности Гранит-4А при:

- повышении загазованности помещения выше 100 мг/м^3 по оксиду углерода и 10% НКПР по метану;
- отключение от норм по давлению и температуре в системе отопления;
- пожаре;
- несанкционированном проникновение в котельную;
- отключении электроэнергии.

6.4 Экологичность

В производственных помещениях должны поддерживаться нормальные санитарно-гигиенические условия (температура, влажность и чистота воздуха). В данном помещении проходы, рабочие места и лестничные площадки необходимо содержать в чистоте, не допуская загромождения рабочих мест и проходов оборудованием.

Поверхность пола, стен и потолков должны удовлетворять гигиеническим и эксплуатационным требованиям. Для обеспечения безопасных условий труда, работоспособности человека окружающая среда полагается соответствовать установленным санитарно-гигиеническим нормативам.

Требуемое состояние окружающей среды производственных помещений обеспечивается проведением комплекса мероприятий, которые можно разделить на следующие группы:

- организация технологического процесса, обеспечивающая минимум выделения вредностей в рабочей зоне;
- автоматизация производственных процессов, дистанционное управление ими;
- борьба с выделением вредностей в источнике их возникновения;
- применение средств индивидуальной защиты.

Хорошо известно, что ресурсы, неиспользованные по прямому назначению, или их избыток, не участвующий в технологических процессах, рано или поздно становятся отходами и загрязняют окружающую среду. Очевидно, что более рациональное использование ресурсов повышает экологичность топливосжигающей установки и одновременно повышает экономичность работы установки, поэтому экологичность котельных установок непосредственно связана с их экономичностью или, говоря другими словами, экологичность и экономичность являются «двумя сторонами одной медали».

Не последняя роль в обеспечении экологической чистоты котельного комплекса принадлежит организации сгорания углеводородного топлива в топке котла, которая, в свою очередь, определяется не только видом сжигаемого топлива и технологией его подготовки к процессу горения, но и конструктивным исполнением топливной и воздухоподающей систем котельного комплекса, обеспечивающим качественно-количественные характеристики компонентов и их соотношение в подаваемой на горение горючей смеси, степень равномерного распределения топлива по объему воздуха, параметры топочного факела (длина, ширина, объем, светимость и др.) и, в конечном итоге, полноту и качество процесса сгорания.

Значительное место по выбросам окиси углерода (CO) занимают отопительные котельные, работающие на твердом и жидком топливе. Природный газ

по вредным выбросам и по токсичности является наиболее экологически чистым топливом. Поэтому в данной котельной выбраны следующие направления борьбы с загрязнением приземной атмосферы:

1. Оснащение котельной котлами, работающими на природном осушенном газе.
2. Рассеивание загрязнителей в атмосферном воздухе, установкой дымовой трубы, соответствующей высоты.

Диаметр Д = 273 мм и высота Н = 16м дымовой трубы подобраны по условиям рассеивания в атмосферном воздухе вредных веществ и соответствует норме.

7 ТЕХНИКО-ЭКНОМИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЕ

Оценка качества принятого в вкр технического решения производится на основе анализа ее технико-экономических показателей, в число которых входят технологические и экономические показатели.

К основным техническим показателям, определяемым в экономической части проекта, относятся: установленная мощность котельной, расходы топлива и др. Здесь рассчитывается и режимный показатель - число часов использования установленной мощности котельной.

Важнейшим экономическим показателем, определяемым в дипломном проекте, является себестоимость отпущенной теплоты

Годовой расход тепла на отопление определяется по формуле

$$Q_{о\ год} = 24 \cdot Q_{о\ ср} \cdot n\ , \qquad (7.1)$$

$$Q_{о\ ср} = Q_о \cdot (t_{вн} - t_{ср.о}) / \cdot (t_{вн} - t_{р.о}), \qquad (7.2)$$

где n – продолжительность отопительного периода, суток

$t_{вн}$ – усредненная расчетная температура внутри отапливаемых помещений, ˚С;

$t_{ср.о}$ - средняя температура наружного воздуха за рассматриваемы период для данной местности, ˚С;

$t_{р.о}$ - расчетная температура наружного воздуха для отопления, ˚С;

$Q_{о\ ср}$ – среднечасовой расход тепла за отопительный период на отопление, Гкал/час.

$$Q_{о\ ср} = 0{,}169 \cdot \frac{18 - (-5)}{18 - (-35)} = 0{,}073 \text{ Гкал/час}$$

$$Q_{о\ год} = 24 \cdot 0{,}073 \cdot 211 = 369{,}67 \text{ Гкал/год}$$

Годовой расход тепла на вентиляцию определяется по формуле

$$Q_{в\ год} = 16 \cdot Q_{в\ ср} \cdot n, \qquad (7.3)$$

$$Q_{в\ ср} = Q_в \cdot (t_{вн} - t_{ср.о}) / \cdot (t_{вн} - t_{ср.в}), \qquad (7.4)$$

где $t_{вн}$ – усредненная расчетная температура внутри отапливаемых помещений, ˚С;

$Q_{в\ ср}$ – среднечасовой расход тепла на вентиляцию, Гкал/час.

$$Q_{в\ ср} = 0{,}041 \cdot \frac{18 - (-5)}{18 - (-35)} = 0{,}026, \text{ Гкал/час}$$

$$Q_{в\ год} = 16 \cdot 0{,}026 \cdot 211 = 87{,}77, \text{ Гкал/год}$$

Годовой расход тепла на горячее водоснабжение определяется по формуле

$$Q_{гвс\ год} = (24 \cdot Q_{гвс.ср.з.} \cdot n) + (24 \cdot Q_{гвс.ср.л.} \cdot (365 - n), \qquad (7.5)$$

где $Q_{гвс.ср.з}$ – среднечасовой расход тепла на горячее водоснабжение в зимний период, рассчитывается по формуле(7.6)

$$Q_{гвс.ср.з.} = Q_{гвс.л} - Q_{гвс.ср.л}\ , \qquad (7.6)$$

$Q_{гвс.ср.л}$ - среднечасовой расход тепло на горячее водоснабжение летом, рассчитывается по формуле(7.7)

$$Q_{гвс.ср.л.} = \left[Q_{гвс.л} \cdot (55 - t_{х.л})\right] / (55 - t_{х.л}) \cdot \beta, \qquad (7.7)$$

где β – коэффициент, учитывающий снижение среднечасового расхода воды на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий в летний период по отношению к отопительному, принимается равным 0,8;

$t_{х.л}$ - температура холодной воды, ˚С.

$$Q_{гвс.л} = Q_{гвс} \cdot \left[(365 - n) / 365\right], \qquad (7.8)$$

$$Q_{гвс.л} = 0{,}0137 \cdot \left[(365 - 211) / 365\right] = 0{,}0058, \text{ Гкал/час}$$

$$Q_{гвс.ср.л.} = \frac{\left[0{,}0058 \cdot (55 - 5)\right]}{(55 - 5)} \cdot 0{,}8 = 0{,}0046, \text{ Гкал/час}$$

$$Q_{гвс.ср.з.} = 0{,}0058 - 0{,}0046 = 0{,}0012, \text{ Гкал/час}$$

$$Q_{гвс\ год} = (24 \cdot 0{,}0012 \cdot 211) + (24 \cdot 0{,}0046 \cdot (365 - 211) = 23{,}07, \text{ Гкал/год}$$

Суммарный годовой расход тепла по котельной

$$Q_{\ год\ реал.} = Q_{о\ год} + Q_{в\ год} + Q_{гвс\ год}, \qquad (7.9)$$

$$Q_{\ год\ реал.} = 367{,}67 + 87{,}77 + 23{,}07 = 480{,}51, \text{ Гкал/год}$$

Годовое количество тепла, отпущенное на наружную тепловую сеть

$$Q_{отп.} = Q_{год.реал.} + Q_{п} + Q_{сн}, \qquad (7.10)$$

где $Q_{сн}$ - расход тепла на собственные нужды котельной принимаем равным 1% от $Q_{год.реал.}$, Гкал/год;

$Q_п$ – потери в тепловых сетях, принимаем равными 1,5% от $Q_{год.реал.}$, Гкал/год.

$$Q_{отп.} = 480,51 + 7,2 + 4,8 = 492,51, \text{ Гкал/год}$$

Годовой расход газа:

$$B_{год} = Q_{отп.} \cdot 1000 / h_{ка} \cdot Q_{р.низ}, \quad (7.11)$$

где $h_{ка}$ - коэффициент полезного действия теплоагрегата;

$Q_{р.низ}$ - теплотворная способность топлива низшая, ккал/нм^3.

$$B_{год} = 492,51 \cdot 1000 / (0,87 \cdot 8000) = 70,8, \text{ тыс/м}^3$$

Потребность в условном топливе:

$$B_{усл.год} = Q_{год} \cdot Э, \quad (7.12)$$

где Э – отношение $Q_{р.низ}$ к теплотворной способности 1 кг у.т. = 7000 ккал/кг

$$B_{усл.год} = 0,07 \cdot \left(\frac{8000}{7000}\right) = 0,08, \text{ тыс. т.у.т./год}$$

Удельный расход условного топлива на 1 Гкал/час:

$$q_{усл.} = (B_{усл.год} \cdot 10^6) / Q_{отп.}, \quad (7.13)$$

$$q_{усл.} = \frac{0,08 \cdot 10^6}{492,51} = 162,43, \ кг \ у.т./Гкал$$

Часовой расход топлива на котельную:

$$B_{час.} = (Q_р \cdot 10^6) / (Q_{р.низ.} \cdot h_{ка}), \text{ м}^3/\text{ч} \quad (7.14)$$

$$B_{час.} = \frac{0,22 \cdot 10^6}{8000 \cdot 0,87} = 31,6, \text{м}^3/\text{ч}$$

где Э – отношение $Q_{р.низ}$ к теплотворной способности 1 кг у.т. = 7000 ккал/кг

$$B_{усл.год} = 0,07 \cdot \left(\frac{8000}{7000}\right) = 0,08, \text{ тыс. т.у.т.}$$

Годовые затраты на топливо определяются по формуле:

$$S_т = B_{год} \cdot Ц_т \quad (7.15)$$

$$B_{год} = B_ч \cdot т \quad (7.16)$$

где $B_ч$ - часовой расход топлива, м^3/ч;

т – число часов работы котельной в году, сут.;

$Ц_т$ - цена топлива, м^3/год.

$$B_{год} = 31{,}6 \cdot 8760 = 276816, \quad м^3 / год$$

$$S_т = 276816 \cdot 0{,}55 = 152248{,}8, \quad руб / год$$

Годовые затраты на использованную воду определяются по формуле

$$S_в = q_{год} \cdot Ц_т \qquad (7.17)$$

где $q_{год}$ - годовой расход воды, м^3/год;

$Ц_т$ - цена 1 м^3 воды, руб/м^3.

Годовой расход воды котельной определяется по формуле

$$q_{год} = q_ч \cdot V \cdot m \qquad (7.18)$$

где $q_ч$ – часовой расход воды котельной, принимается равным 0,5 - 2% от объема системы, при закрытой системе теплоснабжения, м3 /ч;

V – объем системы, 100 м^3.

$$q_{год} = 0{,}005 \cdot 100 \cdot 8760 = 4380 \quad м^3 / год$$

$$S_в = 4380 \cdot 25 = 109500 \quad руб / год$$

Годовые затраты на электроэнергию определяются по формуле

$$S_э = Э_{год} \cdot Ц_э \qquad (7.19)$$

где $Э_{год}$ - годовой расход электроэнергии, $кВт \cdot ч / год$

$Ц_э$ - цена 1 кВт/ч электроэнергии, руб/кВт·ч

Годовой расход электроэнергии определяются по формуле

$$Э_{год} = N_{уст} \cdot m, \qquad (7.20)$$

где $N_{уст}$ - установленная мощность токоприемников, кВт

$$Э_{год} = 50 \cdot 8760 = 438000, \quad кВт \cdot ч / год$$

$$S_э = 438000 \cdot 0{,}55 = 240900, \quad руб / год$$

Капитальные затраты на сооружение котельной:

$$K_{кот} = к \cdot Q_{ном} \cdot n \qquad (7.21)$$

где к – удельные капитальные вложения для ввода одного котлоагрегата, тыс/ Гкал;

$Q_{ном}$ - номинальная мощность котлоагрегата, МВт;

n - количество котлоагрегатов, шт.

$$K_{кот} = 200 \cdot 0{,}3 \cdot 3 = 180000 \quad руб.$$

Стоимость общестроительных работ и оборудования с монтажом определяется по формуле:

$$K_{стр} = K_{кот} \cdot a_{стр} \tag{7.22}$$

$$K_{об} = K_{кот} \cdot a_{об} \tag{7.23}$$

где $a_{стр}$ - доля стоимости общестроительных работ, $a_{стр} = 0{,}3$

$a_{об}$ - доля стоимости оборудования с монтажом, $a_{об} = 0{,}7$

$$K_{стр} = 180000 \cdot 0{,}3 = 54000 \quad руб.$$

$$K_{об} = 180000 \cdot 0{,}7 = 126000 \quad руб.$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$S_{ам} = \left[\left(a_{м}^{стр} / 100 \cdot K_{стр} \right) + \left(a_{м}^{об} / 100 \cdot K_{об} \right) \right] \tag{7.24}$$

где $a_{м}^{стр}$ - средняя норма амортизации общественных работ, %;

$a_{м}^{об}$ - средняя норма амортизации оборудования с монтажом, %.

$$S_{ам} = \left[\left(3 / 100 \cdot 54000 \right) + \left(7{,}2 / 100 \cdot 126000 \right) \right] = 10692 \quad руб.$$

№	Наименование профессии	Количество по штату работающих, чел.	Заработная плата одного рабочего, руб./мес.	Годовой фонд заработной платы с учетом выплаты премии, руб./год.
1	Мастер	2	1800	64800
2	Оператор	2	1300	46800
3	Слесарь	1	1200	21600
4	Электросварщик	1	1400	25200
5	Итого	6	5700	158400

Прочие суммарные расходы принимаются в среднем 30% затрат на амортизацию, заработную плату;

$$S_{пр} = 0{,}3 \cdot \left(S_{ам} + S_{зп} \right) \tag{7.25}$$

$$S_{пр} = 0{,}3 \cdot \left(10692 + 158400 \right) = 50727{,}6 \quad руб.$$

$$S_{кот} = 152248{,}8 + 240900 + 109500 + 10692 + 158400 + 50727{,}6 = = 722068{,}4 \quad руб.$$

Себестоимость тепловой энергии определяется по формуле:

$$S_{т} = S_{к} / Q_{год}^{отн} \tag{7.26}$$

$$S_m = \frac{722068,4}{491,51} = 1469 \frac{руб}{Гкал}.$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$Э = (S_{тар} - S_m) \cdot Q_{год}^{отн} \quad (7.27)$$

где $S_{тар}$ - тариф на покупную теплоэнергию, $S_{тар} = 2772 \frac{руб}{Гкал}$.

$$Э = (2772 - 1469) \cdot 491,51 = 640437,53 \ \ руб.$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле:

$$T = K_{кот} / Э \quad (7.28)$$

$$T = \frac{722068,8}{640437,53} = 1,12 \ \ года.$$

При проектировании выбор оборудования производился из требований организации, характеристик оборудования и комплектности поставки, степени автоматизации, поэтому сравнение технико-экономических показателей вариантов выбора основного и вспомогательного оборудования не потребовалось.

На проектирование рассматривались следующие варианты основного оборудования:

Тип	Производитель	Мощность, кВт	Стоимость, руб.
“ИК-01”	ООО “ТЭГМО”	100	29700
“ИК-02”	ООО “ТЭГМО”	40	15500

Расчетный тепловой поток необходимый на отопление детского сада и общежития составляет – 283,7 кВт (0,244 Гкал/час.)

Вследствие технических обоснований капитальных затрат обеих котельных принято решение об котельной с 3-мя котлами “ИК-01” со следующими показателями:

Строительный объем котельной – 108 м^3

Годовая выработка тепла – 492,51 Гкал/год

Годовой расход условного топлива – 0,08 тыс. т.у.т./год

Удельный расход условного топлива на 1 Гкал/час - 162,43, $кг \ \ у.т./Гкал$

Годовой расход топлива – 70,8 тыс. $м^3$/год

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работы был произведен расчет отопительной котельной установленной мощностью 300 кВт, по

результатам которого были приняты к установке три водогрейных котла ИК-01, работающих на природном газе.

Рассчитаны тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение.

В выпускной квалификационной работе было дано обоснование и актуальность реконструкции котельной №5 с. Раевский. Было проведено сравнение отечественных и зарубежных технологий. Во второй главе были рассчитаны тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию и ГВС, также был проведен тепловой проверочный расчет котельного агрегата. В третьей главе был произведен расчет и построение температурного графика регулирования тепловой нагрузки на отопление. В четвертой главе был произведен расчет тепловой схемы водогрейной котельной. В пятой главе было произведена автоматизация котельной, перевод в режим без постоянного присутствия обслуживающего персонала. В шестой главе была приведена разработка средств защиты, мероприятий по безопасности жизнедеятельности. В седьмой главе был проведен технико-экономический расчет.

По приведенным выше экономическим расчетам срок окупаемости реконструкции котельной составил 1.12 года, таким образом, срок окупаемости намного меньше 5 лет, что является хорошим показателем, так как целью любого проекта является получение прибыли в кратчайшие сроки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила выполнения электрических схем: ГОСТ 2.702-75: ЕСКД. – Введ. 1977–01–07; переиздан с изменениями 2000–10–01. – Москва. : ИПК Издательство стандартов, 2000. – 23 с.

2. Правила техники безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей: утв. Госэнергонадзором 07.05.1992 / Консультант плюс. – Режим доступа http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_17893.– 28.08.2017.

3. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий: СП 31-110-2003 : СППС. - Введ. 01.01.2004; взамен ВСН 59-88. – Москва.: Промстройпроект, 1994. – 59 с.

4. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д. Л. Файбисовича. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва. : ЭНАС, 2009. – 392 с.

5. Стандарт организации. Порядок оформления работы на правах рукописи: СТО 00493586-005-2018. – Уфа: БГАУ, 2018. – 44 с.

6. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением N 2): СП 131.13330.2012: утв. 30.06.2012: введ. в действие с 01.01.2013. - Москва.: Минстрой России, 2015 – 109 с.

7. Амерханов, Р.А. Проектирование систем энергообеспечения: учебник/Р.А. Амерханов, А.В. Богдан, С.В. Вербицкая [и др.], под ред. Р.А. Амерханова. – 2-е изд., перераб., и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 2010. – 548 с.

8. Астраханцева, И.А. Экономика и управление энергетическими предприятиями. Оценка экономической эффективности инвестиций в энергетические объекты : учебное пособие / И.А. Астраханцева, Л.В. Голованова, М.В. Зубова. – Красноярск : СФУ, 2014. – 422 с.

9. Амерханов Р. А.Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства: учеб. для студ. вузов по агроинженерным спец. / Р. А. Амерханов, А. С. Бессараб, Б. Х. Драганов ; под ред. Б. Х. Драганова. - Москва. : Колос-Пресс, 2002. - 424 с.

10. Амерханов Р. А. Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем: учебник для студ. вузов по направлению "Агроинженерия" : рек. МСХ РФ / Р. А. Амерханов, Г. П. Ерошенко, Е. В. Шелиманова ; под ред. Р. А. Амерханова. - Москва. : Энергоатомиздат, 2008. - 447 с.

11. Анцев И. Б. Основы проектирования внутренних электрических сетей: учебное пособие / И. Б. Анцев, В. Н. Силенко. – Санк-Петербург.: Проспект науки, 2010. – 272 с.

12. Дубинин А.М. Источники и системы теплоснабжения предприятий: учеб.пособие / А. М. Дубинин. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2007. 161 с.

13. Левцев А.П., Ванин А.Г. Проектирование теплоснабжения предприятий: Учеб. пособие. – Саранск: Изд – во Морд. Ун–та, 2000. – 160 с.

14. Мухортова, Е. И. Условные графические и буквенные обозначения наиболее распространенных элементов электрических схем. Справочные материалы для дипломного и курсового проектирования: электронное учебное пособие / Е. И. Мухортова, Д. Е. Валишин. - Уфа: [б. и.], [2011]. - 24 с. - Режим доступа: http://biblio.bsau.ru/ metodic/10528.pdf.

15. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: справочное пособие / Г. И. Стомахина [и др.]; под ред. Г. И. Стомахиной. – Москва. : Пантори, 2003. – 308 с.

16. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – 6 – е изд., перераб. – Москва.: Издательство МЭИ.,1999. – 472 с.: ил.