

Школа Инженерная школа энергетики
 Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
 Отделение школы (НОЦ) НОЦ И.Н.Бутакова

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ КОНДИТЕРСКОЙ ФАБРИКИ ООО «КРАСНАЯ ЗВЕЗДА» Г. ТОМСК

УДК 621.182-182.3:697.34:664.144(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б4Б2	Малихов Сергей Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ	Е.Е. Бульба	к. т. н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	З.С. Завьялова	к.ф.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Н.А. Алексеев	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ	А.М. Антонова	к.т.н., доцент		

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата, указанными в ФГОС ВПО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	<i>Универсальные компетенции</i>
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
	<i>Профессиональные компетенции</i>
P7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать

	опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами на основе АСУТП; использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
	<i>Специальные профессиональные</i>
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа энергетики

Отделение/НОЦ Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль «Промышленная теплоэнергетика»

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель профиля
А.М. Антонова

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б4Б2	Малихову Сергею Александровичу

Тема работы:

Проектирование блочно-модульной котельной для теплоснабжения кондитерской фабрики ООО «Красная звезда» г. Томск	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 13.05.2019 г. №3689/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1 июня 2019 года
--	------------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	В работе будет проведено исследование возможности перевода предприятия с централизованного на автономное теплоснабжение.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Введение2. Описание объекта3. Расчет и подбор основного и вспомогательного оборудования котельной4. Безопасность жизнедеятельности при монтаже блочно-модульной котельной5. Вопросы финансового менеджмента6. Вопросы социальной ответственности

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Компановка корпуса котельной 2. Общий вид котла 3. План котельной 4. Тепловая схема котельной 5. Общий вид котельной
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Доцент ОСГН ШБИП Завьялова З.С.
Социальная ответственность	Ассистент ООД ШБИП, Алексеев Н.А
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	1 декабря 2018года
---	---------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ	Е.Е. Бульба	к.т.н., доцент		01.12.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б4Б2	Малихов Сергей Александрович		01.12.18

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ГВС – горячее водоснабжение;

ШУК – шкаф управления клапанами;

ШУН – шкаф управления насосами;

ШУПТ – шкаф управления подачей топлива;

ШОА – шкаф общекотельной автоматики;

ПУЭ – правила устройства электроустановок;

ГРУ – газораспределительное устройство.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 76 с., 1 рис., 11 табл.,
25 источников.

Ключевые слова: котельная, котел, автономное теплоснабжение, тепловая
схема, кондитерская фабрика.

Цель работы – исследовать возможность перевода предприятия с
централизованного на автономное теплоснабжение.

В процессе исследования проводились: расчет и подбор оборудования
котельной.

В результате исследования было выявлено эффективность перехода на
автономное теплоснабжение.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
ГЛАВА 1. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА.....	11
1.1. КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.....	11
1.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	12
1.3. СОСТАВ ОБОРУДОВАНИЯ ВОДОГРЕЙНОЙ КОТЕЛЬНОЙ И ОПИСАНИЕ ЕЕ РАБОТЫ.....	13
1.4. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	14
1.5. ТЕПЛОВАЯ СХЕМА.....	15
1.6. СНАБЖЕНИЕ ЖИДКИМ ТОПЛИВОМ.....	16
1.7. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ.....	17
1.8. ИЗОЛЯЦИЯ И АНТИКОРРОЗИЙНАЯ ЗАЩИТА.....	21
1.9. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ	21
1.10. АВТОМАТИКА КОТЛА.....	24
1.11. ОБЩЕКОТЕЛЬНАЯ АВТОМАТИКА.....	25
1.12. АВТОМАТИКА БЕЗОПАСНОСТИ.....	28
1.13. АВТОМАТИЧЕСКИЙ УЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ.....	30
1.14. САНТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КОТЕЛЬНОЙ.....	31
1.15. ВОДОПОДГОТОВКА.....	31
ГЛАВА 2. РАСЧЕТ И ПОДБОР ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ.....	34
2.1. РАСЧЕТ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ.....	34
2.2. СОСТАВЛЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА КОТЛА.....	36
2.3. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГАЗОВОЗДУШНОГО ТРАКТА.....	38
2.4. ВЫБОР НАСОСОВ.....	41
3. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ БЛОЧНО- МОДУЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ	46
3.1. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ.....	47
3.2. ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К МОНТАЖУ	48
3.3. МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ.....	49

3.4. НАЛАДКА И ИСПЫТАНИЕ.....	53
ГЛАВА 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	54
4.1. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ...54	
4.2. АНАЛИЗ КОНКУРЕНТНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.....55	
4.3. РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ОТПУСКАЕМОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ...56	
4.4. SWOT-АНАЛИЗ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ.....	60
4.5. ГРАФИК ГАНТА.....	60
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	63
5.1. ВЫЯВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ (ОВПФ).....	63
5.2. РАЗРАБОТКА ИНЖЕНЕРНОГО МЕТОДА ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА ОТ ДЕЙСТВИЯ ОВПФ.....	64
5.3. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ЧЕРЕЗ ДЫМОВУЮ ТРУБУ В АТМОСФЕРУ.....	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	75

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время широкое распространение получили водогрейные и паровые газотрубные котлы малой и средней мощности, обладающие достаточно простой конструкцией и не требующие больших материальных затрат на их монтаж и дальнейшее обслуживание при эксплуатации.

В рамках дипломного проекта будет выполнен проект и подбор оборудования водогрейной котельной предприятия кондитерской фабрики ООО «Красная звезда», расположенной в г. Томск и предназначенной для обеспечения теплом производственных нужд предприятия и теплом систем отопления складов, производственных помещений и административно-бытовых корпусов. На данный момент предприятие снабжается от централизованной системы теплоснабжения, тариф составляет 2152 руб./Гкал. Отказ от централизованного теплоснабжения позволит снизить затраты на тепловую энергию и снизить себестоимость выпускаемой продукции, а также повысит конкурентоспособность фабрики.

В настоящее время оптимальным вариантом решения проблемы является использование модульных котельных.

Современные технологии позволяют осуществить строительство такого объекта как модульная котельная на подготовленные инженерные коммуникации на протяжении нескольких суток. Учитывая тот факт, что все модули проходят заводскую проверку объект сразу может приступить к выполнению своих непосредственных функций без тестовой эксплуатации.

Проектом предусмотрена установка двух котлов типа КВа-1,25 ГМ мощностью 1,25 МВт каждый. Котельная обеспечивается основными энергоносителями, инженерными коммуникациями: природным газом, электроэнергией, водой, имеется отдельный выход дренажной канализации для слива воды из котлов и трубопроводов. Основным топливом для котлов является газ, резервным - дизельное топливо.

ГЛАВА 1. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА

1.1. Климатологические данные

Водогрейная котельная расположена на кондитерской фабрике «Красная звезда» город Томск.

Климатический район – II.

Зона влажности – 2 (нормальная).

По СНиП «Строительная климатология» принимаем:

– среднюю температуру наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92:

$$t_5^{0,92} = -39 \text{ }^\circ\text{C};$$

– среднюю температуру наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92 и 0,98:

$$- t_1^{0,92} = -43 \text{ }^\circ\text{C}; t_1^{0,98} = -44 \text{ }^\circ\text{C};$$

– среднюю температуру отопительного сезона (период со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^\circ\text{C}$): $t_{\text{ср}}^{\text{o.c.}} = -7,9 \text{ }^\circ\text{C}$;

– средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца: $\varphi_{\text{хм}} = 79 \%$;

– продолжительность отопительного периода: $z_{\text{o.п.}} = 233$ суток;

– расчетную скорость ветра для холодного периода, как максимальную из средних скоростей по румбам за январь, повторяемость которой не ниже 16%: $V_{\text{н}} = 2,4 \text{ м/с}$;

– среднюю скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^\circ\text{C}$: $2,4 \text{ м/с}$;

– географическая широта $\gamma = 56^\circ 29'$ с.ш.;

– расчетное барометрическое давление: 1001 гПа .

1.2. Характеристика промышленного предприятия

Рассматриваемая котельная работает на нужды отопления и горячего водоснабжения технологических нужд предприятия кондитерской фабрики ООО «Красная звезда». Основным видом деятельности рассматриваемой кондитерской фабрики является выпуск мармеладных изделий и конфет. От котельной осуществляется отопление производственного и административно-бытового корпусов, пристроек, а также склада хранения сырья. Горячая вода подается на бытовые и технологические нужды фабрики.

Важным фактором, влияющим на сохранение качества кондитерских изделий в процессе хранения, являются температура и относительная влажность воздуха в складе хранения изделий. Их хранят в чистых, вентилируемых помещениях, не имеющих постороннего запаха при температуре около 20 °С и относительной влажности воздуха 70 %.

Теплоноситель для системы отопления помещений фабрики от котельной поступает с температурным графиком 95-70 °С. Теплоснабжение предприятия осуществляется от котельной подающим Т1 и обратным Т2 трубопроводом диаметром Ду100. Горячее водоснабжение бытовых и производственных помещений осуществляется подающим Т3 Ду50 и циркуляционным Т4 трубопроводом Ду32. Вода для ГВС подается с температурой 60 °С. Прокладка тепловой сети и трубопроводов горячего водоснабжения по территории фабрики надземная в одном лотке. Трубы теплоизолированы минеральной ватой.

Система отопления административно-бытовых помещений фабрики двухтрубная с нижней разводкой, радиаторы отопления чугунные. Отопление производственного корпуса фабрики осуществляется от воздушно-отопительных агрегатов и регистров отопления из гладких труб.

Горячая вода от котельной подается с температурой 60 °С и для бытовых и для производственных нужд на водоразборные устройства.

На данный момент предприятие снабжается от централизованной системы теплоснабжения. В рамках дипломного проекта рассмотрим монтаж модульной

котельной установку МКУ-2,5-2 ГМ номинальной мощностью 2,5 МВт в замен теплоснабжения от ТЭЦ. Это позволит снизить затраты тепловую энергию и снизить себестоимость выпускаемой продукции, а также повысит конкурентоспособность фабрики.

1.3. Состав оборудования водогрейной котельной и описание ее работы

Модульная котельная установка МКУ-2,5-2 ГМ номинальной мощностью 2,5 МВт предназначена для организации теплоснабжения в г. Томск. Категория потребителей тепла по надежности теплоснабжения и отпуску тепла – вторая. Котельная без постоянного присутствия обслуживающего персонала. Основное топливо – газ. Резервное – дизельное топливо.

Максимальная тепловая нагрузка:

- на отопление, МВт	1,580;
- на ГВС, МВт	0,500.

Здание котельной состоит из трех транспортабельных модулей типа «блок-контейнер», соединенных вставками. Кровля предусмотрена общая над модульными блоками. Каркас здания – металлический. Здание оборудовано окнами, дверьми, проемами для проводки коммуникаций и естественной вентиляции. К зданию примыкают: металлические газоходы и дымовая труба.

В качестве ограждающих конструкций стен и покрытия приняты трехслойные панели с металлическим обшивками и утеплением «СЕНДВИЧ-БАТТС-С» (для стен), «СЕНДВИЧ-БАТТС-К» (для кровли).

Несущие и ограждающие конструкции крышной котельной имеют предел огнестойкости REI 45 (0,75 ч), предел распространения пламени по конструкции группы РП1 (равным нулю), а кровельное покрытие основного здания под котельной и на расстоянии 2 м от ее стен должно выполняться из материалов группы НГ (негорючие) или защищаться от возгорания бетонной стяжкой толщиной не менее 20 мм.

Внутренние поверхности стен котельной окрашены влагостойкой краской.

В качестве легкобрасываемых конструкций приняты окна котельной общей площадью 10,2 м², что удовлетворяет условию расчёта ЛСК: 0,03 м² на 1 м³ свободного объема помещения.

Предусмотрены две открывающиеся наружу металлические двери с замком и утеплителем из негорючего материала. Выход из котельной предусмотрен непосредственно на кровлю.

Помещение котельной соответствует требованиям, предъявляемым к помещениям котельных:

- в помещении котельной пол должен иметь гидроизоляцию, рассчитанную на высоту залива водой до 10 см.

- чистый пол выполнен из искронеобразующего покрытия.

- входные двери имеют пороги для предотвращения попадания воды за пределы помещения при аварии трубопроводов и устройства для удаления ее в канализацию.

1.4. Основное оборудование

- 1) Котел водогрейный жаротрубный КВа-1,25 ГМ - 2 шт.
- 2) Комбинированная горелка газ/диз.т в комплекте с фильтром-стабилизатором, антивибрационной вставкой, пультом управления Multicalor 170.1 - 2 шт.
- 3) Газоходы металлические и дымовая труба.
- 4) Насос сетевой - 3 шт.
- 5) Насос ГВС - 2 шт.
- 6) Насос подпиточный -2 шт.
- 7) Мембранный расширительный бак - 1 шт.
- 8) Теплообменник ГВС - 2 шт.
- 9) Водоподготовительная установка - 1 компл.
- 10) Расходный бак дизельного топлива - 1 шт.
- 11) Насос для нефтепродуктов - 2 шт.

Основные технические характеристики котла КВа-1,25 ГМ производства ООО «Ижевский котельный завод» приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Основные технические характеристики котла КВа-1,25 ГМ

№	Наименование	размерность	величина
1	Номинальная теплопроизводительность	МВт (Гкал/ч)	1,25 (1,075)
2	Вид топлива	-	пр. газ/диз. т.
3	Максимальная температура нагрета воды	°С	115
4	Температура воды на входе в котел, не менее	%	70
5	Рабочее давление, не более	кг/см ²	6,0
6	КПД котла	%	91,0

1.5. Тепловая схема

Система теплоснабжения – закрытая, одноконтурная, четырехтрубная. Рабочие параметры тепловой сети 95-70 °С. Рабочие параметры сети ГВС 60 °С.

Трубопроводы системы отопления монтируются из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75 и стальных электросварных прямошовных по ГОСТ 10704-76. Трубопроводы системы ГВС монтируются из стальных водогазопроводных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75.

Смонтированные трубопроводы подвергаются гидравлическому испытанию давлением 1,25 рабочего давления.

Для учета выработанной тепловой энергии, предусмотрены узлы учета тепла тепловой сети.

В верхних точках системы предусматриваются воздухоотводчики для выпуска воздуха при заполнении и запуске котельной. В нижних точках системы устанавливаются краны для опорожнения системы.

Сетевые насосы создают циркуляцию воды через котлы и потребителей системы отопления, а также через теплообменники ГВС со стороны греющего теплоносителя. Количество теплоносителя регулируется трехходовым

седельным клапаном BELIMO. Циркуляция воды в системе ГВС осуществляется циркуляционными насосами.

Для регулирования температуры воды подаваемой в теплосеть служит линия подмеса (регулировка осуществляется трёхходовым седельным клапаном BELIMO), которая поддерживает температуру на выходе из котельной в соответствии с температурным графиком 95-70 °С.

Подпитка теплосети осуществляется из хозяйственно-бытового водопровода подпиточными насосами.

Водоподготовка воды сетевой воды осуществляется на натрий-катионитовых фильтрах.

В случае недопустимого повышения давления на выходе воды из котла проектом предусматривается установка предохранительных клапанов на каждом котле.

Горелки поддерживают необходимый температурный режим в котловом контуре и поддерживают температуру воды на входе в котлы не менее 70 °С.

Эксплуатация котельной в различных режимах осуществляется автоматически и вручную в зависимости от температуры наружного воздуха, температуры воды на входе в котлы, давления воды в котле и трубопроводах и визуальным контролем параметров работы всего оборудования и измерительных приборов.

1.6. Снабжение жидким топливом

В качестве резервного топлива в котельной установке используется дизельное топливо. В котельной установлен расходный бак дизельного топлива. Заполнение бака осуществляется с помощью насосов, через фильтры грубой очистки. На вводе дизтоплива в котельную установлен быстродействующий запорный клапан СЕНС ПР-25.

Топливный насос и фильтр тонкой очистки дизтоплива смонтированы непосредственно на горелке. Топливо подводится к горелкам по циркуляционной схеме.

1.7. Газоснабжение

Котлы КВа-1,25 ГМ оборудованы комбинированными горелками (газ/дизтопливо) Multicalor 170/1 РАВ. Горелки двухступенчатые с электроприводом воздушной заслонки и интегрированной системой регулирования воздуха, газа и дизельного топлива с двумя форсунками. Минимальное давление газа перед горелкой 17,4 кПа.

Снабжение котельной газом предусмотрено от существующего газопровода высокого давления $P=0,6-0,58$ МПа. Котлоагрегаты работают на газе среднего давления 50 кПа. Для снижения давления газа с 0,6-0,58 МПа до 0,05 МПа предусмотрена установка газорегуляторного пункта с коммерческим узлом учета расхода газа, расположенного вне здания модульной котельной.

Для поагрегатного учета расхода газа проектом предусмотрена установка турбинных счетчиков СТГ 80-160.

На вводе в котельную устанавливается отсечной электромагнитный клапан КЗГЭМ-УИ-80СД и термозапорный КТЗ 001-80-02.

Автоматическое закрытие отсечного клапана предусматривается:

- при отключении электроэнергии;
- при сигнале загазованности котельной;
- при достижении концентрации по метану 10% НКПР.

Для безопасной работы котлов на газообразном топливе предусмотрены следующие мероприятия:

- котлы оснащены автоматикой безопасности и регулирования;
- на газоходах установлены взрывные клапана;
- в верхней части шиберов, устанавливаемых на газоходах, вырезаны отверстия размером 50x50 мм.

Для продувки газопроводов предусматривается система продувочных газопроводов.

Газопровод прокладывается открыто. При пересечении стен газопровод заключается в футляр.

Топливом для проектируемой котельной является природный газ, который должен соответствовать требованиям ГОСТ 5542-87. Теплота сгорания природного газа – 8000 ккал/м³, плотность – 0,6855 кг/м³.

Проектом реконструкции предусмотрено

-врезка на вводе газопровода среднего давления фланцевого термозапорного клапана КТЗ Ду100 КТЗ-001-100-02, предназначенного для отключения системы при повышении температуры внутреннего воздуха котельной до 80...100 °С (при пожаре). Клапан КТЗ не требует обслуживания, может быть установлен на отм. +3.500 мм;

-установка системы автоматического контроля загазованности САКЗ-М с врезкой в существующий газопровод электромагнитного клапана марки КЗЭГМ-100. САКЗ-М предназначен для непрерывного автоматического контроля содержания топливного газа (метана) и оксида углерода (СО) в воздухе помещения котельной, выдачи сигнализации и перекрытия магистрали при аварийной ситуации;

-подключение горелки вновь устанавливаемого котла тепловой мощностью 3,5 МВт к существующему коллектору Ду 150 мм. Точка подключения - второй фланец существующей задвижки Ду 100 мм. Перед горелкой устанавливается поагрегатный узел учета - счетчик турбинный марки TRZ G400/1,6;

-демонтаж части существующего коллектора Ду150 и переврезка продувочных газопроводов.

Работы на существующем газопроводе среднего давления вести после отключения внутреннего газопровода от газа задвижкой на фасаде, опорожнением от газа и продувкой воздухом до положительного анализа.

Источником газоснабжения котельной является существующий газопровод среднего давления и существующее ГРУ, расположенное в котельной. Коммерческий учет газа осуществляется единым существующим узлом учета газа.

Редуцирование газа до требуемого для работы горелок $P_{\text{раб}}=0,15$ кгс/см² осуществляется регулятором марки РДУК-2Н (В)-100.

Горелка работает в автоматическом режиме, имеет необходимые защиты и срабатывания при отклонении от заданных параметров.

Подвод к горелке Дн 108x4 мм запроектирован из стальных электросварных труб группы В ГОСТ 10705-80* (сортамент ГОСТ 10704-91), изготовленных из стали марки 10 по ГОСТ 1050-88 не менее 2-ой категории (исключить применение труб Дн 108 мм из слитка). Продувочные газопроводы выполнены из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75, изготовленных из стали марки СтЗсп ГОСТ 1050-88*. Соединения труб выполнить на сварке электродами типа Э-42А по ГОСТ9467-75*. Тип и конструкция сварных швов должна соответствовать основному материалу труб и отвечать требованиям ГОСТ 16037-80. Для труб малых диаметров тип сварных швов принять С2, С4; способ сварки ЗП или Р. Углы поворота водогазопроводных труб Ду 20, 25 мм выполнить гнутьем радиусом 3D; электросварных труб отводами 90°.

Для опорожнения и продувки служат 3 существующие свечи Ду 20-40 мм, выведены на фасад котельной. Класс герметичности затворов отключающей арматуры В по ГОСТ 9544-2005. Уплотнение резьбовых соединений выполнено льняной прядью, пропитанной суриком или белилами на натуральной олифе. Уплотнение фланцевых соединений выполнять прокладками из паронита ПМБ ГОСТ 481-80.

Прокладка газопроводов выполнена открыто. Крепление газопроводов производится с помощью хомутов к стенам котельной на кронштейнах, а также на стойках.

Антикоррозийное покрытие газопроводов природного газа и средств крепления - краска для внутренних работ (ГОСТ 30884-2003) в 2 слоя по грунту ГФ-021 (ГОСТ 25129-82) в 2 слоя. Оознавательную окраску газопровода внутри котельной в желтый цвет с предупредительными кольцами красного цвета выполнить по ГОСТ 14202-07.

Контроль выполненных работ включает в себя:

-проверку соответствия трубопроводов проекту и требованиям НТД внешним осмотром и измерениями;

-внешний (визуальный) осмотр сварных стыков - 100%;
-контроль качества нанесения антикоррозийного покрытия металлических газопроводов по ГОСТ 9.602;

-контроль физическими методами (просветкой – γ лучами по ГОСТ 7512) стыковых сварных соединений стального газопровода - 5%, но не менее 1 стыка.

-механические испытания стыковых сварных соединений стальных газопроводов по ГОСТ 6996 в количестве 0,5% от общего числа стыковых соединений, не прошедших контроль физическими методами, но не менее одного свыше 50 мм;

Все испытания стыковых сварных соединений оформляются актами.

-пневматическое испытание внутреннего газопровода P_y 0,3 МПа (до регулятора) производится $R_{исп.}=1,25$ рабочего $=1,25*0,22=2,75$ МПа в течение 1 часа;

$P_{раб}=15$ кПа (после регулятора) производится $R_{исп.}=0,1$ МПа в течение 1 часа.

Если счетчик газа на давлении $P=0,22$ МПа не рассчитан на давление испытания, необходимо установить катушку на его место. Перед пуско-наладочными работами и пуском газа выполнить контрольную опрессовку системы давлением 0,01 МПа в течение 1 часа. Падение давления не должно превышать 0,0006 МПа за 1 ч. Результаты контрольной опрессовки должны записываться в нарядах-допусках на выполнение газоопасных работ (ПБ-12-529-03).

Перед испытанием внутренняя полость труб должна быть очищена от влаги, окалины и других загрязнений продувкой воздухом. Испытательных участков 2, манометры класса точности 0,15 или 0,4.

Применяемое оборудование и материалы соответствуют требованиям нормативно-технической документации, имеют сертификаты соответствия, импортное оборудование - разрешения Ростехнадзора Р.Ф. на применение. Наличие сертификата соответствия и разрешения, а так же срок службы должно отражаться в паспортах на оборудование.

Оборудование и трубопроводы по истечении расчетного ресурса работы подлежат диагностике с целью определения остаточного ресурса с разработкой мероприятий, обеспечивающих безопасную эксплуатацию на весь срок продления жизненного цикла или обоснования необходимости замены. Срок службы стальных газопроводов установлен 40 лет, оборудования - согласно паспортам.

Монтаж и испытания газопровода должна выполнять строительномонтажная организация имеющая свидетельство СРО на право производства работ, в соответствии с требованиями СНиП 42-01-2002 "Газораспределительные системы" и ПБ 12-529-03 "Правил безопасности систем газораспределения и газопотребления". Допускается применение труб, запорной арматуры, сварочных и изоляционных материалов, не предусмотренных настоящим проектом, но допускаемых для применения действующими нормативными документами.

1.8. Изоляция и антикоррозийная защита

Для уменьшения теплопотерь и по технике безопасности предусмотрена тепловая изоляция трубопроводов, газоходов и оборудования. Перед изоляцией трубопроводы покрываются масляно-битумной изоляцией по грунтовке. Неизолированные поверхности трубопроводов окрашиваются.

1.9. Электроснабжение

Котельная по обеспечению надежности электроснабжения относится ко второй категории, с резервным вводом электропитания. Проектом предусмотрена возможность запитки от трансформаторных подстанций двумя кабелями.

Питание электроприемников выполняется от сети 380/220В с глухозаземленной нейтралью.

В качестве вводно-учетного устройства выбран шкаф с ручным переключателем на резервное электропитание. ВРУ на 100А с трехфазным четырехпроводным электросчетчиком с трансформаторами тока на 100/5А. Напряжение силовой сети ~380В, цепей управления ~220В.

Установленная мощность потребителей электроэнергии составляет $P_y=51$ кВт, ток $I_y=92$ А.

Расчетная мощность потребителей электроэнергии составляет $P_p=37$ кВт, ток $I_p=78$ А, когда одновременно работают два котла и все приборы контроля и учета, а именно:

две горелки по 3 кВт; два циркуляционных насоса по 3 кВт; один сетевой насос 11 кВт; один насос ГВС 4 кВт; один насос подпиточный 0,55 кВт; один насос топливоподдачи 0,75 кВт; два воздушно-отопительных агрегата по 0,75 кВт; рабочее освещение 2,25 кВт; наружное освещение 0,75 кВт; розетки собственных нужд 0,5 кВт; шкаф учета тепла 0,1 кВт, все приборы и датчики 0,1 кВт.

В качестве пусковой аппаратуры для электродвигателей горелок и насосов, используются автоматы и пускатели, установленные в шкафах управления ШУК.

Разводка кабелей по котельной выполнена на металлических лотках кабелем ВВГ с медными жилами.

Однофазные групповые сети выполнены трехпроводными, система (TN-S) - фазный, нулевой рабочий и защитный проводники.

Вводы кабелей в электрические машины и аппараты выполнены при помощи вводных устройств. Места ввода уплотнены.

Электрические проводки к двигателям и исполнительным устройствам выполнены в металлорукавах. Металлорукава заземлены.

Проектом предусмотрено устройство сети внутреннего рабочего и наружного освещения напряжением 220В, ремонтного освещения 12В переменного тока.

Для аварийного освещения применить электрические фонари с аккумуляторными батареями или сухими элементами. (СНиП II-35-76* п. 14.15)

Рабочее освещение выполнено светильниками в пылевлагозащитном исполнении с лампами накаливания, тип светильника выбран согласно назначению помещения.

Монтаж светильников выполняется под перекрытием по профилю, на тросе.

В соответствии с ПУЭ 2002, ГОСТ Р 505571-97 все металлические

нетоковедущие части осветительных установок необходимо присоединены к специальной жиле 3-х жильного кабеля.

Управление освещением осуществляется выключателями, установленными у входа в помещение.

Выключатели установлены на высоте 1,5 м от уровня пола, розетки - на высоте 0,8 м.

Проектом предусматривается отключение части светильников в режиме частичного затемнения (светомаскировки) и отключение наружного освещения в режиме полного затемнения согласно СНиП 2.0153-84 и СНиП 2.01.51-90.

В качестве главной заземляющей шины (ГЗШ) следует использовать шину РЕ, выполненную внутри шкафа вводно-учетного.

Главную заземляющую шину в шкафу вводно-учетном соединить (приварить) к трубам теплоносителя, водопровода на вводе их в здание и с металлическими элементами котельной металлической полосой 40x4 мм.

В качестве заземления для системы уравнивания потенциалов, используется стальная полоса 40x4 мм. Система уравнивания потенциалов объединяет между собой:

- внутренний контур заземления;
- защитный проводник N питающей линии;
- главную заземляющую шину, расположенную в шкафу вводно-учетном;
- металлические трубы инженерных коммуникаций (трубы водоснабжения, отопления, ГВС);
- металлические конструкции, технологического оборудования;
- металлические корпуса щитов, электрооборудования и осветительной арматуры.

Нулевые защитные проводники соединены на шине защитного заземления с помощью болтового соединения, причем под каждый болт присоединяется только один проводник.

Для защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции электрооборудования проектом предусмотрено устройство сети

зануления (специальная жила в 3-х жильных кабелях) в силовой и осветительных сетях, соединенные с защитным заземлением (устройство внутреннего контура защитного заземления).

Монтаж питающих и распределительных сетей вести в соответствии с СНиП 3.05.06-85, ПУЭ-2002 и ГОСТ Р 50571.15-97.

Условные обозначения приняты согласно ГОСТ 21.614-88.

Организовать эксплуатацию электроустановок котельной согласно «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Эксплуатацию электроустановок должен осуществлять подготовленный электротехнический персонал. У обслуживающего персонала должна быть техническая документация согласно п.1.8.1 правил "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей».

1.10. Автоматика котла

В качестве управляющего устройства горелки котла используется шкаф управления котлом (ШУК) и пульт управления котлом. ШУК обеспечивает выполнение следующих функций:

- контроль температуры и давления воды на выходе из котла;
- автоматический останов котла в аварийных ситуациях, с запоминанием первопричины аварии, подачей светозвукового сигнала и подачей сигнала оператору.

Аварийные ситуации:

- повышение температуры воды на выходе из котла;
- повышение или понижение давления воды на выходе из котла;
- отключение горелки.

Пульт ЕСОМАХ N обеспечивает выполнение следующих функций:

- контроль температуры на выходе из котла;
- автоматическое переключение ступеней горелки, в зависимости от температуры воды на выходе из котла;

- автоматический останов котла при превышении температуры воды.

При повышении температуры воды на выходе из котла термостаты должны срабатывать в следующей последовательности:

- термостат 1-й и 2-й ступени мощности на пульте (переключение со 2 на 1 ступень);
- рабочий термостат на пульте (выключение 1 ступени);
- ТРМ1А шкафа ШУК (авария, выключение горелки и подача сигнала на пульт оператора);
- предохранительный термостат на пульте ECOMAX N (блокировка горелки).

1.11. Общекотельная автоматика

Для управления циркуляционными насосами используется шкаф управления насосами (ШУН). Возможна работа в ручном режиме и автоматическом.

При работе в ручном режиме насосы включаются вручную при помощи кнопок I/O с передней панели шкафа, контроль работы насосов не происходит.

При работе в автоматическом режиме ШУН обеспечивает выполнение следующих функций:

- выбор числа работающих насосов - 1 или 2;
- ротация насосов - переключение рабочего насоса по истечении заданного времени;
- контроль работы насоса по давлению воды на выходе;
- включение резервного насоса при аварийной остановке рабочего, с подачей светозвукового сигнала и сигнала оператору.

Для включения насосов в автоматическом режиме необходимо нажать кнопку ПУСК, для остановки – кнопку СТОП.

Выбор числа работающих насосов и вкл./откл. ротации происходит при помощи переключателей на передней панели.

Возможные режимы работы сведены в таблицу 1.2.

Режимы работы насосов

Число рабочих насосов	Ротация	
	ВКЛ.	ВЫКЛ.
1	Насосы работают по графику 1→2→3→1→... При аварии рабочего насоса включается резервный по порядку, при его отказе включается третий насос.	При пуске включается насос 1. При аварии насоса 1 включается насос 2, при его отказе включается насос 3.
2	Насосы работают по графику 1-2→2-3→3-1→1-2→... При аварии любого рабочего насоса включается резервный.	При пуске включаются насосы 1 и 2. При аварии любого рабочего насоса включается насос 3.

При работе двух насосов сначала происходит включение первого насоса и спустя 5 секунд – второго.

Время ротации задается при помощи реле времени ВЛ-60М1 (КТ1). При этом должен быть выбран режим функционирования – «циклический с импульса».

Аварией насоса считается ситуация, если в течение 30 сек. давление воды на выходе насоса остается ниже порогового значения, задаваемого на электроконтактном манометре.

Для управления другого оборудования котельной используется шкаф общекотельной автоматики (ШОА). Он обеспечивает выполнение следующих функций:

- регулирование температуры воды отопления.

Регулирование температуры воды отопления осуществляется с помощью контроллера ТРМ32, который производит замер температуры наружного воздуха, температуры воды, подаваемой в сеть отопления, контроль температуры обратной воды, поступающей из сети отопления с помощью термометров сопротивления, и

вырабатывает сигналы управления запорно-регулирующим клапаном на линии подмеса погодного регулирования;

- регулирование температуры ГВС осуществляется тем же контроллером ТРМ32: производится замер температуры ГВС термометром сопротивления, контроллер определяет разницу между заданной и текущей температурой ГВС и вырабатывает сигналы для управления запорно-регулирующим клапаном на линии греющего контура ГВС;

- сетевые насосы и насосы ГВС управляются с помощью контроллеров САУ-МП15 по типовой схеме. Контроль работы насосов осуществляется сигнализирующими манометрами по давлению на выходе насосов;

- подпиточные насосы: основной и резервный, внутреннего и внешнего тепловых контуров управляются с помощью контроллера САУ-МП12. Давление на входе циркуляционных и сетевых насосов контролируется с помощью сигнализирующих манометров. При снижении давления воды ниже заданного уровня хоть в одном из контуров контроллер САУ-МП12 включает подпиточный насос. Когда давление воды в обоих контурах достигнет верхнего заданного значения, насос выключается. Работоспособность подпиточного насоса контролируется сигнализирующим манометром по давлению на выходе насоса;

- при отказе рабочего насоса и переходе на резервный происходит подача сигнала оператору.

Для управления подачей жидкого топлива используется шкаф управления подачей топлива (ШУПТ). Возможна работа в ручном режиме и автоматическом.

При работе в ручном режиме насосы включаются вручную, контроль состояния не происходит. Запорный клапан открывается вместе с включением насоса. Уровень топлива в баке не контролируется.

При работе в автоматическом режиме ШУПТ обеспечивает выполнение следующих функций:

- контроль уровня топлива в баке;
- автоматическое включение топливного насоса и открытие запорного клапана при достижении заданного нижнего уровня топлива;

- автоматическое отключение топливного насоса и закрытие запорного клапана при достижении заданного верхнего уровня топлива;
- контроль работы насоса по давлению топлива на выходе;
- включение резервного насоса при аварийной остановке рабочего, с подачей светозвукового сигнала и сигнала оператору;
- остановка насоса, закрытие запорного клапана, подача светозвукового сигнала при достижении аварийного верхнего или аварийного нижнего уровня топлива в баке, подача сигнала об аварии оператору.

1.12. Автоматика безопасности

В качестве основного устройства автоматики безопасности используется система автоматического контроля САКЗ-МКЗ. Она состоит из следующих приборов:

1. Блок БСУ-К
2. Сигнализатор СЗ-2-2Д газа СО
3. Сигнализатор СЗ-1-2Д природного газа
4. Клапан КЗГЭМ-УИ (отсечной клапан)
5. Пульт диспетчерский ПД

САКЗ-МКЗ предназначен для контроля:

а) состояния датчиков аварий технологического оборудования (неисправность насосов, газовых горелок). Сигналы неисправности поступают со шкафов на блок БСУ-К, включается индикатор «АВАРИЯ ТО» на ПД системы и звуковая сигнализация, включается индикатор авария «ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ» на БСУ-К;

б) в случае возникновения в помещении концентрации природного газа и оксида углерода в атмосфере котельной соответствующих сигнальным уровням «Порог 1», включается звуковая сигнализация в БСУ-К и на ПД и в соответствующих сигнализаторах системы и мигание индикаторов ПОРОГ 1 на БСУ-К и ПД;

в) в случае возникновения в помещении концентрации природного газа и оксида углерода в атмосфере котельной соответствующих сигнальным уровням «Порог 2» включается звуковая сигнализация в БСУ-К и в ПД и в соответствующих сигнализаторах системы и мигание индикаторов ПОРОГ 2 на БСУ-К, ПД и закрытие клапана КЗГМ на газопроводе и открытие клапана на газопроводе безопасности;

г) в случае срабатывания датчиков пожарной сигнализации включается звуковая и световая индикация на БСУ-К и на ПД, закрывается клапана КЗГМ (отсечной клапан) на входе газопровода в котельную и открытие продувочного клапана на газопроводе безопасности;

д) при срабатывании датчиков охранной сигнализации, включается индикатор ВЗЛОМ на БСУ-К и на ПД системы и звуковая сигнализация, возврат в исходное состояние при нажатии на кнопку «ЗАДЕРЖКА» после устранения причины срабатывания от сигнала охранной сигнализации;

е) закрытие отсечного клапана на входе газопровода в котельную и открытие клапана продувочного клапана на газопроводе безопасности происходит и при отключении напряжения питания в котельной;

ж) нарушение соединений между элементами системы вызывает также закрытие отсечного клапана на входе газопровода в котельную и открытие клапана продувочного на газопроводе безопасности;

Возврат системы в исходное состояние кнопкой «КОНТРОЛЬ» после устранения причины аварии.

Реакция системы комплексной автоматизации на различные аварийные ситуации приведена в таблице.

Таблица 1.3

Реакция системы комплексной автоматизации на различные аварийные

Сигнал аварии	Управляющий шкаф	Реакция системы			
		Отсечной клапан закрыт	Продувочный клапан открыт	Свето-звуковое оповещение	Сигнал на пульт диспетчера
Авария котла 1	ШУК1			X	X

Авария котла 2	ШУК2			X	X
Авария насосов	ШОА			X	X
Авария насосов	ШУН			X	X
Авария подачи диз. топлива	ШУПТ			X	X
Пожарные датчики	БСУ-К	X	X	X	X
Охранные датчики	БСУ-К			X	X
Газ СО Порог 2	БСУ-К	X	X	X	X
Газ СН4 Порог 2	БСУ-К	X	X	X	X

1.13. Автоматический учет тепловой энергии

Для оперативного контроля за работой оборудования котельной приборами узла учета измеряется:

- расход, давление, температура воды в контуре отопления;
- расход, давление, температура воды в контуре ГВС;
- расход холодной воды.

Автоматический учет вырабатываемой тепловой энергии производится при помощи приборов:

- вычислитель количества тепла ВКТ-7;
- 4 преобразователя расхода ПРЭМ для измерения количества подаваемой и возвращаемой воды в контуре отопления и контуре ГВС;
- 4 датчика давления КРТ9-00-И-С-МС-М20х1,5 для измерения давления подаваемой и возвращаемой воды в контуре отопления и контуре ГВС;
- 4 датчика температуры КТСПр.102 для измерения температуры подаваемой и возвращаемой воды в контуре отопления и контуре ГВС;
- счетчик холодной воды ВСХНд.

1.14. Сантехническая часть котельной

Отопление котельной установки осуществляется за счет тепловыделений от оборудования, газоходов и трубопроводов, а также в период пиков тепловых нагрузок тепловентилятором ТВ 6/12.

Вентиляция естественная приточно-вытяжная, рассчитанной на создание не менее 3 кратного воздухообмена без учета подачи воздуха на горение и удаление теплоизбытков в теплый период года.

Воздух в котельную установку поступает через жалюзийную решетку. Вытяжка из котельного зала осуществляется через дефлектор, регулируемый вручную.

Водоснабжение котельной установки запроектировано от водопроводной сети оборудуется узлом учета и монтируются из труб Ду 50. Расчетный расход составляет 7,68 м³/сут.

Сброс сточных вод в существующую сеть, общий расход составляет не более 2 м³/сут.

Отвод сточных вод от производства осуществляется выпуском КЗ &89.

1.15. Водоподготовка

Технологическая схема водоподготовки существующая, была разработана на основании анализа химического состава исходной воды и требований к подпиточной воде для водогрейных котлов.

Для достижения нормативного уровня по показателям используемой воды в котельной установлена система водоподготовки, состоящая из:

Фильтр тонкой механической очистки;

Автоматическая установка непрерывного действия (натрий-катионирование); 3). Коррекционная обработка воды реагентом HydroChem 140 (обескислороживание); 4). Коррекционная обработка воды реагентом HydroChem 170 (щелочной баланс).

Автоматическая работа водоподготовки осуществляется блоком управления установки. Отвод промывных вод осуществляется в существующий приямок, который расположен в котельном зале.

Заключение по 1 главе

В 1-й главе приведено описание объекта теплоснабжения, климатические данные и характеристика предприятия - кондитерская фабрика «Красная звезда» город Томск.

При строительстве блочно-модульной котельной отдельного капитального сооружения для размещения отопительного оборудования не нужно. Вся конструкция модульных котельных размещается в металлическом блоке, который специально изготавливается для этой цели. Монтаж модульного объекта теплоснабжения под ключ осуществляется в кратчайшие строки. Всё оборудование постройки доставляется на место сборки отдельными блоками, в которые уже вмонтированы все необходимые датчики и электрооборудование. Модули доставляются на место монтажа после того как к объекту подведены все инженерные коммуникации и в кратчайшие строки налаживается его отопление и горячее водоснабжение.

Здание котельной состоит из трех транспортабельных модулей типа «блок-контейнер», соединенных вставками. Кровля предусмотрена общая над модульными блоками. Каркас здания – металлический. Здание оборудовано окнами, дверьми, проемами для проводки коммуникаций и естественной вентиляции. К зданию примыкают: металлические газоходы и дымовая труба.

Проектом предусмотрена установка двух водогрейных жаротрубных котлов типа КВа-1,25 ГМ производства ООО «Ижевский котельный завод» мощностью 1,25 МВт каждый.

Котлы КВа-1,25 ГМ оборудованы комбинированными горелками (газ/дизтопливо) Multicalor 170/1 РАВ. Горелки двухступенчатые с

электроприводом воздушной заслонки и интегрированной системой регулирования воздуха, газа и дизельного топлива с двумя форсунками. Минимальное давление газа перед горелкой 17,4 кПа.

Снабжение котельной газом предусмотрено от существующего газопровода высокого давления $P=0,6-0,58$ МПа. Котлоагрегаты работают на газе среднего давления 50 кПа. Для снижения давления газа с 0,6-0,58 МПа до 0,05 МПа предусмотрена установка газорегуляторного пункта с коммерческим узлом учета расхода газа, расположенного вне здания модульной котельной.

ГЛАВА 2. РАСЧЕТ И ПОДБОР ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ

2.1. Расчет принципиальной тепловой схемы

Тепловая схема котельной обеспечивает следующие условия работы:

- нагрев сетевой воды в котлах 95 °С;
- регулирование температуры воды в подающем и обратном трубопроводе теплосети на выходе из котельной в соответствии с температурным графиком в пределах 95 – 70 °С;
- поддерживать постоянную температуру на горячее водоснабжение равной 60 °С;
- поддерживать температуру воды на входе в котлы в течение всего отопительного периода не ниже 70 °С;
- осуществлять подпитку тепловой сети и сети ГВС;
- осуществлять подготовку воды в соответствии с требованиями, предъявляемыми к качеству сетевой воды;
- учет ресурсов.

Температуру воды на выходе котлов, до узла подмешивания (точка А, рис. 1), поддерживают постоянно равной 95 °С. Регулирование количества отпущенной теплоты потребителю качественное, в точке А путем подмешивания обратной сетевой воды происходит регулирование температуры подающей воды на выходе из котельной через установленный на подающей линии трехходовой клапан. На обратной линии от потребителя (точке Б) рециркуляционным насосом вода с температурой 95 °С из подающего трубопровода подмешивается в обратный трубопровод для поддержания на вводе в котлы постоянной температуры 70 °С.

Из сетевого контура вода также отбирается на нужды ГВС до линии подмеса, с температурой 95 °С и поступает в качестве греющего теплоносителя на теплообменники и далее возвращается на всас сетевых насосов. Поддержание заданной температуры на выходе из котельной на нужды ГВС на уровне °С

осуществляется трехходовым клапаном, осуществляющим регулирование количества теплоносителя проходящего через теплообменники.

Подпитка и вода на нужды горячего водоснабжения осуществляется из водопровода с давлением воды 20 м. вод. ст.

Водоподготовка подпиточной воды осуществляется натрий-катионитовых фильтрах.

Выполним расчет тепловой схемы котельной для четырех режимов работы (зимний, промежуточный, начало и конец отопительного сезона, летний). Принципиально схема изображена на рис.2.1.

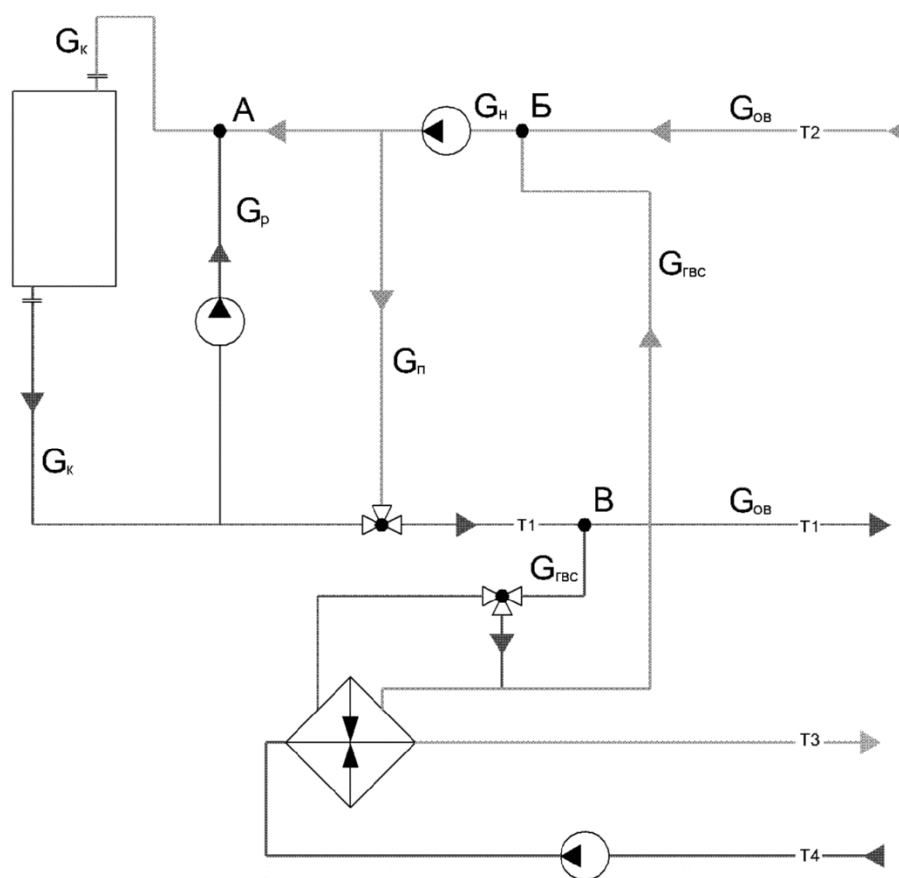


Рисунок 2.1 - Принципиальная тепловая схема котельной

Расход сетевой воды на отопление определяется по формуле:

$$G_o^{\max} = \frac{Q_o^{\max}}{c \cdot (t_n - t_o)}, \quad (2.1)$$

где c – теплоемкость воды, принимаем равной 4198 Дж/(кг·°С);

$t_{\text{п}}$ и $t_{\text{о}}$ – температура в подающей и обратной линиях тепловой сети, при температурном графике 95-70 °С, равны $t_{\text{п}}=95$ °С, $t_{\text{о}}=70$ °С.

$$G_{\text{о}}^{\text{max}} = \frac{1580000}{4198 \cdot (95 - 70)} = 15,05 \frac{\text{ккал}}{\text{с}} = 54,13 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \quad G_{\text{ог}} = 54,13 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Расход сетевой воды на нужды ГВС определяется по формуле:

$$G_{\text{гвс}}^{\text{max}} = \frac{Q_{\text{гвс}}^{\text{max}}}{c \cdot (t_{\text{п}} - t_{\text{о}})}, \quad (2.2)$$

где c – теплоемкость воды, принимаем равной 4198 Дж/(кг·°С);

$t_{\text{п}}$ и $t_{\text{о}}$ – температура в подающей и обратной линиях тепловой сети, при температурном графике 95-70 °С, равны $t_{\text{п}}=95$ °С, $t_{\text{о}}=70$ °С.

$$G_{\text{гвс}}^{\text{max}} = \frac{500000}{4198 \cdot (95 - 70)} = 4,76 \frac{\text{ккал}}{\text{с}} = 17,15 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \quad G_{\text{гвс}} = 17,15 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Так как регулирование качественное, данные расходы остаются постоянными на протяжении всего отопительного сезона

Для расчета тепловой схемы рассчитываем балансы теплоты и воды в узлах смешения А, Б, В для четырех режимов работы.

Результаты расчетов сведем в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Расходы сетевой воды

Режимы	$G_{\text{к}},$ $\text{м}^3/\text{ч}$	$G_{\text{ов}},$ $\text{м}^3/\text{ч}$	$G_{\text{гвс}},$ $\text{м}^3/\text{ч}$	$G_{\text{р}},$ $\text{м}^3/\text{ч}$	$G_{\text{н}},$ $\text{м}^3/\text{ч}$	$G_{\text{н}},$ $\text{м}^3/\text{ч}$
1. Зимний	71,28	54,13	17,15	0	0	71,28
2. Промежуточный	62,1	54,13	17,15	21,4	30,6	71,28
3. Переходный	53,1	54,13	17,15	29,6	47,8	71,28
4. Летний	17,15	0	17,15	0	0	17,15

2.2. Составление уравнения теплового баланса котла

Для обеспечения полноты сгорания природного газа в котле принимаем коэффициент избытка воздуха равным $\alpha=1,2$.

Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1м^3 газа:

$$V_0 = \frac{1}{20,8} \sum \left(n + \frac{m}{4} - \frac{r}{2} \right) C_n H_m O_r, \quad \frac{\text{м}^3(\text{возд})}{\text{м}^3(\text{газа})} \quad (2.3)$$

В рамках дипломного проекта, так как доля других газов помимо метана в составе природного газа мала, будем считать, что природный газ состоящим только из метана.

$$V_0 = \frac{1}{20,8} \left[\left(1 + \frac{4}{4}\right) \cdot CH_4 \right] = 0,0481 \cdot [200] = 9,62 \frac{M^3}{M^3 \text{ газа}}$$

Выход продуктов полного сгорания при $\alpha_{yx} > 1$ на 1 м³ газообразного топлива определяется по формуле, м³/м³:

$$V_r = V_{RO_2} + V_{N_2} + V_{H_2O} + (\alpha_{yx} - 1)V_0; \quad (2.4)$$

Выход водяных паров, м³ /м³:

$$V_{H_2O} = V_{oH_2O} + 0,00124 d)V_0; \quad (2.5)$$

Так как природный газ сухой и для воздуха $d = 13$ г/м³,

$$V_{H_2O} = 0.0161 * V_0; \quad (2.6)$$

Отсюда

$$V_{H_2O} = 0.0161 * 9,62 = 0,15 \text{ м}^3/\text{м}^3;$$

Объем трехатомных газов (м³)

$$V_{RO_2} = 0.01 * (CO_2 + CO + H_2S + mC_mH_n) = 0,01 * 100 = 1 \text{ м}^3/\text{м}^3;$$

Объем оксидов азота:

$$V_{N_2} = 0,79 * V_0 = 0,79 * 9,62 = 7,6 \text{ м}^3/\text{м}^3;$$

Значит объем продуктов сгорания составляет

$$V_r = 1 + 0,15 + 7,6 + (1,2 - 1) * 9,62 = 10,67 \text{ м}^3/\text{м}^3;$$

Уравнение баланса тепла котельного агрегата может быть представлено в виде:

$$q + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 100\% \quad (2.7)$$

q – полезная теплота,

q_2 – потери тепла с уходящими газами,

q_3 – потери тепла от химического недожога топлива,

q_4 – потери тепла от механического недожога топлива,

q_5 – потери тепла за счёт наружного охлаждения котла,

q_6 – потери тепла со шлаком.

Потери тепла с уходящими газами, $q_2=5\%$

Потери тепла от химического недожога топлива, $q_3=1\%$

Потери тепла от механического недожога топлива, для котла работающего на газообразном топливе принимаем $q_4=0\%$

Потери тепла за счёт наружного охлаждения котла, $q_5=3\%$.

Потери тепла со шлаком, для котла работающего на газообразном топливе принимаем $q_6=0\%$.

Коэффициент полезного действия котла определяется по формуле:

$$\eta = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6)$$

$$\eta = 100 - (5 + 1 + 3) = 91,0\%, \text{ что совпадает с паспортными данными котла.}$$

Величину коэффициента сохранения тепла определим по формуле:

$$\varphi = 1 - q_5 / (\eta + q_5) \quad (2.8)$$

$$\varphi = 1 - 3 / (91 + 3) = 0,97$$

Определяем расход газа по формуле:

$$B = \frac{Q_{рас}}{Q_n^p \cdot \eta} \cdot 100 \quad (2.9)$$

где $Q_{рас}$ - тепловая нагрузка котла, равная 1,25 МВт;

Q_n^p - низшая теплотворная способность природного газа, равная 39,8 МДж/м³ (информация предоставлена от газораспределительной организации).

$$B = \frac{1,25 \cdot 3600 \cdot 100}{39,8 \cdot 91} = 124 \text{ м}^3/\text{ч}$$

2.3. Аэродинамический расчет газоздушного тракта

Определение объемного расчетного расхода дымовых газов на котел выполним по формуле:

$$L = B \cdot V_0 \cdot \alpha \cdot \frac{273 + \vartheta}{273}, \quad (2.10)$$

где B – расход природного газа на котел, равный 124 м³/ч;

V_0 – количество воздуха, необходимое для сжигания 1 м³ природного газа, равное 9,62 м³/м³.

α – коэффициент избытка воздуха, равный 1,2;

θ – температура дымовых газов на выходе из котла, принимаем 180 °С.

$$L = 0,034 \cdot 9,62 \cdot 1,2 \cdot \frac{273 + 180}{273} = 0,66 \text{ м}^3 / \text{с}$$

С целью предотвращения загрязнения внутренних стенок газоходов, допустимая скорость принимается $\vartheta_{\text{доп}} = 8$ м/с. Площадь сечения равна:

$$F = \frac{0,66}{8} = 0,08 \text{ м}^2$$

Принимаем диаметр газоходов Ду300.

Определение сопротивлений газоздушного тракта:

Сопротивление газового тракта рассчитывается по формуле:

$$\Delta h_{\Gamma} = \Delta h_{\text{тр}} + \Delta h_{\text{уч}}, \quad (2.11)$$

где $\Delta h_{\text{тр}}$ - сопротивление дымовой трубы, Па;

$\Delta h_{\text{уч}}$ – сопротивление газоздушного тракта от котла, включая газоходы и дымовую трубу, Па.

Сопротивление дымовой трубы рассчитывается по формуле:

$$\Delta h_{\text{тр.}} = \Delta h_{\text{мп}} + \Delta h_{\text{вых}}, \quad (2.12)$$

где $\Delta h_{\text{мп}}$ - потери давления в дымовой трубе,

$\Delta h_{\text{вых}}$ - потери давления на выходе из трубы.

$$\Delta h_{\text{мп}} = \lambda \cdot \frac{L \cdot \omega_{\text{cp}}^2}{2 \cdot d \cdot g} \cdot \rho_{\text{cp}}, \quad (2.13)$$

$$\omega_{\text{cp}} = 8 \text{ м/с}$$

Высоту дымовой трубы принимаем $L=10$ м. Диаметр дымовой трубы принимаем Ду500.

$\lambda=0,02$ -коэффициент сопротивления для металлических труб.

$$\Delta h_{\text{мп}} = \lambda \cdot \frac{L \cdot \omega_{\text{cp}}^2}{2 \cdot d \cdot g} \cdot \rho_{\text{cp}} = 0,02 \cdot \frac{15 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,5 \cdot 9,81} \cdot 0,773 = 2,0 \text{ Па}$$

$$\Delta h_{\text{вых}} = 1,1 \cdot \frac{\rho \cdot \omega_{\text{вых}}^2}{2 \cdot g}, \quad (2.14)$$

$$\Delta h_{\text{вых}} = 1,1 \cdot \frac{23,7^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 0,773 = 24,3 \text{ Па}$$

Суммарное сопротивление дымовой трубы: $\Delta h_{mp} = 2,0 + 24,3 = 26,3$ Па

Требуемая площадь живого сечения газохода: $F = 0,08 \text{ м}^2$;

Скорость движения газа $\vartheta_{доп} = 8$ м/с.

Длина газохода: $L = 3$ м

Плотность дымовых газов определим по формуле:

$$\rho_{cp} = 1,34 \cdot \frac{273}{273 + \theta} \quad (2.15)$$

где θ – температура дымовых газов, принимаем 180°C .

$$\rho_{cp} = 1,34 \cdot \frac{273}{273 + 180} = 0,808$$

$\lambda = 0,02$ коэффициент сопротивления для металлических труб

$$\Delta h_m = \xi \cdot \frac{\omega_{cp}^2}{2} \cdot \rho_{cp}, \quad (2.16)$$

где d_3 – эквивалентный (гидравлический) диаметр

$$d_3 = \frac{4 \cdot F}{U}, \quad (2.17)$$

где F – площадь живого сечения, U – полный периметр сечения, омываемый протекающей средой.

$$d_3 = 0,3 \text{ м}$$

$$\Delta h_{mp} = 0,02 \cdot \frac{3 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,3} \cdot 0,808 = 5 \text{ Па}$$

$$\sum \xi = \xi_{noz,45} = 0,5$$

$$\Delta h_m = 0,5 \cdot \frac{8^2}{2} \cdot 0,808 = 12,4 \text{ Па}$$

$$\Delta h_{yч} = \Delta h_{тр} + \Delta h_m = 5 + 12,4 = 17,4 \text{ Па}$$

Сумма сопротивлений газового тракта

$$\Delta h_{г} = \Delta h_{тр} + \Delta h_{yч} = 26,3 + 17,4 = 43,7 \text{ Па}$$

Так как горелка котла работает под наддувом и протяженность газоходов от котла до дымовой трубы невелика (3 м) закладываем удаление дымовых газов естественной тягой.

Естественная тяга применяется в основном в тех случаях, когда высота дымовой трубы не превышает 50 м. Так как котельная работает только на отопительные нужды, то расчет необходимо проводить для двух периодов с расчетной зимней температурой и с наружной температурой конца отопительного сезона.

Высоты дымовой труб следует определять по формуле (при естественной тяге):

$$H = 2,15 \cdot \frac{S}{\left(\frac{1}{273 + t_n} - \frac{1}{273 + \theta_{cp}} \right) \cdot b}; \quad (2.18)$$

где S – разряжение, создаваемой дымовой трубой, в мм. Вод. Ст.;

b – барометрическое давление, в мм. Вод. Ст.;

t_n – температура наружного воздуха, °С;

θ_n – средняя температура газов в трубе, °С.

Высота дымовой трубы должна обеспечить разряжение, превышающее сопротивление газового тракта, значит $S_{\min} = 4,37$ мм. вод. ст.

Высота дымовой трубы в зимний период:

$$H = 2,15 \cdot \frac{4,37}{\left(\frac{1}{273 - 26} - \frac{1}{273 + 200} \right) \cdot 760} = 6,2 \text{ м};$$

Высота дымовой трубы в период окончания отопительного сезона:

$$H = 2,15 \cdot \frac{4,72}{\left(\frac{1}{273 + 8} - \frac{1}{273 + 200} \right) \cdot 760} = 9,2 \text{ м};$$

Принятая протяженность дымовой трубы в 10 м обеспечивает достаточное разряжение для удаления дымовых газов.

2.4. Выбор насосов

Сетевые насосы.

Как видно из таблицы 2.1, расход сетевых насосов в отопительный период постоянен и равен $G_n = 71,28 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$. Давление подающего трубопровода на вводе в

котельную составляет $P_1 = 55 \text{ м.вод.ст.}$, в обратном - $P_2 = 25 \text{ м.вод.ст.}$. В качестве сетевых насосов выбраны насосы с рабочим расходом $G_{\text{н}}^{\text{раб}} = 36 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ и создаваемым расходе напором $P_1^{\text{раб}} = 35 \text{ м.вод.ст.}$ марки WILO IL-E 50/160-5,5/2 с мощностью электродвигателя 5,5 кВт. Устанавливаем два рабочих насоса и один резервный данной марки.

В летний же период, при работе котлов на нужды горячего водоснабжения он составляет $G_{\text{н}} = 17,15 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ и в этот период насос работает лишь на контур котел-теплообменник, значит и напор, создаваемый сетевым насосом требуется ниже. Исходя из этого, целесообразнее на период летнего периода установить насос меньшей мощности, нежели выбранный для отопительного периода. Потери давления во внутреннем контуре котел-теплообменник принимаем равным 8 м.вод.ст. В качестве сетевого насоса в летний период для нужд ГВС выбран насос с рабочим расходом $G_{\text{н}}^{\text{раб}} = 17 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ и создаваемым расходе напором $P_1^{\text{раб}} = 10 \text{ м.вод.ст.}$ марки WILO IP-E 32/100-0,55/2 с мощностью электродвигателя 0,55 кВт. Устанавливаем один рабочий насос на летний режим.

Рециркуляционные насосы.

Как видно из таблицы 2.1, расход рециркуляционных насосов не постоянен и достигает максимального значения между зимним и переходным периодами. Будем считать что его максимальное значение составляет $G_{\text{н}} = 29,6 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$. Напор, создаваемый рециркуляционным насосом должен преодолеть гидравлическое сопротивление котла и внутреннего контура, по которому осуществляется рециркуляция. Так как гидравлическое сопротивление котла составляет 5 м.вод.ст., с учетом потерь во внутреннем контуре считаем, что суммарное гидравлическое сопротивление контура рециркуляции составляет 10 м.вод.ст.

В качестве рециркуляционных выбраны насосы с рабочим расходом $G_{\text{н}}^{\text{раб}} = 15 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ и создаваемым расходе напором $P_1^{\text{раб}} = 10 \text{ м.вод.ст.}$ марки WILO IP-E

32/100-0,55/2 с мощностью электродвигателя 0,55 кВт. Устанавливаем два рабочих насоса.

Подпиточные насосы.

Согласно п. 6.17 СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети»:

«Для открытых и закрытых систем теплоснабжения должна предусматриваться дополнительно аварийная подпитка химически не обработанной и недеаэрированной водой, расход которой принимается в количестве 2 % объема воды в трубопроводах тепловых сетей и присоединенных к ним системах отопления, вентиляции и в системах горячего водоснабжения для открытых систем теплоснабжения».

Так как данных о объеме тепловой сети нет, то согласно п. 6.17 СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети»:

«Объем воды в системах теплоснабжения при отсутствии данных по фактическим объемам воды допускается принимать равным 65 м³ на 1 МВт расчетной тепловой нагрузки при закрытой системе теплоснабжения, 70 м³ на 1 МВт - при открытой системе и 30 м³ на 1 МВт средней нагрузки - при отдельных сетях горячего водоснабжения».

Значит объем теплосети равен $V = 65 \cdot 2 = 130 \text{ м}^3$. Отсюда расход подпиточной воды составляет $G_{\text{под}} = 2,6 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$. Давление воды в водопроводе равно 20 м.в.ст. и давление в обратном трубопроводе 25 м.в.ст. Значит для подпитки тепловой сети выбираем насос с расходом $G_{\text{н}}^{\text{раб}} = 3 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ и создаваемым расходе напором $P_1^{\text{раб}} = 10 \text{ м.вод.ст.}$ WILO NL 32/160-0,37-4-05 с мощностью электродвигателя 0,18 кВт. Устанавливаем два насоса, один – рабочий, другой – резервный.

Циркуляционные насосы ГВС.

Максимально часовой расход воды на нужды ГВС для потребителя равен (в зимний период):

$$G_{\text{гвс}}^{\text{ч}} = \frac{Q_{\text{гвс}}^{\text{max}}}{c_p \cdot (60 - 5)} = \frac{0,15 \cdot 10^6}{4198 \cdot (60 - 5)} = 7,8 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Суммарные потери давления в сети ГВС, в теплообменниках и у абонента принимаем равными 35 м.вод.ст.

Значит в качестве циркуляционных выборов насосы с рабочим расходом $G_{\text{н}}^{\text{раб}} = 8 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ и создаваемым расходе напором $P_1^{\text{раб}} = 35 \text{ м.вод.ст.}$ марки WILO IPH-W 32/170-2,2/2 с мощностью электродвигателя 2,2 кВт. Устанавливаем два насоса, один – рабочий, второй – резервный.

Список всех подобранных насосов сведем в таблицу 2.2.

Список подобранных насосов

Насос	Количество, шт.	Марка
Сетевой	3 (2 раб./1 рез.)	WILO IL-E 50/160-5,5/2
Летний	1 (1 раб.)	WILO IP-E 32/100-0,55/2
Рециркуляционный	2 (2 раб.)	WILO IP-E 32/100-0,55/2
Подпиточный	2 (1 раб./1 рез.)	WILO NL 32/160-0,37-4-05
Насос ГВС	2 (1 раб./1 рез.)	WILO IPH-W 32/170-2,2/2

Заключение по 2-й главе:

Во 2-й главе выполнен расчет тепловой схемы и подобрано основное и вспомогательное оборудование котельной.

После расчета тепловой схемы получены необходимые данные по расходам и подобрано насосное оборудование котельной.

В качестве сетевых подобраны насосы марки WILO IL-E 50/160-5,5/2 с мощностью электродвигателя 5,5 кВт. Установлено два рабочих насоса и один резервный данной марки. В качестве сетевого насоса в летний период для нужд ГВС подобран насос с рабочим расходом $G_{\text{н}}^{\text{раб}} = 17 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ и создаваемым расходе напором $P_1^{\text{раб}} = 10 \text{ м.вод.ст.}$ марки WILO IP-E 32/100-0,55/2 с мощностью электродвигателя 0,55 кВт. Установлен один рабочий насос на летний режим.

В качестве рециркуляционных подобраны насосы с рабочим расходом $G_{\text{н}}^{\text{раб}} = 15 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ и при создаваемым расходе напором $P_1^{\text{раб}} = 10 \text{ м.вод.ст.}$ марки WILO IP-E 32/100-0,55/2 с мощностью электродвигателя 0,55 кВт. Устанавливаем два рабочих насоса.

Для подпитки тепловой сети подобран насос с расходом $G_{\text{н}}^{\text{раб}} = 3 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ и при создаваемым расходе напором $P_1^{\text{раб}} = 10 \text{ м.вод.ст.}$ WILO NL 32/160-0,37-4-05 с мощностью электродвигателя 0,18 кВт. Установлено два насоса: один – рабочий, другой – резервный.

В качестве циркуляционных выборов насосы с рабочим расходом $G_{\text{н}}^{\text{раб}} = 8 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ и создаваемым расходе напором $P_1^{\text{раб}} = 35 \text{ м.вод.ст.}$ марки WILO IPH-W 32/170-2,2/2 с мощностью электродвигателя 2,2 кВт. Устанавливаем два насоса, один – рабочий, второй – резервный.

Для нагрева воды на нужды горячего водоснабжения выбраны два пластинчатых теплообменника разборной конструкции (Р) с пластинами типа 0,6р, толщиной 0,8 мм, из стали 12Х18Н10Т (исполнение 01), на консольной раме (исполнение 1), с уплотнительными прокладками из резины 51-1481 (исполнение 3). Поверхность нагрева - 22,2 м². Условное обозначение теплообменника Р 0,6р-0,8-22,2-1-01-3, габариты - 605x750x1800 мм.

В качестве оборудования подготовки и очистки воды на вводах водопроводной воды, обратной сетевой, циркуляционной ГВС и на вводе сетевой воды в пластинчатые теплообменники устанавливаем магнитно-механические фильтры. Умягчение воды будем осуществляется на Na-катионитовых фильтрах.

Удаление дымовых газов происходит от каждого котла через газоходы и далее в общую дымовую трубу диаметром 530 мм и длиной 10 м (котлы работают под наддувом). Данная высота дымовой трубы обеспечит естественную тягу при работе котельной в зимний и летний период. Также высоты дымовой трубы удовлетворяет условиям рассеивания в атмосфере вредных веществ – концентрация каждого из вредных веществ в атмосфере населенного пункта не превышает значений предельно допустимой концентрации NO₂, NO, CO.

3. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ

При монтаже и пуске в эксплуатацию котельной установки необходимо руководствоваться следующей документацией:

- а) Комплектом техдокументации на данную котельную установку;
- б) Проектом размещения котельной установки на месте эксплуатации;

в) Нормативной документацией, регламентирующей монтаж, наладку и эксплуатацию оборудования коммунальных отопительных котельных.

г) Действующими ведомственными производственными инструкциями по безопасному ведению работ.

Монтаж, наладка и пуск в эксплуатацию котельной установки должны производиться обученным и аттестованным персоналом, оснащенный необходимыми технологическими средствами и средствами защиты.

3.1. Меры безопасности

При монтаже и наладке должны выполняться организационно-технические мероприятия, обеспечивающие безопасные условия труда при следующих видах опасных работ:

Погрузочно-разгрузочные работы при транспортировке и монтаже узлов котельной установки:

- Строповку каждого блок-бокса производить равномерно за все строповочные петли;
- Строповку дымососов производить за строповочные места;
- Монтаж дымовой трубы производить в соответствии с проектом производства работ, разработанным специализированной организацией;
- Грузоподъемные приспособления, стропа должны быть исправные и соответствовать весу поднимаемых узлов, схемам строповки.

Электросварные работы по монтажу трубопроводов:

- подвод цепи заземления электросварки должен быть выполнен непосредственно на привариваемую деталь;
- при сварке должна быть исключена возможность образования цепи заземления электросварки через электрические цепи, цепи заземления металлорукава, мест подключения приборов, эл. шкафов, эл. двигателей;
- приборы, окрашенные места оборудования должны быть защищены от брызг металла при сварке.

Работы по гидравлическим испытаниям трубопроводов, котлов:

- должны быть проверены исправность запорной арматуры, наличие на них рукояток;

- подача воды и подъем давления должно быть плавным. Из трубопроводов через воздушники должен быть удален воздух. Давление воды при испытаниях сетевых трубопроводов, котла не должно превышать 10 кгс/см.кв;

- подтяжка фланцевых и муфтовых соединений должны выполняться при давлении воды не более 0,5 кгс/см.кв;

- подварка свищей должна выполняться после снятия гидравлического давления и слива воды.

При разводке, подключении и опробовании электротехнических устройств, эл. двигателей, приборов должна быть исключена возможность поражения персонала электрическим током и вывода из строя оборудования.

Все работы по подаче эл. питания на потребители, их опробование должны проводиться по наряду-допуску после проверки:

- правильности и исправности разводов, подключений;
- исправности заземления;
- наличия и исправности защитных кожухов, крышек;
- надежности закрепления оборудования и защитных кожухов вращающихся частей.

Сварочные и другие огнеопасные работы при монтаже и пуске должны проводиться в соответствии с требованиями "Инструкции о мерах пожарной безопасности при проведении огневых работ на промышленных предприятиях и других объектах народного хозяйства".

3.2. Подготовка изделия к монтажу

Транспортировка блок-боксов котельной установки с завода-изготовителя производится трейлером, далее ж/д транспортом.

Транспортировка поставочных блоков с ж/д станции до места монтажа должна производиться автомобильным или другим видом транспорта с учетом веса, габаритных размеров поставочных блоков и габарита подъездных путей.

Перед началом монтажа оборудования проверить готовность монтажной площадки и территории вокруг котельной проекту размещения котельной установки у конкретного заказчика:

- готовность фундаментов;
- планировка и ограждение соответствующей части территории;
- устройство стоков для организованного отвода поверхностных и грунтовых вод;
- прокладка подъездных путей, сетей, эл. энергии, водопровода, канализации и теплосистемы.

Перед монтажом поставочные блок-боксы распаковать и подготовить узлы котельной установки к сборке:

- проверить комплектность поставочных блоков согласно упаковочных листов;
- проверить комплект монтажных узлов и деталей согласно сводной спецификации;
- проверить техдокументацию согласно ведомости эксплуатационных документов;
- на блок-блоках снять временные боковые стенки;
- раскрепить узлы газоходов, трубопроводов, закрепленных внутри блок-блоков на время транспортировки;
- распаковать ящик с приборами, техдокументацией;
- расконсервировать электротехнические изделия, приборы;
- извлечь оборудование и материалы из блок-блоков и контейнера, подготовив к монтажу.

3.3. Монтаж оборудования

Котельная установка поставляется в следующем составе:

- два модуля котлоагрегата;
- один вспомогательных модуль;
- один контейнер.

На месте эксплуатации модули стыкуются друг с другом в единое здание. Рядом со зданием устанавливаются горизонтальные циклоны, дымовая труба и дымососы, соединяемые с котлом металлическими газоходами.

Монтаж здания котельной установки выполнить следующим образом:

- на месте размещения модульной котельной установки выполнить песчаное основание высотой не менее 300 мм в зависимости от грунта. На него установить железобетонные дорожные плиты или монолитное железобетонное основание.
- на плитах (ж/б основании) произвести установку закладных деталей Мн-1 при помощи самоанкерующих болтов, в предварительно просверленные отверстия.
- модули разместить на плитах (ж/б основании) и выверить между собой по уровню пола внутри и по кромкам крайних стоек каркаса.
- по опорным местам блок-боксов выполнить приварку к закладным элементам фундамента. В случае опирания балок каркаса модуля непосредственно на анкерный болт – болт срезать (но не более одного на закладную деталь), обварить по контуру и зачистить.
- выполнить монтаж установки соединения модулей.
- произвести монтаж кровли.

Перед монтажом стеновых и крышных панелей, в них необходимо вырезать отверстия под дефлектор и жалюзийные решетки, оконные и дверные проемы согласно.

- произвести установку недостающих стеновых и крышных панелей здания котельной согласно, обеспечив герметичность и плотность прилегания их друг к другу.
- выполнить приварку контура заземления к каркасу котельной и подключить контур к заземляющему штырю.

- выполнить монтаж узлов прохода, дефлекторов и жалюзийных решеток.
- выполнить монтаж дверей и окон.
- выполнить подсоединение корпуса трубы к заземлителю. Величина импульсного сопротивления должна быть не более 50 Ом.
- установить на фундаменте дымососы, горизонтальные циклоны и выполнить сборку газоходов с уплотнением из асбестового шнура.
- в местах примыкания газоходов к стволу дымовой трубы выполнить по месту проемы и приварить газоходы. Покрасить места сварки.
- произвести изоляцию газоходов и дымовой трубы.
- монтаж трубопроводов воды.
- согласно сборочных чертежей на котельную установку выполнить сборку фланцевых и муфтовых соединений (снятых на время транспортировки).
- произвести присоединение к трубопроводам теплосети и подпиточной воды.
- выполнить сборку соединений дренажа и выполнить подсоединение к наружной канализационной трубе.
- произвести присоединение трубы сброса воды от предохранительных клапанов к отводящей линии.
- изоляция трубопроводов. Произвести изоляцию участков трубопроводов снятых на время транспортировки и находящихся снаружи котельной.
- монтаж электроразводки выполнить согласно чертежей, электрических схем на эл. оборудование силовое и освещения котельной установки в соответствии требований ПУЭ.

Подсоединение электроразводки выполнить следующим образом:

Мерные жгуты проводов протащить по кабельным лоткам:

а) от вводного щита до электрошкафов котлов;

б) от электрошкафа котла до дымососа;

в) от вводного щита до щитов освещения;

г) от щитов освещения до наружных ламп над входными дверьми.

Подготовленные мерные жгуты проводов находятся по местам электроразводок.

Подсоединить провода по маркировке в соответствии с электрическими схемами. Провести прозвонку электрических цепей.

Проверить непрерывность контура заземления по стыкам модулей; проверить подключение заземления эл. двигателей, эл.шкафов к контуру заземления.

Выполнить подсоединение цепей пожарной сигнализации котельной установки. Проверить подключение приемного прибора к вводному щиту.

Установить (или проверить установку) электрические измерительные приборы согласно принципиальной тепловой схемы и выполнить их подключение в соответствии с электрическими схемами.

Проверить сопротивление изоляции электропроводок всех групп потребителей (цепи питания, управления, измерения, освещения, обмотки эл. двигателя). Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм.

Результаты оформить протоколом.

Проверить непрерывность и сопротивление цепей заземления электрических устройств (эл. двигатели, пульты, шкафы, приборы). Сопротивление цепи заземления должно быть не более 0,1 Ом.

Результаты оформить протоколом.

Подключить кабель ввода эл. питания к вводному щиту.

Монтаж контрольно-измерительных приборов выполнить в соответствии с принципиальной тепловой схемой и сборочных чертежей на котельную установку. Из комплекта поставки (приборы на время транспортировки упакованы в ящик) установить на трубопроводах манометры, термометры. При установке манометров трехходовые краны перед ними должны быть в положении "Закрото на манометр".

3.4. Наладка и испытание

В процессе подготовки к пуску котельной установки выполнить следующие работы по наладке и испытаниям оборудования котельной:

- провести техническое освидетельствование водогрейного котла.
- внешним осмотром проверить состояние обшивки, предохранительных взрывных клапанов.
- проверить герметичность трубной части котла при гидравлических испытаниях.
- произвести гидравлические испытания котла и сетевых трубопроводов водой пробным давлением 9 кгс/см.кв в течение 5 минут и давлением 6 кгс/см.кв в течение 30 минут или в течение необходимого для осмотра соединений трубопроводов, запорной арматуры.
- произвести гидравлические испытания на герметичность водой давлением 5 кгс/см.кв трубопроводов и арматуры системы подпитки.
- произвести пробное включение электродвигателей дымососов, насосных агрегатов, дутьевых вентиляторов, вентилятора отопительного агрегата для определения правильного направления вращения.

Заключение по 3-й главе:

В 3-й главе приведены основные меры безопасности при монтаже модульной котельной, приведен перечень действий для подготовки котельной к наладке и испытаниям.

ГЛАВА 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью работы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является расчет затрат на разработку проекта по разработке комбинированной системы отопления многотоварного депо.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Потенциальные потребители результатов исследования;
2. Анализ конкурентных технических решений
3. Расчет себестоимости и срока окупаемости;
4. SWOT-анализ для реализации проекта разработки системы;
5. График Ганта.

4.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Проект котельной разрабатывается кондитерской фабрики.

Потенциальными потребителями результатов исследования выступают производственные и муниципальные учреждения, на которых требуется обеспечение нужд отопления помещений и горячего водоснабжения на технологические нужды.

В таблице 3.1 приведена карта сегментирования рынка по следующим критериям:

- тепло нужды отопления;
- тепло на нужды вентиляции;
- тепло на нужды ГВС;
- тепло на технологические нужды.

Таблица 4.1 – Карта сегментирования рынка

	муниципальные учреждения	производственные учреждения
тепло нужды отопления		
тепло на нужды вентиляции		
тепло на нужды ГВС		
тепло на технологические нужды		

Анализ карты сегментирования рынка показывает, что разработанный проект необходим всем видам учреждений. Соответственно, он является перспективной разработкой.

4.2. Анализ конкурентных технических решений

Оценочная карта для сравнения конкурентных разработок котельного оборудования приведена в таблице. 4.2.

Таблица 4.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Производитель	Процент КПД	Ремнт. приг.	Качество стали	Цена	Надёжность	Сумма
ООО «ИКЗ»	8	7	8	9	9	
Энтропос	9	8	8	8	8	
Viessmann	9	9	9	5	9	
Buderus	9	9	9	5	9	
Важность (b _i)	4	3	5	5	5	22
Вес (W _i)	0,182	0,136	0,227	0,227	0,227	1

Таблица 4.3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений с учетом корректировки

Производитель	Процент КПД	Ремнт. приг.	Качество стали	Цена	Надёжность	Сумма
ООО «ИКЗ»	1,45	0,95	1,82	2,05	2,05	8,32
Энтропос	1,64	1,09	1,82	1,82	1,82	8,18
Viessmann	1,64	1,23	2,05	1,14	2,05	8,09

Buderus	1,64	1,23	2,05	1,14	2,05	8,09
---------	------	------	------	------	------	------

Анализ по оценочной карте показал, что наиболее подходящее котельное оборудование у производителя ООО «Ижевский котельный завод». Котлы производства данного завода имеют высокую надежность и при низкой стоимости.

4.3. Расчет себестоимости отпускаемой тепловой энергии

Капитальные затраты

Капитальные вложения при строительстве котельной установки определим по формуле:

$$K = (\Pi_{\text{пр}} + \Pi_0 \cdot n) \cdot k + \Pi_{\text{м}}, \text{ руб.} \quad (4.1)$$

где $\Pi_{\text{пр}}$ – стоимость проектных работ, руб.;

$$\Pi_{\text{пр}} = \Pi_{\text{пр.к}} + \Pi_{\text{пр.п}}, \quad (4.2)$$

$\Pi_{\text{пр.к}}$ - стоимость проекта котельной, руб.

$$\Pi_{\text{пр.к}} = 600\,000 \text{ руб.}$$

$\Pi_{\text{пр.п}}$ - стоимость проекта привязки котельной на местности, руб.

$$\Pi_{\text{пр}} = 600\,000 + 255\,000 = 855\,000 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\text{пр.к}} = 255\,000 \text{ руб.}$$

Π_0 - стоимость оборудования и материалов, руб.

$$\Pi_0 = \Pi_{\text{т.о.}} + \Pi_{\text{в.с.}} + \Pi_{\text{эл}}, \quad (4.3)$$

$\Pi_{\text{т.о.}}$ – стоимость основного теплотехнического оборудования, руб

$$\Pi_{\text{т.о.}} = 2\,987\,337 \text{ руб.}$$

$\Pi_{\text{в.с.}}$ - стоимость вспомогательного оборудования и арматуры, руб

$$\Pi_{\text{т.о.}} = 1\,200\,000 \text{ руб.}$$

$\Pi_{\text{эл}}$ - стоимость электрооборудования, узлов учета, комплекта КИП и А, руб.

$$\Pi_{\text{эл}} = 900\,000 \text{ руб.}$$

$$\Pi_0 = 2\,987\,337 + 1\,200\,000 + 900\,000 = 4\,188\,237 \text{ руб.}$$

n- коэффициент, учитывающий долю накладных расходов, $n = 1,1$;

k - коэффициент, учитывающий наценку коммерческой организации,

$$k = 1,16;$$

C_m – стоимость монтажных работ, пуско-наладки и режимной наладки, руб.

Стоимость монтажных работ определена по локальной смете.

Так как в смете учтены только работы по монтажу основного оборудования, то в рамках дипломного проекта, для получения более точной стоимости монтажных работ необходимо полученную в смете стоимость умножить на поправочный коэффициент 1,5. В рамках дипломного проекта принимаем, что стоимость пуско-наладки и режимной наладки ориентировочно составляет 75% от стоимости монтажных работ. Таким образом:

$$C_{м.н} = 710\,099 \cdot 1,5 + 710\,099 \cdot 1,5 \cdot 0,75 = 1\,864\,010 \text{ руб.}$$

$$K = (855\,000 + 4\,188\,237 \cdot 1,1) \cdot 1,16 + 1\,864\,010 = 8\,200\,000 \text{ руб.}$$

Информация по стоимости проекта, монтажных работ, стоимости оборудования и пуско-наладки предоставлена от шеф-монтажной организации.

Калькуляционные затраты

1. Основная заработная плата на эксплуатационный и ремонтный персонал (2 человека).

Среднемесячная зарплата персонала (включая оплату ночных и праздничных дней):

$$I_{зп}^{\text{мес}} = 25 \text{ тыс.р.}$$

Годовой фонд заработной платы:

$$I_{зп} = 25 \cdot 12 \cdot 2 = 600 \text{ тыс.р.}$$

2. Отчисления на социальное страхование:

$$I_{с/с} = 30\%$$

$$I_{с/сп} = 600 \cdot 0,30 = 180 \text{ тыс.р.}$$

3. Амортизационные отчисления.

Нормы амортизации, показывающие какой процент первоначальной стоимости основных фондов производственного назначения должен ежегодно отчисляться в амортизационный фонд. Принимаем $p = 6,3\%$; Так как капитальные вложения составляют 10 млн. руб.

тогда

$$I_{AM} = 10000 \cdot 0,063 = 630 \text{ тыс.руб.год}$$

4. Текущий и капитальный ремонты. Стоимость ремонтов в год составляет:

$$I_{РЕМ} = 200 \text{ тыс.руб.год (принимаем)}$$

5. Затраты на покупку природного газа в год.

$$I_{ТОПЛ} = T_{Г} \cdot Q_{газ}^{год};$$

Тариф на поставку природного газа составляет $T_{Г} = 5297,15 \text{ руб./1000 м}^3$.

Годовой объем потребления природного газа равен $Q_{газ}^{год} = 536,326 \text{ тыс.м}^3$.

$$I_{ТОПЛ} = 5297,15 \cdot 536,326 = 2841 \text{ тыс. руб.};$$

6. Затраты на покупку воды в год.

$$I_{В} = T_{В} \cdot Q_{В}^{год};$$

Тариф на покупку воды составляет $T_{В} = 12 \text{ руб./ м}^3$.

Годовой объем потребления воды равен $Q_{ГВС}^{год} = 17640 \text{ м}^3$.

$$I_{В} = 12 \cdot 17640 = 211,68 \text{ тыс. руб.};$$

7. Затраты на покупку электроэнергии по в год.

$$I_{ЭЛ} = T_{ЭЛ} \cdot N_{ЭЛ} \text{ тыс. руб.};$$

$T_{ЭЛ}$ – тариф за поставку электрической энергии равен 2,3 руб/ кВт·ч

$N_{ЭЛ}$ – суммарное годовое потребление электрической энергии оборудованием котельной.

Найдем суммарное годовое потребление электрической энергии как произведение рабочей электрической мощности эл. оборудования на время его работы. Расчет произведен для двух периодов: отопительного и летнего.

Основную часть электрической мощности газовой котельной будут потреблять насосы, остальным оборудованием пренебрегаем.

Значит рабочая мощность насосов в отопительный период равна:

- один сетевой насос – 5,5 кВт;
- два рециркуляционных насоса – $2 \cdot 0,55 = 1,1 \text{ кВт}$;
- один подпиточный насос – 0,18 кВт;
- один циркуляционный насос ГВС – 2,2 кВт

Итого в отопительный период: 8,98 кВт.

Значит рабочая мощность насосов в отопительный период равна:

- один «летний» насос – 0,55 кВт;
- один рециркуляционный насос – 0,55 кВт;
- один подпиточный насос – 0,18 кВт;
- один циркуляционный насос ГВС – 2,2 кВт

Итого в летний период период: 3,48 кВт.

Отсюда находим годовое потребление электрической энергии

$$N_{эл} = 8,98 \cdot 220 \cdot 24 + 3,48 \cdot (350 - 220) \cdot 24 = 58272 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

$$I_{эл} = 2,3 \cdot 58272 = 134 \text{ тыс. руб.};$$

Итоговая сумма калькуляционных статей затрат:

$$I = I_{C/C} + I_{ТОПЛ} + I_{ВОД} + I_{ЗП} + I_{АМ} + I_{РЕМ} + I_{ЭЛ}$$

$$I = 600 + 180 + 630 + 200 + 2841 + 212 + 134 = 4797 \text{ тыс.руб.}$$

Себестоимость отпускаемой тепловой энергии

Собственные нужды котельной в использовании по теплоэнергии оцениваем в 2% .

Себестоимость отпускаемой тепловой энергии:

$$C = \frac{I}{Z \cdot (1 - T_{CH})} = \frac{4797}{4146 \cdot (1 - 0,02)} = 1181 \text{ руб} / \text{Гкал}, \quad (4.4)$$

Тариф на тепловую энергию при теплоснабжении предприятия от централизованной системы теплоснабжения составляет:

$$T_T = 1652 \text{ руб./Гкал}$$

Полученная себестоимость тепловой энергии от котельной ниже тарифа за покупку тепла от ТЭЦ на $1652 - 1181 = 471$ руб./Гкал.

Срок окупаемости

Балансовая прибыль от в случае выработки теплоэнергии собственной котельной:

$$\Pi_T^B = N^{T.год} \cdot (T_T - C) \quad (4.5)$$

$$\Pi_T^B = 4146 \cdot (1652 - 1181) = 1952766 \text{ руб./год}$$

Срок окупаемости:

$$T = \frac{K}{P} = 8200000 / 1952766 = 4,2 \text{ года} \quad (4.6)$$

4.4. SWOT-анализ для реализации проекта разработки системы

Анализ для реализации проекта разработки реконструкции котельной предназначенной для теплоснабжения кондитерской фабрики «Красная звезда» город Томск.

SWOT – анализ является одной из методик анализа сильных и слабых сторон предприятия, его внешних благоприятных возможностей и угроз.

Таблица 4.2 – SWOT – анализ проекта реконструкции котельной предназначенной для теплоснабжения кондитерской фабрики «Красная звезда» город Томск

<p>Сильные стороны (S):</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокий КПД котла – 91%; - высокая эксплуатационная надежность, - низкое гидравлическое сопротивление; - простое и удобное управление, - комплектация системой автоматического регулирования, - сохраняется высокий КПД при переменных нагрузках - быстрый монтаж и пуск в эксплуатацию 	<p>Слабые стороны (W):</p> <ul style="list-style-type: none"> - количество пусков влияет на ресурс
<p>Возможности (O):</p> <ul style="list-style-type: none"> - снижение себестоимости выпускаемой продукции 	<p>Угрозы (T):</p> <ul style="list-style-type: none"> - повышение цен на оборудование; - рост тарифов на газ

Рассмотрев SWOT– анализ, можно сделать вывод: теплоснабжение от собственной водогрейной котельной является более целесообразной по наличию благоприятных возможностей, сильных и слабых сторон, определяющих пути его развития в отличие от существующей системы теплоснабжения предприятия.

4.5. График Ганта

Диаграмма Ганта (график Ганта) - это один из наиболее удобных и популярных способов графического представления времени выполнения задач. Как средство планирования используется в личном и корпоративном тайм-менеджменте; управлении проектами. С учётом того, что большая часть людей является визуалами, диаграмма даёт возможность решить одну из основных задач

и показать персоналу, над чем следует работать, какие ресурсы применять в процессе и с какой скоростью выполнять те или иные задачи. Вся информация подаётся в сжатом виде, без использования запутанных таблиц и огромного количества текста. При этом суть ясна и понятна всем, без исключения, участникам проекта.

Список этапов по реализации целей проекта представим в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Список этапов проекта

Наименование работы	Дата начала	Дата окончания
Разработка проекта строительства	01.01.2019	31.01.2019
Анализ поставщиков необходимых материалов	16.02.2019	28.02.2019
Закупка материалов и оборудования	01.03.2019	30.04.2019
Доставка оборудования и материалов до котельной	01.05.2019	31.05.2019
Составление плана работ	08.06.2019	08.06.2019
Выполнение работ по монтажу	09.06.2019	01.11.2019
ПНР и автоматизация котельной установки	01.11.2019	20.12.2019

План-график Ганта представим на таблице 4.4.

Таблица 4.4 – План-график Ганта проект

Наименование работы	2019 г.											
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Разработка проекта строительства												
Анализ поставщиков необходимых материалов												
Закупка материалов и оборудования												
Произвести доставку нового оборудования и материалов												
Составление плана работ												
Выполнение работ по монтажу												
ПНР и автоматизация котельной установки												

Заключение по 4-й главе:

В 4-й главе приведена карта сегментирования рынка, график Ганта, выполнен расчет себестоимости и срока окупаемости проекта,

Отказ от централизованного теплоснабжения и монтаж новой блочно-модульной котельной для обеспечения нужд фабрики позволит снизить затраты тепловую энергию, себестоимость отпускаемой тепловой энергии котельной составила 1181 руб./Гкал, срок окупаемости строительства составляет 4,2 года.

Снижение затрат на тепло позволяет снизить себестоимость выпускаемой продукции, а также повышает конкурентоспособность фабрики на рынке кондитерских изделий.