

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Энергетический факультет
Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»
Направление подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент,
Инженер по эксплуатации,
ООО «Т2 МОБАЙЛ»

_____ Э.В. Семова
« ____ » _____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
«Промышленная теплоэнергетика»

к.т.н., доцент
_____ К.В. Осинцев
« ____ » _____ 2019 г.

**Модернизация источника теплоснабжения ООО «Т2 Мобайл»
в г. Челябинске по адресу ул. Витебская 4**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ПО ПРОГРАММЕ МАГИСТРАТУРЫ
«ОПТИМИЗАЦИЯ ТОПЛИВОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ»
ЮУрГУ–13.04.01.2019.234.04. ПЗ ВКР

Руководитель магистерской
программы, д.т.н., профессор
_____ Е.В. Горопов
« ____ » _____ 2019 г.

Руководитель работы,
к.т.н., доцент
_____ Л.Е. Лымбина
« ____ » _____ 2019 г.

Автор работы,
магистрант группы П-289
_____ В.Ю. Бурдаков
« ____ » _____ 2019 г.

Челябинск 2019

АННОТАЦИЯ

Бурдаков В.Ю. Модернизация источника теплоснабжения ООО «Т2 Мобайл» в г. Челябинске по адресу ул. Витебская 4. – Челябинск: ЮУрГУ, ПИ, Э; 2019, 85 с., 25 табл., библиогр. список – 49 наим., 6 листов чертежей ф.А1, 2 демонстрационных листа ф.А1.

В выпускной квалификационной работе магистранта модернизирован источник теплоснабжения, вследствие морально изношенного и устаревшего оборудования старой котельной.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 10-ти глав, заключения, библиографического списка и приложения.

Во введении описана главная задача автономной котельной, а также описаны задачи и цели проекта.

В первой главе приведено обоснование и актуальность разработки автономной котельной.

Во второй главе описаны нормативно-правовые акты РФ, учебно-методическая литература, а также интернет-ресурсы, которые были использованы при написании работы.

В третьей главе проведено сравнение отечественных и зарубежных аналогов котла.

В четвертой главе была рассмотрена актуальность проблем энергосбережения в РФ и нормативная правовая база.

В пятой главе был проведен расчет тепловых нагрузок, тепловой расчет котла, тепловой расчет газопоршневого агрегата

В шестой главе выявлены опасные и вредные производственные факторы, рассмотрены вопросы безопасности производственных процессов и оборудования.

В седьмой главе была рассмотрена научная часть выпускной квалификационной работы.

В восьмой главе были рассмотрены основные принципы автоматизации оборудования мини-ТЭЦ, в т.ч. особенно газопоршневой агрегат.

В девятой главе были рассмотрены опасные вредные факторы для работающего персонала и методы их предостережения.

В десятой главе была произведена экономическая часть выпускной квалификационной работы, подтверждающая экономическую целесообразность проекта, также приведены расчеты.

					<i>13.04.01.2019.234.04 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						2
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОБОСНОВАНИЕ И АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ	6
2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ	8
3 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ АНАЛОГОВ КОТЛА КВ-ГМ-1,00-115Н	10
4 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	13
5 МОДЕРНИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ООО «Т2 МОБАЙЛ» В Г. ЧЕЛЯБИНСКЕ ПО АДРЕСУ УЛ. ВИТЕБСКАЯ 4	16
5.1 Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение.....	16
5.1.1 Исходные данные.....	16
5.1.2 Сезонная нагрузка.....	16
5.1.3 Расход тепла на отопление.....	16
5.1.4 Расход теплоты на вентиляцию	18
5.1.5 Круглогодичная тепловая нагрузка.....	20
5.2 Тепловой расчет котла КВ – ГМ – 1,00 – 115Н	22
6 ЭКОЛОГИЯ	33
6.1 Воздействие объекта на окружающую среду. Воздействие объекта на атмосферный воздух	33
6.2 Расчет концентрации вредных выбросов окислов азота.....	34
6.3 Расчет минимальной высоты трубы.....	37
7 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ: ПОГОДОЗАВИСИМОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ (SCADA СИСТЕМА)	42
7.1 Концепция SCADA – систем	42
7.2 Погодозависимое регулирование	43
7.3 Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение.....	45
7.3.1 Расход тепла на отопление.....	45
7.3.2 Расход теплоты на вентиляцию	47
7.3.3 Круглогодичная тепловая нагрузка.....	48
7.4 Применение погодозависимого регулирования.....	50
7.4.1 Расход тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение	51
7.5 Заключение	53
8 КОНТРОЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИКА	54
8.1 Автоматизация систем отопления и вентиляции.....	55
8.2 Дополнительное оборудование автономной котельной (система SCADA)	56
8.3 Схема автоматизации объекта	56
9 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	57

									Лист
									3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2019.234.04 ПЗ				

9.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	58
9.2 Пожаровзрывобезопасность.....	60
9.3 Электробезопасность	62
10 ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ.....	63
10.1.1 Смета капитальных затрат двух возможных проектных решений	64
10.1.2 Смета текущих затрат двух возможных проектных решений	66
10.1.3 Сравнение предлагаемых проектных решений автономных котельных.....	69
10.2 SWOT-анализ проектных решений источников теплоснабжения.....	69
10.3 Матрица ранжирования мероприятий по повышению энергетической эффективности системы теплоснабжения	70
10.4 Построение модели причинно-следственной диаграммы	71
10.5 Построение модели пирамиды целеполагания и дерева целей.....	72
10.6 Модель поля сил эффективности реализации проекта	76
10.7 План-график Ганта по реализации цели	78
10.8 Энергетическое обслуживание	79
10.11 Основные технико-экономические показатели котельной.....	80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	81
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	82

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, с неустойчивой экономической позицией на рынке, строительство любых промышленных технологических объектов связано с различными трудными ситуациями в финансовом плане, если вообще строительство может быть доступно. Но в абсолютно любой период времени, при различных сложных в экономическом плане ситуациях, существует целый ряд отраслей промышленности, без участия в развитии которых, невозможно хорошее, бесперебойное функционирование хозяйства, невозможно поддержание необходимых нужд по тепловой энергии. К этим направлениям и относится энергетика, которая дает нам комфортабельные условия жизнедеятельности жителей, как в бытовых и хозяйственных делах, так и на производстве в целом[27].

Выявление показателей доказали экономическую выгоду сохранения преобладающего процента участия крупных отопительных котельных агрегатов в употреблении общего использования тепловой энергии в мире в целом[27].

Энергоснабжение ответственных объектов должно осуществляться в постоянном и бесперебойном режиме. Для этого проектировщики электростанций разрабатывают все новые, более эффективные и надежные конструкции, оптимизируют начинку силовых установок и подбирают наиболее экономные виды топлива. Одним из способов решения задачи бесперебойного энергоснабжения является подключение резервных станций. В частности, автономные котельные позволяют с небольшими затратами обеспечить поддержку теплоснабжения потребителей в условиях отключения основного источника. Такие объекты в зависимости от версии могут использоваться и в промышленности, и в обслуживании общественных объектов, а также в бытовых нуждах рядовых потребителей[29].

В данной выпускной квалификационной работе разрабатывается автономная котельная на базе котлов КВ-ГМ, которая находится на территории здания в г. Челябинске по адресу ул. Витебская 4. В перспективе предусматривается замена физически изношенных, морально устаревших и малоэкономичных систем трубопроводов от центрального отопления (подведенные от АО «Полет») автономной котельной (на базе 4-ех котлов Смоленск - 1), мощностью каждого 1,00 МВт.

					<i>13.04.01.2019.234.04 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

1 ОБОСНОВАНИЕ И АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ

В текущий момент действующая котельная с оборудованием физически изношена и морально устарела, что неблагоприятно сказывается на получение качественной тепловой энергии. Разработка новой автономной котельной вместо старого объекта позволит повысить экономичность производств тепловой энергии, за счет комбинированной схемы, с учетом получаемой ранее централизованно тепловой энергии. Экономически это выгодно, так как обслуживаемый объект находится на достаточно удаленном расстоянии от теплосетей, состояние которых оставляет желать лучшего. Таким образом мы обеспечиваем необходимой тепловой энергией удаленный объект, экономим на ремонте тепловых сетей, а также получаем независимый источник тепловой энергии с возможностью погодного регулирования, что позволит экономить на тепловой энергии порядка 25%.

Проектом предусматривается постановка 4 водогрейных котлов марки КВ-ГМ-1,00-115Н (Смоленск-1), мощностью 1,00 МВт, дополнительно с резервным котлом (4 шт с учетом резервного котла). В качестве топлива автономная котельная использует природный газ по ГОСТу 5542-87. Низшая теплота сгорания газа $Q_n=8800$ ккал/м³.

В автономной котельной организована система приточно-вытяжной вентиляции в размере 3х кратного воздухообмена.

Дымовые газы от котла выбрасываются через общий газоход через дымовую трубу диаметром 400 мм и высотой 20 м.

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

- установки умягчения подпиточной воды водогрейных котлов HYDRO-TECH SSF 1354-7700SEM;
- коррекционной обработки воды реагентом HydroChem 140 для удаления растворенного кислорода.

Давление газа на вводе в котельную 0,42 МПа. В помещении котельного зала устанавливается ГРУ, где давление снижается до низкого. Из ГРУ газ выходит с давлением 0,02 Мпа. Для редуцирования газа устанавливаются регуляторы давления фирмы ООО «Газприбор» марки РДГ-50-Н. Предохранительный сбросной клапан настраивается на давление $P_{пск}=0,023$ Мпа. Предохранительный запорный клапан настраивается на давление отключения $P_{max}=0,025$ Мпа, $P_{min}=0,015$ Мпа.

На вводе газопровода в котельную установлен термозапорный клапан КТЗ-001-100-02 фирмы «Арзамас». Учет расхода газа на котельную осуществляется турбинным счетчиком СГ-16МТ-250. Продувочные и сбросные газопроводы выводятся из помещения котельной на 1 м. выше уровня карниза крыши.

Для обеспечения бесперебойной и экономической работы тепломеханического и газового оборудования котельной предусматривается необходимое количество приборов автоматического регулирования, приборов теплового контроля, средств управления, защиты и сигнализации аварийных ситуаций, а также для

					<i>13.04.01.2019.234.04 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

корректной и функциональной работы оборудования. Тепловые измерения разрабатываются в объеме, необходимом для качественного контроля за работой агрегатов и их вспомогательного оборудования. Охрана труда и техника безопасности соответствует требованиям “Правил техники безопасности при эксплуатации теплотребляющих установок и тепловых сетей потребителей” и “Правил устройства и безопасной эксплуатации водогрейных котлов”.

Для обеспечения безопасной и бесперебойной работы оборудования автономной котельной и безопасной эксплуатации, обеспечения хороших условий труда персонала, обслуживающего оборудование, в котельной предусмотрена необходимая автоматика, установка КИП и приборов безопасности, доступных для наблюдения и проверки оборудования, установка сигнализаторов загазованности помещения, контроль за содержанием вредных веществ.

Все тепловыделяющее оборудования, воздухопроводы котельной изолированы, температура поверхности изоляции не превышает +45°C.

Трубопроводы маркируются по окраске, показывающей наличие данной среды в соответствии с требованиями Госгортехнадзора. Проектом предусмотрено требуемое нормами освещение помещений и оборудования.

Для защиты от пожара предусмотрена автоматическая пожарная сигнализация, установка пожарных кранов и первичных средств пожаротушения. Для обслуживающего и дежурного персонала, предусмотрены бытовые, служебные и технические помещения с необходимым набором инструмента и средств индивидуальной защиты.

					<i>13.04.01.2019.234.04 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Проект разработан согласно распоряжению Правительства РФ «Энергетической стратегии России до 2030 года» от 13 ноября 2009 [16], а также постановлению Законодательного Собрания Челябинской области «Стратегии развития Челябинской области до 2020 года» от 25 октября 2007 г. [14].

Энергетическая стратегия России поставляет долгосрочные цели и направления развития энергетики страны на будущий этап, приоритетные задачи, ориентиры, и контрольные механизмы политики в энергетике на различных этапах реализации целей, позволяющие достичь предстоящих целей [16]. Главными направлениями перспективного развития отраслей энергетики в целом, предусмотренными [16], являются:

- вывод на путь инновационных технологий и энергоэффективного развития;
- увеличение масштабов производства энергетических ресурсов;
- разработка конкурентноспособной рыночной среды на мировом и европейском рынках;
- постепенный переход в мировую энергетическую систему.

При разработке проекта по возведению мини-ТЭЦ была использована следующая учебно-методическая и нормативно-справочная литература:

Основным документом при написании раздела «Вопросы экологии» является Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ [26].

Раздел «Энергосбережение» выполнен в соответствии с «Федеральным законом РФ от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» [25].

Тепловой расчет котельного агрегата выполнен согласно нормативному методу [23] и СП 89.13330.2012. Котельные установки/Актуализированная редакция СНиП II-35-76 [19].

При написании раздела «Безопасность жизнедеятельности» применены следующие основные нормативные документы:

- ГОСТ 12 0 003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы [5].
- ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность [6].
- СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов [17].

Также для раскрытия раздела «Безопасность жизнедеятельности» был использован учебник "Безопасность жизнедеятельности в энергетике" [3], в котором были приняты к рассмотрению организационные и правовые основы, способы и средства обеспечения безопасности жизнедеятельности персонала промышленного объекта любой организационной формы, в т.ч. энергетики в целом. Больше всего внимания было уделено именно вопросам обеспечения безопасности персонала промышленных объектов, связанного в первую очередь с обслуживанием, ремонтом и наладкой оборудования.

Правовое регулирование связано с приказами федеральных подразделений: приказ Минтруда России №551н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации тепловых энергоустановок», приказы Ростехнадзора № 116 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасно-

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

сти, правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» и № 533 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения».

Обязательным при разработке котельной является изучение правил, которым необходимо следовать при решении тех или иных задач. Основными при разработке источника теплоснабжения с требуемыми параметрами являются такие своды правил, как например «СП 89.13330. 2012. Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76», «СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001», «СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003». Эти документы устанавливают требования к проектированию, строительству, требования к их безопасности и эксплуатационным характеристикам.

В процессе оформления выпускной квалификационной работы требовалось соблюдение правил и норм, изложенных в СТО ЮУрГУ 04–2008 «Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению» [22].

					<i>13.04.01.2019.234.04 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

3 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ АНАЛОГОВ КОТЛА КВ-ГМ-1,00-115Н

От эффективности работы котельных агрегатов зависит благоприятный уровень условий труда, экономия энергоресурсов и стабильность работы всего предприятия. А при действующей ситуации на рынке - повышение цен на газ, интерес к высокоэффективному оборудованию значительно возрос.

Современные тенденции таковы, что производители котельных установок являются одними из лидеров по инновациям в энергетике. Эта отрасль за последние годы сделала большой шаг вперед в плане развития технологий производства больших и маленьких промышленных котельных агрегатов и установок. В связи с этим возникает вопрос: смогли ли российские котельные предприятия уловить этот тренд и не отставать от зарубежных производителей?

Мнение экспертов различны, и отвечают на этот вопрос по-разному. Некоторые отечественные специалисты заявляют, что отечественные компании критически отстали от ведущих мировых производителей в технологиях по производству энергетического оборудования. Однако собственно российские производители котлов смотрят на ситуацию более оптимистично; не отрицая того, что в некоторых компонентах они отстают от зарубежных конкурентов, они все же заявляют, что во многом наши котлы не уступят иностранным машинам. Вместе с тем, все признают, что надо уделять больше внимания внедрению передовых разработок в производстве котлов, ведь только в этом случае отечественная отрасль останется конкурентоспособной.

Как отмечают специалисты, именно рынок дает толчок производителям котлов на постоянное развитие, поскольку заказчики требуют все более современное оборудование, с большей системой автоматизации, повышения надежности и экологических показателей, не забывая про энергоэффективность. Сегодняшний российский рынок котельного оборудования во многом повторяет путь, который за последние десятилетия прошла Европа. Это, прежде всего, рост требований к качеству и комфортности. Конечно, что касается проблем экономии и вредного воздействия на окружающую среду, то здесь, в силу различных обстоятельств, например, низких цен на энергоресурсы, мы серьезно отстаем от Европейских брендов. Однако определенные подвижки есть и в этих направлениях, и крупнейшие отечественные производители котлов пытаются сравняться по этим компонентам с иностранными компаниями, которые уже давно предлагают такие решения.

Отметим, что сейчас котельная промышленность России – одна из самых больших отраслей энергетической промышленности нашей страны: у нас более двадцати крупных котельных заводов. Основные отечественные производители котлов для строительства новых энергоблоков – это компании «ЗиО-Подольск» (входит в холдинг «Атомэнергомаш») и «ЭМАльянс», включающая Таганрогский завод «Красный котельщик» (входит в концерн «Силловые машины»), «Бийский Котельный Завод». Крупные иностранные производители котлов, представленные на российском рынке, – это, прежде всего, CMI Energy, Viessmann, Alstom. Хабинский котельный завод - китайский производитель, в последнее

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2019.234.04 ПЗ					

время действует на российском рынке особенно активно, напроць уничтожающее распространённое мнение, что китайская продукция выгодно отличается от европейской цены, но уступает по качеству и внедрению передовых технологий и автоматизации. За последние годы Харбинский котельный завод увеличил свое присутствие на российском рынке именно за счет того, что предлагает самое современное котельное оборудование.

Но, нельзя не признать: длительное отсутствие инвестиций в разработки новейших решений наложило свой отпечаток на отечественное котлостроение. Российскими компаниями зачастую приходится покупать лицензии на проектирование, изготовление и монтаж котлов-утилизаторов у мировых производителей. Это при том, что не каждую технологию иностранцы готовы продать. Например, в последние годы мировые лидеры котлостроения активно внедряют в свои технологические схемы интегрированные платформы электронных устройств, позволяющие удаленно управлять генерацией и распределением тепла, чем, собственно, пока Российские производители похвастаться не могут.

Впрочем, и к российским производителям котлов постепенно приходит понимание того, что, если не уделять внимания инновациям, легко можно потерять даже собственный рынок, особенно в условиях вступления в ВТО. Не говоря уж о невозможности проникновения на зарубежные рынки с морально устаревшей продукцией.

Как говорят в руководстве котельного завода «Красный котельщик», «при проектировании современных объектов теплоэнергетики невозможно обойтись без автоматизации. В связи с этим большое внимание мы стали уделять не столько котлам, сколько другим сопутствующим моментам». По их словам, котлы, производимые российскими заводами, каждую технологию иностранцы готовы продать. Например, в последние годы мировые лидеры котлостроения активно внедряют по своим технологическим и конструктивным качествам ничуть не уступают импортным; уступает российская техника прежде всего в топках, автоматике и химводоподготовке. Поэтому сейчас российские заводы и специалисты, которые работают в данной отрасли, больше внимания уделяют топкам, турбинам, насосам и всевозможному именно вспомогательному оборудованию. В последнее время отрасль значительно продвинулась здесь вперед[14].

Газовые котлы производителя из России просты в управлении, неприхотливы в эксплуатации. Они превосходно адаптированы к непростым условиям использования, сложившимся в нашей стране. Газовый котел российского производства неприхотлив к давлению природного газа в магистрали, энергонезависим, а главное – он дешев, что очень важно в условиях нынешнего рынка.

Котельные установки зарубежного производства высокотехнологичны, а значит, дороги. Кроме того, не все они адаптированы к русским условиям эксплуатации. Поэтому приобретать дорогую и капризную для России зарубежную технику просто нецелесообразно. Лучше покупать отечественные газовые котлы, ведь при их конструировании специалисты учли климатические особенности нашей страны, очень важно в условиях нынешнего рынка специфику подачи газа потребителю, и многие другие приятные мелочи.

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2019.234.04 ПЗ					

Сравнение котла КВ-ГМ-2,32-95Н с его зарубежными аналогами приведено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Сравнение котла КВ-ГМ-1,00-115Н и его зарубежных аналогов

Марка котла	Достоинства	Недостатки	Цена, тыс. руб
Котлы КВ-ГМ-1,00-115Н Россия	<ul style="list-style-type: none"> - повышенная надежность - технологические и конструктивные качества - поддержка государства предприятия - адаптированы к непростым условиям использования - цена 	<ul style="list-style-type: none"> - отсутствие современной автоматики; - отсутствие комфорта и передовых разработок 	1 093
Котлы Miura Boiler Корея	<ul style="list-style-type: none"> - внедрение передовых разработок в производстве котлов; - повышенная надежность и экологические показатели; - большая автоматизация; - качество и комфортность. 	<ul style="list-style-type: none"> - дорогое оборудование - политические и экономические санкции 	2 613
Котлы Viessman Германия	<ul style="list-style-type: none"> - внедрение передовых разработок в производстве котлов; - повышенная надежность и экологические показатели; - большая автоматизация; - качество и комфортность. 	<ul style="list-style-type: none"> - дорогое оборудование - политические и экономические санкции 	3 789

энергию и тепловую для подключения к электро и тепловым сетям, очень ведут к значительным окончательным тратам и даже к пересмотру условий приведенных подключений. Помимо этого, всегда отмечается, что эффект экономии топливно-энергетического ресурса от централизации систем теплоснабжения чаще всего стремится к минимуму, вследствие того, что КПД промышленных и отопительных котельных держится на уровне КПД котлов, а также из-за тепловых потерь и потерь от утечек при подаче горячей воды на огромные дистанции, которые могут достичь 20-25%.

На эксплуатируемых в настоящее время котельных можно выявить следующие недостатки:

- большой физический и моральный износ оборудования;
- отсутствие систем автоматики или их низкая эффективность;
- несовершенство газогорелочных устройств;
- плохая теплоизоляция;
- образование отложений на поверхностях нагрева;
- неплотности газоходов.

Исходя из этого можно предложить направления реконструкции и модернизации котельных[34].

Снижение потерь теплоты с уходящими газами:

- поддержание оптимального коэффициента избытка воздуха в топке котла и снижение присосов воздуха по его тракту;
- поддержание чистоты внутренней и наружной поверхностей нагрева, что позволяет увеличить коэффициент теплопередачи;
- увеличение площадей хвостовых поверхностей нагрева;
- перевод котлов на природный газ.

Для уменьшения интенсивности образования солевых отложений на поверхностях теплообмена предполагается совершенствование системы водоподготовки. В зависимости от требуемых показателей качества воды (жесткость, окисляемость, сухой остаток, содержание взвешенных веществ) рекомендуют ту или иную технологию водоподготовки (фильтрование, отстаивание, осаждение, десорбция, химводоочистка)).

Замена обмуровки котлов малой мощности из традиционных материалов позволяет снизить теплотери в определённой среде за счёт теплоотдачи с наружных нагретых поверхностей в 1,5-2 раза, что повысит общий КПД котельной на 1,5-2% [34].

В дипломном проекте предполагается установка котла КВГМ-3,5-115, работающего на природном газе. В целом котельная автономна, т.е. не требует вмешательства в работу человека, что позволит исключить отказы, сбои из-за человеческого фактора. Котлы оборудованы современными системами погодозависимой автоматики, которая предполагает автоматическое оперативное регулирование параметров теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха. Это обеспечит экономичность работы в любом режиме.

Предполагается установка частотных регуляторов приводов насосов для того, чтобы регулировать их параметры в зависимости от требуемого расхода. В целом котельная автономна. Насос не будет работать постоянно на полную

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

мощность, а при необходимости снижения подачи перепускать часть воды из выходного патрубка во входной. Вместо этого будет регулироваться частота вращения для обеспечения требуемой подачи, что позволит снизить энергопотребление котельной на собственные нужды.

Вся автоматика управляется единым блоком, что и позволяет исключить из работы человека.

Также котельная разрабатывается двухконтурная. Это обосновано, во-первых, современными требованиями, а во-вторых, надежностью оборудования. Теплосеть в данном районе построена давно, следовательно, имеют место быть утечки, частые ремонты, коррозия и перенос по сети механических частиц. Рубашка котла имеет цельный корпус с патрубками в верхней части, следовательно, при попадании в нее механических частиц, чистка рубашки котла не представляется возможной. Также водоподготовка для котельного контура дороже, чем для теплосети, следовательно, утечки теплоносителя будут иметь плохие последствия в финансовом плане.

Предполагается установка двух пластинчатых теплообменника фирмы «Ридан». Теплообменник устанавливается для возможности бесперебойного теплоснабжения, хоть и со снижением параметров, при выходе из строя или плановой очистке одного из них. Пластинчатые теплообменники компактнее используемых сейчас кожухотрубных, имеют более высокий по сравнению с ними коэффициент теплопередачи, меньшую металлоемкость, проще обслуживание.

Примененные в проекте технологии позволяют снизить расход топлива и использовать теплоту сгорания этого топлива более рационально. Снижение расхода топлива положительно скажется на окупаемости проекта.

					<i>13.04.01.2019.234.04 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						15
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

5 МОДЕРНИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ООО «Т2 МОБАЙЛ» В Г. ЧЕЛЯБИНСКЕ ПО АДРЕСУ УЛ. ВИТЕБСКАЯ 4

В рамках модернизации источника теплоснабжения ООО «Т2 МОБАЙЛ» для административного здания необходимо определить – требуемые для покрытия тепловые нагрузки на систему отопления, вентиляцию и горячее водоснабжение.

По рассчитанным тепловым нагрузкам производится подбор необходимого оборудования.

5.1 Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение

5.1.1 Исходные данные

1. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки: $t_{н.о} = -34$ °С;
2. Расчетная температура для проектирования вентиляции $t_{н.в} = -34$ °С;
3. Продолжительность работы системы отопления $n_0 = 218$ сут.
4. При расчете нагрузок учитывается температура воздуха внутри помещений, которая может быть +18 °С или +20 °С. При температуре наружного воздуха для проектирования систем отопления $t_{н.о} \leq -30$ °С, температура воздуха внутри помещений принимается +20 °С, при $t_{н.о} > -30$ °С, температура воздуха внутри помещений +18 °С. Для г. Челябинск $t_{н.о} = -34$ °С, следовательно, тогда принимаем $t_v = +20$ °С.
5. Потери энергии в тепловых сетях: 5%.

5.1.2 Сезонная нагрузка

Сезонная тепловая нагрузка испытывается не постоянно, а носит периодический, сезонный характер. Изменение сезонной нагрузки зависит главным образом от климатических условий района строительства источника теплоснабжения. К сезонной нагрузке относится нагрузка на отопление и вентиляцию.

5.1.3 Расход тепла на отопление

Определять максимальный часовой расход тепловой энергии на систему отопления будем по формуле (5.1):

$$Q_0 = a \cdot q_0 \cdot V \cdot (t_g - t_{н.о}) \cdot 10^{-6} \quad (5.1)$$

где a – поправочный коэффициент, учитывающий климатические условия района строительства здания и применяемый в случаях, когда расчетная температура наружного воздуха отличается от $t_{н.о} = -30$ °С;

q_0 – удельная тепловая характеристика здания при $t_{н.о} = -30$ °С, Вт/(м³·°С);

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2019.234.04 ПЗ				

V – объём отапливаемой части здания по внешнему обмеру, м³ (высоту отсчитывают от поверхности земли);

t_b – средняя температура воздуха в помещениях отапливаемого здания, °С;

$t_{н.о}$ – температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С.

С помощью формулы (5.1) мы сможем определить максимальный часовой расход тепла на систему отопления по укрупненным показателям.

Далее произведем расчет тепловой нагрузки на отопление конкретных потребителей, а после рассчитаем общую тепловую нагрузку.

Поправочный коэффициент a определяем по формуле (5.2):

$$a = 0,54 + \frac{22}{(t_b - t_{н.о})} \quad (5.2)$$

$$a = 0,54 + \frac{22}{(20 - (-34))} = 0,947$$

Удельная тепловая характеристика здания:

$$q_0 = 0,37 \text{ Ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{°С})$$

Строительный объём здания по формуле (5.3):

$$V = a \cdot b \cdot c \quad (5.3)$$

где a, b, c – размеры здания: соответственно, длина, ширина и высота, м.

$$V = 176 \cdot 19,12 \cdot 15 = 50472 \text{ м}^3$$

Максимальный часовой расход тепловой энергии на отопление определяем по формуле (5.1):

$$Q_{0i}^{\max} = 0,947 \cdot 0,37 \cdot 50472 \cdot (20 + 34) \cdot 10^{-6} = 0,955 \text{ Гкал}/\text{ч}$$

$$Q_{0i}^{\max} = 0,955 \cdot 1,163 = 1,11 \text{ МВт},$$

Рассчитаем среднюю отопительную нагрузку по формуле (5.4):

$$Q_0^{cp} = Q_0^{\max} \cdot \frac{t_b - t_{н.о}^{cp.о}}{t_b - t_{н.о}}, \quad (5.4)$$

где t_b – температура воздуха внутри помещения, +20 °С;

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$t_n^{cp.o}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период;

$$t_n^{cp.o} = -6,5 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$t_{n.o}$ – расчетная температура наружного воздуха в холодный период для проектирования отопления, $t_{n.o} = -34 \text{ } ^\circ\text{C}$.

$$Q_0^{cp} = 1,29 \cdot \frac{20 - (-6,5)}{20 - (-34)} = 0,63 \text{ МВт}$$

Рассчитаем нагрузку на систему отопления при $t_n = +8 \text{ } ^\circ\text{C}$ по формуле (5.5):

$$Q_0^{+8} = Q_0^{\max} \cdot \frac{t_e - t_n}{t_e - t_{n.o}} \quad (5.5)$$

$$Q_0^{+8} = 1,29 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-34)} = 0,29 \text{ МВт}$$

При летнем режиме $t_n > 8 \text{ } ^\circ\text{C}$ нагрузка на отопления и вентиляцию отсутствует. Рассчитанные значения Q_0 сведем в таблицу 1.

5.1.4 Расход теплоты на вентиляцию

Определим максимальный часовой расход тепловой энергии на вентиляцию по укрупненным показателям по формуле (5.6):

$$Q_e = q_e \cdot V \cdot (t_e - t_{n.e}) \cdot 10^{-6} \quad (5.6)$$

где q_e – удельная тепловая характеристика здания для вентиляции, Вт/(м³·°C);

V – объем отапливаемой части здания по наружному обмеру, м³;

t_e – средняя температура воздуха в помещениях вентилируемого здания, °C;

$t_{n.e}$ – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года для вентиляции, $t_{n.e} = -34 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Удельная тепловая характеристика здания, то есть количество тепла, теряемого 1 м³ объема здания за один час при разности внутренней и наружной температуры в 1°С:

$$q_e = 0,29 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Средняя температура воздуха в помещениях вентилируемого здания:

$$t_g = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Строительный объем здания по формуле (5.3):

$$V = 176 \cdot 19,12 \cdot 15 = 50472 \text{ м}^3$$

Максимальный часовой расход тепловой энергии на вентиляцию определяем по формуле (5.6):

$$Q_g = 0,29 \cdot 50472 \cdot (20 + 34) \cdot 10^{-6} = 0,789 \text{ Гкал/ч}$$

$$Q_{gi}^{\max} = 0,789 \cdot 1,163 = 0,919 \text{ МВт}$$

Определим среднюю нагрузку на вентиляцию по формуле (5.7):

$$Q_g^{cp} = Q_g^{\max} \cdot \frac{t_g - t_n^{cp.o}}{t_g - t_{n.g}} \quad (5.7)$$

где t_g – температура воздуха внутри помещения, $+20 \text{ }^\circ\text{C}$;

$t_{n.g}$ – расчетная температура наружного воздуха в холодный период для проектирования системы вентиляции, $t_{n.g} = -34 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$Q_g^{cp} = 1,068 \cdot \frac{20 - (-6,5)}{20 - (-34)} = 0,522 \text{ МВт}$$

Определим нагрузку на вентиляцию при $t_n = +8 \text{ }^\circ\text{C}$ по формуле (5.8):

$$Q_g^{+8} = Q_g^{\max} \cdot \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n.g}} \quad (5.8)$$

$$Q_g^{+8} = 1,068 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-34)} = 0,237 \text{ МВт}$$

На летнем режиме, когда $t_n > 8 \text{ }^\circ\text{C}$ нагрузка на системы отопления и вентиляции отсутствует. При наружной температуре воздуха $t_{n.g} \leq -34 \text{ }^\circ\text{C}$, расход теплоты на вентиляцию остаётся равным $Q_g^{\max} = 0,335 \text{ МВт}$ для обеспечения температуры внутри помещения $t_g = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Далее рассчитаем круглогодичную тепловую нагрузку на источник теплоснабжения.

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

5.1.5 Круглогодичная тепловая нагрузка

К круглогодичной тепловой нагрузке относят нагрузку на горячее водоснабжение потребителей. Круглогодичная нагрузка зависит от благоустройства жилых зданий, состава населения.

Нагрузка на горячее водоснабжение имеет неравномерный характер в течении суток и по дням недели.

Средненедельный расход теплоты на горячее водоснабжение в отопительный период определим по формуле (5.9):

$$(Q_{ГВС}^{ср.н})_з = \frac{1,2 \cdot z \cdot (a + b) \cdot c_p \cdot (55 - t_x^з)}{n_c} \quad (5.9)$$

где $z = 750$ чел. – количество единиц измерения (количество людей);

$a = 100$ л/сут – норма расхода горячей воды на единицу измерения;

b – норма расхода на 1 человека для общественных зданий;

c_p – удельная изобарная теплоемкость воды;

$t_x^з$ – температура холодной воды, для зимы принимаем $+5$ °С;

$n_c = 86400$ с/сут – расчетная длительность подачи воды на ГВС.

$$(Q_{ГВС}^{ср.н})_з = \frac{1,2 \cdot 750 \cdot (100 + 25) \cdot 4190 \cdot (55 - 5)}{86400} = 0,272 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

Средненедельный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение в летний период определим по формуле (5.10):

$$(Q_{ГВС}^{ср.н})_л = \frac{0,8 \cdot (Q_{ГВС}^{ср.н})_з \cdot (55 - t_x^л)}{55 - t_x^з} \quad (5.10)$$

где $t_x^л$ – температура холодной воды, для лета принимаем $+15$ °С [17].

$$(Q_{ГВС}^{ср.н})_л = \frac{0,8 \cdot 0,272 \cdot 10^6 \cdot (55 - 15)}{55 - 5} = 0,174 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

Далее определяется средний расход теплоты на горячее водоснабжение за сутки наибольшего водопотребления по формуле (5.11):

$$Q_{ГВС}^{ср.с} = k_n \cdot (Q_{ГВС}^{ср.н})_з \quad (5.11)$$

где $k_n = 1,2$ – коэффициент недельной неравномерности [17].

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q_{ГВС}^{cp.c} = 1,2 \cdot 0,272 \cdot 10^6 = 0,326 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

Расчетный расход теплоты на горячее водоснабжение по формуле (5.12):

$$Q_{ГВС}^{\max} = k_c \cdot Q_{ГВС}^{cp.c} \quad (5.12)$$

Расчетные значения тепловых нагрузок потребителей представлены в таблице 5.1.1.

Таблица 5.1.1 – Тепловые нагрузки потребителей

Наименование нагрузки	Температура наружного воздуха				
	$t_{\text{HO}} = -34^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{H}}^{\text{XM}} = -7,5^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{H}}^{\text{cp.c}} = 0^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{H}} = 8^{\circ}\text{C}$	$t > 8^{\circ}\text{C}$
Q_o , МВт	1,11	0,58	0,42	0,29	0
$Q_{ГВС}$, МВт	0,64	0,64	0,64	0,64	0,274
Q_b , МВт	0,92	0,47	0,34	0,21	0
Q_{Σ} , МВт	2,67	1,69	1,40	1,14	0,27

График изменений нагрузок от температуры наружного воздуха представлен на рисунке 5.1.

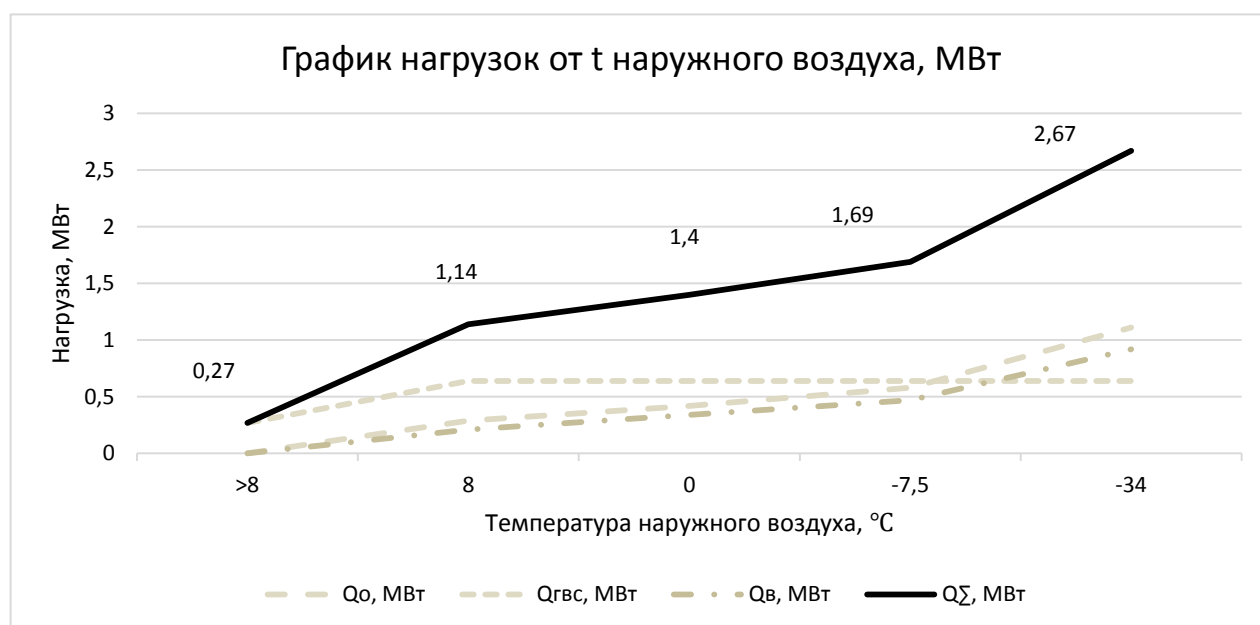


Рисунок 5.1 - График нагрузок от температуры наружного воздуха

График изменения нагрузок от температуры наружного воздуха наглядно показывает нам изменение нагрузок, при переходе котельной из летнего режима на зимний, и наоборот.

5.2 Тепловой расчет котла КВ – ГМ – 1,00 – 115Н

Расчет водогрейного котла, предназначенного для нагрева сетевой воды. Топливом является природный газ.

Характеристика топлива (природный газ):

$\text{CH}_4=97,21\%$; $\text{C}_2\text{H}_6=1,07\%$; $\text{C}_4\text{H}_{10}=0,21\%$; $\text{N}_2=0,88\%$; $\text{CO}_2=0,02\%$;

Плотность газа $\rho=0,695 \text{ кг/м}^3$, при температуре 0°C и давлении $0,010132 \text{ МПа}$

Коэффициент избытка воздуха $\alpha=1,05$

Теоретический необходимый объем воздуха $\left(\frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}\right)$, (5.13)

$$V_6^0 = 0,0476 \cdot \left[0,5 \cdot (\text{CO} + \text{H}_2) + \sum \left(m + \frac{n}{4} \right) \text{C}_m\text{H}_n - \text{O}_2 \right] \quad (5.13)$$

Теоретические объемы продуктов сгорания топлива

а) объем трехатомных газов $\left(\frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}\right)$, (5.14):

$$V_{\text{RO}_2}^0 = 0,01 \cdot (\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{S} + \sum m\text{C}_m\text{H}_n) \quad (5.14)$$

$$V_{\text{RO}_2}^0 = 0,01 \cdot (0,02 + 1 \cdot 97,21 + 2 \cdot 1,07 + 8 \cdot 0,54 + 4 \cdot 0,21) = 1,045 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}\right)$$

б) объем двухатомных газов $\left(\frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}\right)$, (5.15):

$$V_{\text{N}_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,01 \cdot \text{N}_2 \quad (5.15)$$

$$V_{\text{N}_2}^0 = 0,79 \cdot 9,742 + 0,01 \cdot 0,88 = 7,705 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}\right)$$

$$V_z^0 = V_{\text{RO}_2}^0 + V_{\text{N}_2}^0 + V_{\text{H}_2\text{O}}^0 + (\alpha - 1) V^0$$

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

$$V_2^0 = 1,045 + 7,705 + 2,171 + (1,05 - 1) \cdot 11,408 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{м}^3} \right)$$

Коэффициенты избытка воздуха представлены в таблице 5.2.1.

Таблица 5.2.1 – Коэффициенты избытка воздуха

Наименование	Обозначение	Коэффициент избытка воздуха
Коэффициент избытка воздуха в топке	$\Delta\alpha_T$	1,05
Коэффициент избытка воздуха в конвективной поверхности	$\Delta\alpha_{\text{кон}}$	1,05

Характеристика продуктов сгорания в поверхностях нагрева котла представлена в таблице 5.2.2.

Таблица 5.2.2 – Характеристика продуктов сгорания в поверхностях нагрева котла

Величина	Единица	Участки конвективных поверхностей нагрева	
		Топка	Конвективный пакет
Коэффициент избытка воздуха	-	1,05	1,05
V_{RO_2}	м ³ /кг	1,045	1,045
$V_{\text{N}_2} = V_{\text{N}_2}^0 + (\alpha - 1) V^0$	м ³ /кг	8,192	8,192
$V_{\text{H}_2\text{O}} = V_{\text{H}_2\text{O}}^0 + 0,0161(\alpha - 1) V^0$	м ³ /кг	2,178	2,178
$V_2 = V_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}$	м ³ /кг	11,415	11,415
$r_{\text{RO}_2} = V_{\text{RO}_2} / V_2$	-	0,091	0,091
$r_{\text{H}_2\text{O}} = V_{\text{H}_2\text{O}} / V_2$	-	0,19	0,19
$r_6 = r_{\text{RO}_2} + r_{\text{H}_2\text{O}}$	-	0,281	0,281

Энтальпии теоретического объема воздуха и продуктов сгорания топлива представлены в таблице 5.2.3.

Таблица 5.2.3 – Энтальпии теоретического объема воздуха и продуктов сгорания топлива, кДж/кг

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

$v, ^\circ\text{C}$	$I_g^0 = V^0 \cdot (ct)_g$	$I_{\text{RO}_2} = V_{\text{RO}_2} \cdot (cv)_{\text{RO}_2}$	$I_{\text{N}_2}^0 = V_{\text{N}_2}^0 \cdot (cv)_{\text{N}_2}$	$I_{\text{H}_2\text{O}}^0 = V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot (cv)_{\text{H}_2\text{O}}$	$I_r^0 = I_{\text{RO}_2} + I_{\text{N}_2}^0 + I_{\text{H}_2\text{O}}^0$
1	2	3	4	5	6
20	379,9	-	-	-	-
100	1285,9	176,6	1001,6	327,8	1506
200	2591,4	373,1	2003,3	659,9	3036,3

Продолжение таблицы 5.2.3

1	2	3	4	5	6
200	2591,4	373,1	2003,3	659,9	3036,3
300	3926	584,2	3020,4	1005,2	4609,8
400	5280,2	806,7	4030,5	1359	6196,2
500	6663,5	1040,8	5116,1	1723,8	7880,7
600	8085,9	1277	6194,8	2099,4	9571,2
700	9537,4	1526,7	7288,9	2490,1	11305,7
800	11008,46	1780,7	8421,6	2898,3	13100,6
900	12479,5	2038,8	9577,3	3308,6	14924,7
1000	13989,5	2301,1	10740,8	3744,9	16786,8
1100	15538,5	2567,6	11904,2	4181,3	18653,1
1200	17087,5	2839,9	13060	4626,4	20525,7
1300	18811,8	3109,9	14254,2	5088,8	22452,9
1400	20224,4	3385,8	15479,3	5553,4	24418,5
1500	21812,3	3661,7	16673,9	6033,2	26368,5
1600	23410	3936,5	17898,7	6515,2	28350,4
1700	24997,9	4216,5	19123,8	7005,8	30346,1
1800	26585,9	4496,6	20356,6	7507,3	32360,5
1900	28222,6	4776,7	21612,5	8006,6	34395,8
2000	29849,5	5060,9	22837,6	8523,3	36421,8
2100	31554,3	5345,2	24093,5	9033,5	38472,2
2200	33113	5629,4	25349,5	9550,2	40529,1

Энтальпия продуктов сгорания при $\alpha > 1$, (5.16):

$$I_z = I_z^0 + (\alpha - 1)I_g^0 \quad (5.16)$$

Энтальпии продуктов сгорания представлены в таблице 5.2.4.

Таблица 5.2.4 – Энтальпия продуктов сгорания

$v, ^\circ\text{C}$	I_z^0	I_g^0	Топка	Нижний кон- вективный пакет	Верхний конвек- тивный пакет
---------------------	---------	---------	-------	-----------------------------------	---------------------------------

			$\alpha=1,05$	$\alpha=1,05$	$\alpha=1,05$
1	2	3	4	5	6
100	1506	1285,9	-	-	1570,3
200	3036,3	2591,4	-	-	3165,9
300	4609,8	3926	-	-	4806,1
400	6196,2	5280,2	-	-	6460,2
500	7880,7	663,5	-	8213,9	-

Продолжение таблицы 5.2.4

1	2	3	4	5	6
600	9571,2	8085,9	-	9975,5	-
700	11305,7	9537,4	-	11782,6	-
800	13100,6	11008,46	-	13651	-
900	14924,7	12479,5	15548,7	15548,7	-
1000	16786,8	13989,5	17486,3	17486,3	-
1100	18653,1	15538,5	19430	-	-
1200	20525,7	17087,5	21380	-	-
1400	24418,5	20224,4	25429,7	-	-
1600	2835,4	23410	29520,9	-	-
1800	32360,5	26585,9	33689,8	-	-
2000	36421,8	29849,5	37914,3	-	-
2200	40529,1	33113	42184,7	-	-

Тепловой баланс составляем в расчете на 1 кг располагаемой теплоты сгорания топлива Q_p^p . При определении Q_p^p считаем, что предварительный подогрев воздуха и топлива за счет внешнего источника теплоты отсутствует, тогда $Q_{в.н}$ и $i_{мл} = 0$, что предварительный подогрев воздуха и топлива за счет внешнего источника.

Расчет теплового баланса котельного агрегата и расхода топлива представлены в таблице 5.2.5.

Таблица 5.2.5 – Расчет теплового баланса котельного агрегата и расхода топлива

Наименование	Обозначение	Расчетная формула или способ определения	Единица	Расчет
1	2	3	4	5
Располагаемая теплота сгорания топлива	Q_p^p	$Q_n^p + Q_{в.н.} + i_{мл}$	КДж /кг	33520
Потеря теплоты от химической непол-	q_3	Табл. 4-3 [10]	%	0

				$^3=2327,55$
Полный расход топлива	V	$\frac{Q_k \cdot 100}{Q_p \cdot \eta_k}$	к Г/с	$\frac{2327,75 \cdot 10^{-3} \cdot 100}{33520 \cdot 94,2} = 0,074$

Тепловой баланс составляем в расчете на 1 кг располагаемой теплоты сгорания топлива Q_p^p . По конструктивным размерам и характеристикам, а также ее технических особенностям топки выполняем поверочный расчет теплообмена в топке, который представлен в таблице 5.2.6.

Таблица 5.2.6 – Поверочный расчет теплообмена в топке

Величина	Обозначение	Расчетная формула или способ определения	Единица	Расчет
1	2	3	4	5
Объем топки	V_m	По конструктивным характеристикам	м^3	4
Площадь лучевоспр. поверхности открытых экранов	H_n	По конструктивным характеристикам	м^2	16,1
Полная площадь стен топочной камеры	F_{cm}	По конструктивным размерам	м^2	16,7
Коэф. тепловой эффект-ти лучевосп. поверхности	Ψ_{cp}	По табл.	-	0,58
Эффективная толщина излуч. слоя пламени	s	$\frac{3,6 \cdot V_m}{F_{cm}}$	м	$\frac{3,6 \cdot 4}{16,7} = 0,86$
Полная высота топки	H_m	По конструктивным размерам	м	1
Высота расположения горелок	h_2	По конструктивным размерам	м	0,5
Относительный уровень расположения горелок	x_2	$\frac{h_2}{H_T}$	-	$\frac{0,5}{1} = 0,5$
Параметр, учитыв. характер распределения т-ры в топке	M	$0,54 - 0,2 \cdot x_2$	-	$0,54 - 0,2 \cdot 0,5 = 0,44$
Коэф. избытка воздуха на выходе из топки	α_m	По табл. 1-1	-	1,05
Температура воздуха снаружи котельной,	$t_{2в}$	По выбору (табл. 1-4 [10])	$^{\circ}\text{C}$	20

влияющей				
Энтальпия горячего воздуха	I_{zv}^0	По I-v таблице	кДж/кг	379,9
Кол-во теплоты, вносимое в топку воздухом	Q_v	$I_{zv}^0 \cdot \alpha_m$	кДж/кг	398,9
Полезное тепловыделение в топке котельного агрегата	Q_m	$Q_p^p + Q_v$	кДж/кг	33520+398,9=33918,9

Продолжение таблицы 5.2.6

1	2	3	4	5
Адиабатическая температура горения	v_a	По I-v таблице	°С	1890
Температура газов на выходе из топки	v_m''	По выбору (табл. 5-3 [10])	°С	960
Энтальпия газов на выходе из топки	I_m''	Табл. 1-4	кДж/кг	16220
Средняя суммарная теплоемк. продуктов сгорания	$V_{c_{cp}}$	$\frac{Q_m - I_m''}{v_a - v_m''}$	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	$\frac{33918,9 - 16220}{1890 - 960} = 19,03$
Объемная доля: Водяных паров	r_{H_2O}	Табл. 1-2	-	0,168
Трехатомных газов	r_{RO_2}	Табл. 1-2	-	0,077
Суммарная объемная доля трехатомных газов	r_n	Табл. 1-2	-	0,245
Произведение	pr_n^s	$p \cdot r_n \cdot s$	м · МПа	0,1 · 0,245 · 1,08 = 0,0265
Коэф. ослабления лучей: -трехатомными газами -несветящейся частью -сажистыми частицами	k_z k_{nc} k_c	Рис. 5-5 [10] Рис. 5-6 [10] Стр. 31 [10]	$\frac{1}{\text{м} \cdot \text{МПа}}$	10,2 2,499 1,24
Коэф. ослабления лучей светящейся частью пламени	k_{cv}	$k_{nc} + k_c$	$\frac{1}{\text{м} \cdot \text{МПа}}$	1,24 + 2,499 = 3,739
Степень черноты факела	a_ϕ	$ma_{cv} + (1-m)a_z$	-	0,325
Степень черноты топки	a_m	$\frac{a_\phi}{a_\phi + (1-a_\phi) \cdot \Psi_{cp}}$	-	0,425

Температура газов на выходе из топки	v_m''	Рис. 5-7 [10]	°С	1019
Энтальпия газов на выходе из топки	I_m''	Табл. 1-4	кДж/кг	16430
Общее тепловосприятие топки	Q_m'	$\varphi \cdot (Q_m - I_m'')$	кДж/кг	$0,985 \cdot (33918,9 - 16430) = 17226,6$
Средняя тепловая нагрузка лучевоспр. поверхности топки котельного агрегата	$q_{л}^{cp}$	$\frac{B_p \cdot Q_m'}{H_{л}}$	кВт/м ³	$\frac{0,074 \cdot 17226,6}{16,1} = 76,79$

Продолжение таблицы 5.2.6

1	2	3	4	5
Приращение температуры воды в топке	Δt_m	$\frac{B_p \cdot Q_m'}{c_p D_k}$	°С	$\frac{0,074 \cdot 17226,6}{4,19 \cdot 22,22} = 13,7$
Температура воды на входе в топку	t_2'	$t_m'' - \Delta t_m$	°С	$95 - 13,7 = 81,3$

Полученная температура газов на выходе из топки не отличается от предварительно принятой не более чем на $\pm 100^\circ\text{C}$, следовательно, пересчета теплообмена не требуется. Полученная температура удовлетворяет требованиям эксплуатации.

Поверочный расчет нижнего конвективного пакета представлен в таблице 5.2.7.

Таблица 5.2.7 – Поверочный расчет нижнего конвективного пакета

Величина	Обозначение	Расчетная формула или способ определения	Единица	Расчет
1	2	3	4	5
Площадь сечения для прохода газов	F	По конструктивным размерам	м ²	0,19
Полная площадь поверхности нагрева	H	По конструктивным размерам	м ²	23,2
Температура газов на входе	v_m'	Из расчета топки	°С	1019
Энтальпия газов перед фестоном	I_m'	По I-в таблице	кДж/кг	16786,8
Температура газов за фестоном	v_m''	Принимаю	°С	260

Энтальпия газов за фестоном	I_m''	По I-в таблице	кДж/ м ³	4040
Количество теплоты, отданное фестону	Q_2	$\varphi \cdot (I_m' - I_m'')$	кДж/ м ³	$0,984 \cdot (16786,8 - 4040) = 12542,85$
Средняя температура газов	v_{cp}	$0,5 \cdot (v_m' + v_m'')$	°С	$0,5 \cdot (1019 + 260) = 639,5$
Температура на выходе из топки	$t_{кон}''$	Из расчета топки	°С	83,9
Температура на входе в пакет	$t_{кон}'$	$t_{кон}'' - \frac{Q_2 \cdot B_p}{4,19}$	°С	$83,9 - (12542,85 \cdot 0,03) / 4,19 = 72,4$

Продолжение таблицы 5.2.7

1	2	3	4	5
Наибольшая разность температур	Δt_{δ}	$v_m' - t_{кон}''$	°С	$1019 - 83,9 = 935,1$
Наименьшая разность температур	Δt_m	$v_m'' - t_{кон}'$	°С	$260 - 72,4 = 187,6$
Температурный напор	$\Delta t_{кпн}$	$\frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_m}{\ln\left(\frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_m}\right)}$	°С	$\frac{935,1 - 187,6}{\ln\left(\frac{935,1}{187,6}\right)} = 465,34$
Коэффициент теплоотдачи конвекцией	α_k	$\alpha_n \cdot C_z \cdot C_s \cdot C_{\phi}$, Рис. 6-5 [10]	$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$150 \cdot 0,93 \cdot 1,07 \cdot 1,03 = 153,74$
Эффективная толщина излучающего слоя	S	$0,9 \left(\frac{4S_1 \cdot S_2}{\pi \cdot d^2} - 1 \right) \cdot d$	м	$0,9 \cdot \left(\frac{4 \cdot 0,064 \cdot 0,04}{3,14 \cdot 0,028^2} - 1 \right) \cdot 0,028 = 0,079$
Суммарная поглощательная способность трехатомных газов	$pr_n S$	$p \cdot r_n \cdot S$	м·МПа	$0,1 \cdot 0,245 \cdot 0,079 = 0,00194$
Коэф. ослабления лучей трехатомными газами	k_z	Рис. 5-5 [10]	$\frac{1}{\text{м} \cdot \text{МПа}}$	46,3
Степень черноты газов	a	Рис. 5-4 [10]	-	0,34
Коэффициент теплоотдачи излучением	α_l	Рис. 6-12 [10]	$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$0,34 \cdot 0,98 \cdot 50 = 16,66$
Коэффициент теплопередачи	k	$\alpha_k + \alpha_l$	$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$16,66 + 193,74 = 170,4$
Тепловосприятие ступени	$Q_{нкп}$	$\frac{k \cdot H \cdot \Delta t_{кпн}}{B_p \cdot 1000}$	кДж/ кг	$\frac{170,4 \cdot 23,2 \cdot 465,34}{0,03 \cdot 1000} = 12574,7$

Расхождение расчетных тепловосприятий	ΔQ	$\frac{Q_{нкл} - Q_2}{Q_2}$	%	$\frac{12574,7 - 12542,85}{12542,85} \cdot 100 = 0,25$
---------------------------------------	------------	-----------------------------	---	--

При поверочно-конструктивном расчете тепловой расчет обычно завершают на одной из конвективных поверхностей нагрева - чаще всего на второй ступени водяного экономайзера.

Результатом такого расчета является определение величины ее поверхности нагрева, расчет обычно завершают на одной из конвективных поверхностей нагрева.

Поверочный расчет верхнего конвективного пакета представлен в таблице 5.2.8.

Таблица 5.2.8 – Поверочный расчет верхнего конвективного пакета

Величина	Обозначение	Расчетная формула или способ определения	Единица	Расчет
1	2	3	4	5
Площадь сечения для прохода газов	F	По конструктивным размерам	м ²	0,19
Полная площадь поверхности нагрева	H	По конструктивным размерам	м ²	23,2
Температура газов на входе	v'_m	Из расчета нижнего конвективного пакета	°С	260
Энтальпия газов перед фестоном	I'_m	По $I-v$ таблице	к Дж/кг	4040
Температура газов за фестоном котла	v''_m	Принимаю	°С	130
Энтальпия газов за фестоном	I''_m	По $I-v$ таблице	к Дж/м ³	2037
Количество теплоты, отданное фестону	Q_2	$\varphi \cdot (I'_m - I''_m)$	к Дж/м ³	0984 · (4040 - 2037) = 1970,9
Средняя температура газов	v_{cp}	$0,5 \cdot (v'_m + v''_m)$	°С	0,5 · (260 + 130) = 195
Температура на выходе из топki котла	$t''_{кон}$	Из расчета топki	°С	72,41
Температура на входе в пакет	$t'_{кон}$	Задана	°С	70

Наибольшая разность температур	Δt_{δ}	$v'_m - t''_{\text{кон}}$	° С	260-72,41=187,57
Наименьшая разность температур	Δt_m	$v''_m - t'_{\text{кон}}$	° С	130-70=60
Температурный напор	$\Delta t_{\text{внв}}$	$\frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_m}{\ln\left(\frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_m}\right)}$	° С	$\frac{187,57-60}{\ln\left(\frac{187,57}{60}\right)} = 112$
Средняя температура воды в конвективном пакете котла	$t_{\text{кон}}^{\text{cp}}$	$0,5 \cdot (t'_{\text{кон}} + t''_{\text{кон}})$	° С	$0,5 \cdot (72,43 + 70) = 71,2$

Продолжение таблицы 5.2.8

1	2	3	4	5
Средняя скорость газов	w_2	$\frac{B_p \cdot V_2 \cdot (v_{\text{cp}} + 273)}{F \cdot 273}$	м /с	$\frac{0,046 \cdot 11,408 \cdot (197,5 + 273)}{0,19 \cdot 273} = 3,1$
Коэффициент теплоотдачи конвекцией	α_k	$\alpha_n \cdot C_z \cdot C_s \cdot C_{\phi}$, Рис. 6-5 [10]	Вт /м ² · К	$105 \cdot 0,93 \cdot 1,1 \cdot 1,07 = 114,9$
Коэффициент теплопередачи	k	α_k	Вт /м ² · К	114,9
Тепловосприятие ступени	$Q_{\text{вкп}}$	$\frac{k \cdot H \cdot \Delta t_{\text{кпн}}}{B_p \cdot 1000}$	к Дж/к Г	$\frac{114,9 \cdot 23,2 \cdot 112}{0,046 \cdot 1000} = 1970,9$
Расхождение расчетных	ΔQ	$\frac{Q_{\text{вкп}} - Q_2}{Q_2}$	%	$\frac{1979,4 - 1970,9}{1970,9} \cdot 100 = 0,43$

Невязка теплового баланса представлена в таблице 5.2.9.

Таблица 5.2.9 – Невязка теплового баланса

Величина	Обозначение	Расчетная формула или способ определения	Единица	Расчет
Располагаемая теплота сгорания топлива	Q_p^p	Из расчета	кДж/ кг	33520
КПД котла	η_k	Из расчета	%	94,2
Общее тепловосприятие топки	Q_m^l	Из расчета топки	кДж/ кг	17226,6
Тепловосприятие нижнего конвек-	$Q_{\text{нкп}}$	Из расчета	кДж/ кг	12574,7

Тивного пакета				
Тепловосприятие нижнего конвективного пакета	$Q_{вкп}$	Из расчета	кДж/ кг	1970,9
Расчетная невязка теплового баланса	ΔQ	$Q_p^p \eta_k - Q_t^l - Q_{нкп} - Q_{вкп}$	кДж/ кг	$33520 \cdot 0,942 - 17226,6 - 12574,7 - 1970 = 165,46$
Невязка	-	$\frac{\Delta Q}{Q_p^p} \cdot 100$	%	$\frac{165,46}{33520} \cdot 100 = 0,493$

Расчет выполнен верно, так как значение невязки не превышает 0,5%

6 ЭКОЛОГИЯ

Охрана природы (окружающей среды) – вид деятельности, направленной на поддержание и восстановление природной среды после вмешательств со стороны человека, грамотное и рациональное использование, и воспроизводство природных ресурсов, предостережение губительного воздействия хозяйственной и иных видов деятельности на окружающую среду и ликвидацию пагубного воздействия.

Оценка вмешательства в окружающую среду – вид деятельности по обнаружению, анализу и учету прямых, косвенных последствий на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности в целях принятия общего решения о возможности или невозможности её существования[26].

Проект реконструкции котельной предусматривает установку автономной котельной на базе котлов Смоленск – 1.

В качестве топлива используется природный газ. Низшая теплота сгорания природного газа $Q_H = 8000$ ккал/м³.

6.1 Воздействие объекта на окружающую среду. Воздействие объекта на атмосферный воздух

Основными и главными действующими источниками загрязнения окружающей среды, в т.ч. атмосферы на территории здания в период работ по возведению автономной котельной:

- работа двигателей внутреннего сгорания различного транспорта;
- сварочные работы.

При строительных работах происходит кратковременное увеличение концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, пагубное влияние имеет кратковременный характер, сильных источников выбросов вредных веществ нет, пылеобразование минимальное, отсутствуют места сосредоточенных работ, выбросы неорганизованные, кратковременные.

Возведение намечаемого объекта не окажет существенного негативного воздействия на состояние окружающей среды и атмосферного воздуха в районе проектирования.

Так как автономная котельная работает на газу, то при ее работе будут выделяться: диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, бензапирен.

Анализ концентрации загрязняющих вредных веществ показал, что превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) для населенных мест на границе санитарнозащитной зоны не планируется.

Охрана поверхностных и подземных вод:

Участок возведения объекта находится за пределами водоохраных зон водных природных ресурсов. Воздействия объекта на поверхностные и подземные воды оказываться не будет. Отвод сточных вод осуществляется в систему канализации.

Воздействие отходов: Складирование отходов предприятия не происходит, т.к. происходит только их временное накопление и хранение.

Воздействие объекта на растительный и животный мир:

Местонахождение объекта не затрагивает зон отдыха, культурных памятников природы, заповедников и других особо охраняемых природных территорий.

При возведении и эксплуатации данного объекта удаления зеленых насаждений не предусматривается, негативное и пагубное воздействие на растительный и животный мир отсутствует.

Утечка имеет место быть только при нарушении общих правил расчета, изготовления, демонтажа/монтажа или эксплуатации промышленного объекта. Имеющаяся автоматическая система контроля за функционированием автоматически прекратит функционирование систем и устройств в случае аварии либо утечки газа. Технологический процесс транспортировки газа исключает попадание природного газа во внешнюю атмосферу благодаря использования герметичной и надежной запорной арматуры.

На основании вышесказанного можно быть уверенными в том, что при строгом соблюдении технологического регламента производственного процесса, проектируемое строительство сможет нанести минимальную допустимую и весьма незначительную экологическую нагрузку и не представляет опасности с точки зрения загрязнения окружающей среды и атмосферы.

6.2 Расчет концентрации вредных выбросов окислов азота

Характеристика топлива (природный газ):

Состав газа: $\text{CH}_4=97,21\%$; $\text{C}_2\text{H}_6=1,07\%$; $\text{C}_4\text{H}_{10}=0,21\%$; $\text{N}_2=0,88\%$; $\text{CO}_2=0,02\%$;
Плотность газа $\rho=0,695 \text{ кг/м}^3$, при температуре 0°C и давлении $0,010132 \text{ МПа}$
Коэффициент избытка воздуха $\alpha=1,05$

Объемы, энтальпии воздуха и продуктов сгорания определяют в расчете на 1м^3 газообразного топлива. Расчеты выполняют без учета химической и механической неполноты сгорания топлива.

Теоретический необходимый объем воздуха определяется по формуле (6.1):

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$V_6^0 = 0,0476 \cdot \left[0,5 \cdot (\text{CO} + \text{H}_2) + \sum \left(m + \frac{n}{4} \right) C_m H_n - \text{O}_2 \right] \quad (6.1)$$

где m и n – числа атомов углерода и водорода в химической формуле углеводородов, входящий в состав топлива.

$$V^0 = 0,0476 \cdot [97,21 \cdot (1+1) + (2+1,5) \cdot 1,07 + (8+1,5) \cdot 0,54 + (4+2,5 \cdot 0,21)] = 9,742 \left(\frac{\text{M}^3}{\text{M}^3} \right)$$

Теоретические объемы продуктов сгорания топлива

а) объем трехатомных газов определяется по формуле (6.2):

$$V_{\text{RO}_2}^0 = 0,01 \cdot (\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{S} + \sum m C_m H_n) \quad (6.2)$$

$$V_{\text{RO}_2}^0 = 0,01 \cdot (0,02 + 1 \cdot 97,21 + 2 \cdot 1,07 + 8 \cdot 0,54 + 4 \cdot 0,21) = 1,045 \left(\frac{\text{M}^3}{\text{M}^3} \right)$$

б) объем двухатомных газов определяется по формуле (6.3):

$$V_{\text{N}_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,01 \cdot \text{N}_2 \quad (6.3)$$

$$V_{\text{N}_2}^0 = 0,79 \cdot 9,742 + 0,01 \cdot 0,88 = 7,705 \left(\frac{\text{M}^3}{\text{M}^3} \right)$$

в) объем водяных паров определяется по формуле (6.4):

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^0 = 0,01 \cdot \left(\text{H}_2 + 0,5 \cdot \sum n C_m H_n + 0,124 \cdot d \right) + 0,016 \cdot V^0 \quad (6.4)$$

где d – влагосодержание топлива, отнесенное к 1 м³ сухого газа, г/м³; при $t=10^\circ\text{C}$ тогда можно подсчитать что: $d=10$ г/м³.

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^0 = 0,01 \cdot [0,5 \cdot (4 \cdot 97,21 + 6 \cdot 1,07 + 8 \cdot 0,54 + 10 \cdot 0,21 + 12 \cdot 0,1) + 0,124 \cdot 10] + 0,016 \cdot 9,742 = 2,171 \left(\frac{\text{M}^3}{\text{M}^3} \right)$$

Теоретический объем дымовых газов при нормальных условиях (6.5):

$$V_2^0 = V_{\text{RO}_2}^0 + V_{\text{N}_2}^0 + V_{\text{H}_2\text{O}}^0 + (\alpha - 1) V^0 \quad (6.5)$$

$$V_2^0 = 1,045 + 7,705 + 2,171 + (1,05 - 1) \cdot 11,408 \left(\frac{\text{M}^3}{\text{M}^3} \right)$$

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Объем продуктов сгорания, образующихся при сжигании топлива за одну секунду при условиях выхода (6.6):

$$V_{\text{вых}} = \frac{P_{\text{вых}} \cdot V_{\text{г}} \cdot t_{\text{гх}}}{p_{\text{г}} \cdot T_{\text{вых}}} \quad (6.6)$$

где $t_{\text{гх}} = 119^{\circ}\text{C} = 392\text{K}$ – температура дымовых газов на выходе из котла.

$$V_{\text{вых}} = \frac{101090 \cdot 11,408 \cdot 392}{97000 \cdot 273} = 17,07 (\text{м}^3/\text{с})$$

Расчет максимальной приземной концентрации выбросов оксидов азота из дымовой трубы котельной мощностью 4 МВт:

$\eta = 94\%$ - КПД котла

Расход топлива на котельную определяется по формуле (6.7):

$$B_P = \frac{Q}{Q_p^{\text{н}} \cdot \eta} \quad (6.7)$$

$$B_P = \frac{4}{33,520 \cdot 0,94} = 0,127 \text{ м}^3/\text{с}$$

Объем продуктов сгорания, образующихся при работе котельной, определяется по формуле (6.8):

$$V = V_{\text{вых}} \cdot B \quad (6.8)$$

$$V = 17,07 \cdot 0,127 = 2,168 \text{ м}^3/\text{с}$$

Суммарное количество оксидов азота, выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами определяется по формуле (6.9):

$$M = B_P \cdot \beta_t \cdot k_{\text{NO}_2} \cdot \beta_k \cdot Q_p^{\text{н}} \cdot \beta_a \cdot (1 - \beta_{\Gamma}) \cdot (1 - \beta_{\text{г}}) \cdot k_n \quad (6.9)$$

где k_{NO_2} - удельный выброс оксидов азота при сжигании газа, г/МДж, для водогрейных котлов:

$$k_{\text{NO}_2} = 0,0113 \cdot \sqrt{Q_T} + 0,03$$

где Q_T – фактическая тепловая мощность котла по введённому в топку теплу, МВт:

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$Q_T = B_P \cdot Q_H^p$$

$$Q_T = 0,128 \cdot 33,520 = 4,29 \text{ г/МДж}$$

$$k_{\text{NO}_2} = 0,0113 \cdot \sqrt{4,29} + 0,03 = 0,053 \text{ г/МДж}$$

$\beta_k = 1$ – безразмерный коэффициент, учитывающий температуру воздуха, подаваемого на горение;

$\beta_t = 1$ – безразмерный коэффициент, учитывающий температуру воздуха, подаваемого на горение;

$$\beta_t = 1 + 0,002 \cdot (1000 - 30) = 2,94$$

$\beta_a = 1$ – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние избытка воздуха на образование оксидов азота;

β_r – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов через горелки на образование оксидов азота.

$$\beta_r = 0,16 \cdot \sqrt{1} = 0,16$$

$\beta_e = 0,01$ – безразмерный коэффициент, учитывающий ступенчатый ввод воздуха в топочную камеру.

$k_n = 1$ – коэффициент пересчета, при определении выбросов в граммах в секунду.

$$M = 0,127 \cdot 2,94 \cdot 0,053 \cdot 1 \cdot 33,520 \cdot 1 \cdot (1 - 0,16) \cdot (1 - 0,01) \cdot 1 = 0,547 \text{ г/с}$$

$$\text{ПДК}_{\text{NO}_2} = 0,085 \text{ мг/м}^3$$

6.3 Расчет минимальной высоты трубы

И после очистки в дымовых газах присутствуют остаточные вредные вещества, больше всего газообразные, присутствие которых может значительно превосходить предельно допустимую концентрацию (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе. Главным методом уменьшения концентрации выбросов на уровне земной поверхности является их рассеивание через высокие дымовые трубы. Из дымовых труб поток газов отводится в высокие слои атмосферы, смешивается с воздухом, за счет чего концентрация вредных загрязняющих веществ на уровне дыхания снижается до нормального значения. К тому же окислы азота и серы, попавшие в атмосферу, там не скапливаются, т.к. под действием УФ излучения отчасти быстро происходит самоочищение от загрязняющих веществ[33].

Минимальная разрешимая высота дымовой трубы определяется из того условия, что максимальная концентрация вредных веществ в приземном слое C_m не превышает максимально разовую ПДК данных веществ в атмосферном воздухе.

$$C_m < \text{ПДК}$$

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Минимально разрешимая высота трубы H , м, при которой обеспечивается значение равное ПДК, при наличии Z труб той же самой высоты и выброса при температуре выбрасываемых дымовых газов наиболее высокой температуры атмосферного воздуха

($\Delta T > 0$), может быть рассчитана по формуле (6.10):

$$H = \sqrt{AFnm\eta \frac{M}{\text{ПДК}} \sqrt[3]{\frac{Z}{V_1 \Delta T}}} \quad (6.10)$$

где M – расход выбрасываемого в атмосферу вещества, г/с;

ΔT – разность температур выбрасываемых газов и атмосферного воздуха;

$\Delta T = 119 - 20 = 99^\circ\text{C}$

V_1 – полный расход дымовых газов на срезе (устье) трубы, м³/с;

Задаем скорость газов на выходе из трубы:

$\omega = 15$ м/с

Диаметр трубы определяется по формуле (6.11):

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot V_d}{\omega \cdot \pi}} \quad (6.11)$$

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,168}{15 \cdot 3,14}} = 0,42 \text{ м,}$$

Выбираю металлическую трубу диаметром $D_0 = 0,4$ м, тогда скорость газов определяется по формуле (6.12):

$$\omega = \frac{4V}{\pi D_0^2}, \text{ м/с} \quad (6.12)$$

$$\omega = \frac{4 \cdot 2,168}{3,14 \cdot 0,4^2} = 17,26 \text{ м/с}$$

Для Урала параметр $A = 160$, параметр $F = 1$.

Задаю высоту трубы $H_1 = 10$ м, тогда можем определить по формуле (6.13):

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

$$f = \frac{10^3 \omega_0^2 D_0}{H^2 \Delta T} \quad (6.13)$$

$$f = \frac{10^3 \cdot 17,26^2 \cdot 0,4}{10^2 \cdot 99} = 12,03$$

Параметр v_M (6.14):

$$v_M = 0,65 \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T / H} \quad (6.14)$$

$$v_M = 0,65 \sqrt[3]{2,168 \cdot 99 / 10} = 1,8 \text{ м/с}$$

Коэффициент m определяется в зависимости от параметра f (6.15):

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \sqrt{f} + 0,34 \sqrt[3]{f}} \quad (6.15)$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \sqrt{12,03} + 0,34 \sqrt[3]{12,03}} = 0,557$$

$$H_1^p = \sqrt{160 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,557 \cdot 1 \cdot \frac{1,2}{0,0,85} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{2,168 \cdot 99}}} = 14,4 \text{ м}$$

Задаю высоту трубы $H_2^3 = 20$ м, тогда:

$$v_M = 0,65 \sqrt[3]{\frac{2,168 \cdot 99}{20}} = 1,43 \text{ м/с}$$

$$f = \frac{10^3 \cdot 17,26^2 \cdot 0,4}{20^2 \cdot 99} = 3,0$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \sqrt{3} + 0,34 \sqrt[3]{3}} = 0,75$$

$$H_1^p = \sqrt{160 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot \frac{1,2}{0,0,85} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{2,168 \cdot 99}}} = 16,8 \text{ м}$$

Задаю высоту трубы $H_3^3=30$ м, тогда:

$$v_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{2,168 \cdot 99}{30}} = 1,25 \text{ м/с}$$

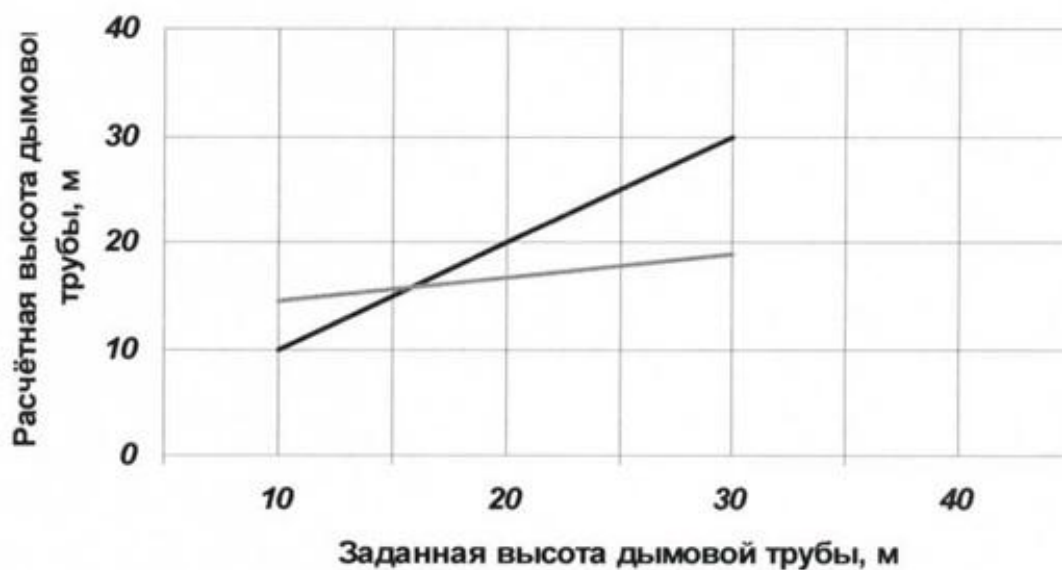
$$f = \frac{10^3 \cdot 17,26^2 \cdot 0,4}{30^2 \cdot 99} = 1,33$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \sqrt{1,33} + 0,34 \sqrt[3]{1,33}} = 0,86$$

$$H_1^p = \sqrt{160 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,86 \cdot 1 \cdot \frac{1,2}{0,085} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{2,168 \cdot 99}}} = 19,01 \text{ м}$$

$$H_3^p = \sqrt{160 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,86 \cdot \frac{1,2}{0,085} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{2,168 \cdot 99}}} = 19,01$$

Зависимость заданных высот дымовой трубы от расчетной высоты дымовой трубы представлена на рисунке б.1.



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

13.04.01.2019.234.04 ПЗ

Лист

40

Рисунок 6.1 – Зависимость заданных высот дымовой трубы от расчетной высоты дымовой трубы

По графику получаем $h=16$ м, тогда принимаем $h=20$ м

Максимальная приземная концентрация вредных веществ, при выбросе из одиночного источника рассчитывается по формуле (6.16):

$$C_{\text{NO}_2} = \frac{AM_{\text{NO}_2} F m n \eta}{H^2 \sqrt[3]{V_0 \Delta T}} \text{ мг/м}^3 \quad (6.16)$$

$$v_m = 0,65 \sqrt[3]{2,168 \cdot 99 / 20} = 1,43 \text{ м/с}$$

$$f = \frac{10^3 \cdot 17,26^2 \cdot 0,4}{20^2 \cdot 99} = 3,0$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \sqrt{3} + 0,34 \sqrt[3]{3}} = 0,75$$

$$C_{\text{NO}_2} = \frac{160 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1}{20^2 \sqrt[3]{2,168 \cdot 99}} = 0,060 \text{ мг/м}^3$$

Проверка:
 $h=16$ м

$$f = \frac{10^3 \cdot 17,26^2 \cdot 0,4}{16^2 \cdot 99} = 4,7$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \sqrt{4,7} + 0,34 \sqrt[3]{4,7}} = 0,686$$

$$C_{\text{NO}_2} = \frac{160 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,686 \cdot 1 \cdot 1}{16^2 \sqrt[3]{2,168 \cdot 99}} = 0,085 \text{ мг/м}^3$$

ПДК = $C_m = 0,085$ мг/м³ – расчет произведен верно.

Вывод: При данной высоте трубы $h=20$ м. концентрация вредных и загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы составила $C_{\text{NO}_2} = 0,060$ мг/м³, что удовлетворяет по условиям предельно допустимой концентрации ПДК = 0,085 мг/м³.

7 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ: ПОГОДОЗАВИСИМОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ (SCADA СИСТЕМА)

7.1 Концепция SCADA – систем

Современная АСУТП (автоматизированная система управления технологическим процессом) представляет собой многоуровневую человеко-машинную систему управления. Создание АСУ сложными технологическими процессами осуществляется с использованием автоматических информационных систем сбора данных и вычислительных комплексов, которые постоянно совершенствуются по мере эволюции технических средств и программного обеспечения.

Выделяют три этапа развития АСУТП, обусловленные характером объектов и методов управления, средств автоматизации и других компонентов, составляющих содержание системы управления.

Первый этап отражает внедрение систем автоматического регулирования (САР). Объектами управления на этом этапе являются отдельные параметры, установки, агрегаты; решение задач стабилизации, программного управления, слежения переходит от человека к САР. У человека появляются функции расчета задания и параметры настройки регуляторов.

Второй этап – автоматизация технологических процессов. Объектом управления становится рассредоточенная в пространстве система; с помощью систем автоматического управления (САУ) реализуются все более сложные законы управления, решаются задачи оптимального и адаптивного управления, проводится идентификация объекта и состояний системы. Характерной особенностью этого этапа является внедрение систем телемеханики в управление технологическими процессами. Человек все больше отдаляется от объекта управления, между объектом и диспетчером выстраивается целый ряд измерительных систем, исполнительных механизмов, средств телемеханики, мнемосхем и других средств отображения информации (СОИ).

Третий этап – автоматизированные системы управления технологическими процессами – характеризуется внедрением в управление технологическими про-

					<i>13.04.01.2019.234.04 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		42

цессами вычислительной техники. Вначале – применение микропроцессоров, использование на отдельных фазах управления вычислительных систем; затем активное развитие человеко-машинных систем управления, инженерной психологии, методов и моделей исследования операций и, наконец, диспетчерское управление на основе использования автоматических информационных систем сбора данных и современных вычислительных комплексов.

Требование повышения надежности систем диспетчерского управления является одной из предпосылок появления нового подхода, реализованного в концепции SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных) и предопределенного ходом развития систем управления и результатами научно-технического прогресса.

SCADA-система представляет собой пакет программ, предназначенный для разработки и реализации компьютерных рабочих станции операторов в системах автоматизации производства, т.е. программные средства, реализующие основные функции визуализации измеряемой и контролируемой информации, передачи данных и команд системе контроля и управления.

Применение SCADA-технологий позволяет достичь высокого уровня автоматизации в решении задач разработки систем управления, сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации.

В России диспетчерское управление технологическими процессами опиралось, главным образом, на опыт оперативно-диспетчерского персонала. Поэтому переход к управлению на основе SCADA-систем стал осуществляться несколько позднее. К трудностям освоения в России новой информационной технологии, какой являются SCADA-системы, относится как отсутствие эксплуатационного опыта, так и недостаток информации о различных SCADA-системах. В мире насчитывается не один десяток компаний, активно занимающихся разработкой и внедрением SCADA-систем. Каждая SCADA-система – это «know-how» компании и поэтому данные о той или иной системе не столь обширны. В СНГ распространяется более 20-ти разных открытых SCADA-программ, в основном зарубежных и частично отечественных производителей. Некоторые из этих SCADA-программ специализированы на конкретные отрасли производства и задачи, но подавляющее большинство SCADA-программ имеют универсальный характер. Ниже перечисляются отдельные SCADA-программы, используемые на предприятиях СНГ.

7.2 Погодозависимое регулирование

В состав САР кроме счетчика тепла входит регулирующий клапан, циркуляционный насос, контроллер для изменения уровня температуры в отопительной системе, а также датчик температуры воздуха на улице. Задвижка, приводимая в движение электроприводом, выполняет регулирование потока, по сигналу от контроллера открывается и закрывается. Потребление тепла зданием уменьшается, когда клапан прикрывает задвижку, уменьшив объем теплоносителя в системе, в ответ на увеличение температуры на улице. Когда происходит похолодание, процесс осуществляется в обратной последовательности. При закрытом

						<i>13.04.01.2019.234.04 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			43

клапане регулирования циркуляция осуществляется за счет насосов, обеспечивающих требуемый расход в помещении. Процесс управления и регулирования температуры в системе выполняет контроллер, реагируя на температуру воздуха и учитывая заданный график температуры для здания за день, неделю (в общественных зданиях, к примеру, во время отсутствия людей температура снижается до 14 градусов).

Конструкция системы автоматического погодного регулирования состоит из нескольких основных узлов:

- датчиков контроля температуры воздуха в помещении и снаружи здания;
- клапана-регулятора температуры теплоносителя, подаваемого к отопительным приборам;
- циркуляционного насоса для подачи нагретой воды в систему отопления;
- программатор;
- датчик запорной арматуры;
- электронного контроллера для обработки информации, поступающей от температурных датчиков, и возможности программирования рабочих режимов системы отопления.

Механическим регулирующим устройством в системе погодного регулирования САРТ является трехходовой клапан, смешивающий подаваемую от источника тепла нагретую воду с теплоносителем из обратного трубопровода. Соотношение смешивания устанавливается электронным контроллером в зависимости от данных, полученных с температурных датчиков, и заданного режима работы.

Конструкция системы позволяет ее владельцу самостоятельную настройку температурных параметров в зависимости от времени суток и дня недели. Таким образом, проектирование погодного регулирования позволяет обеспечить температуру теплоносителя, постоянно соответствующую условиям создания комфортных условий в помещении. Конструкция изображена на рисунке 2.

					<i>13.04.01.2019.234.04 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

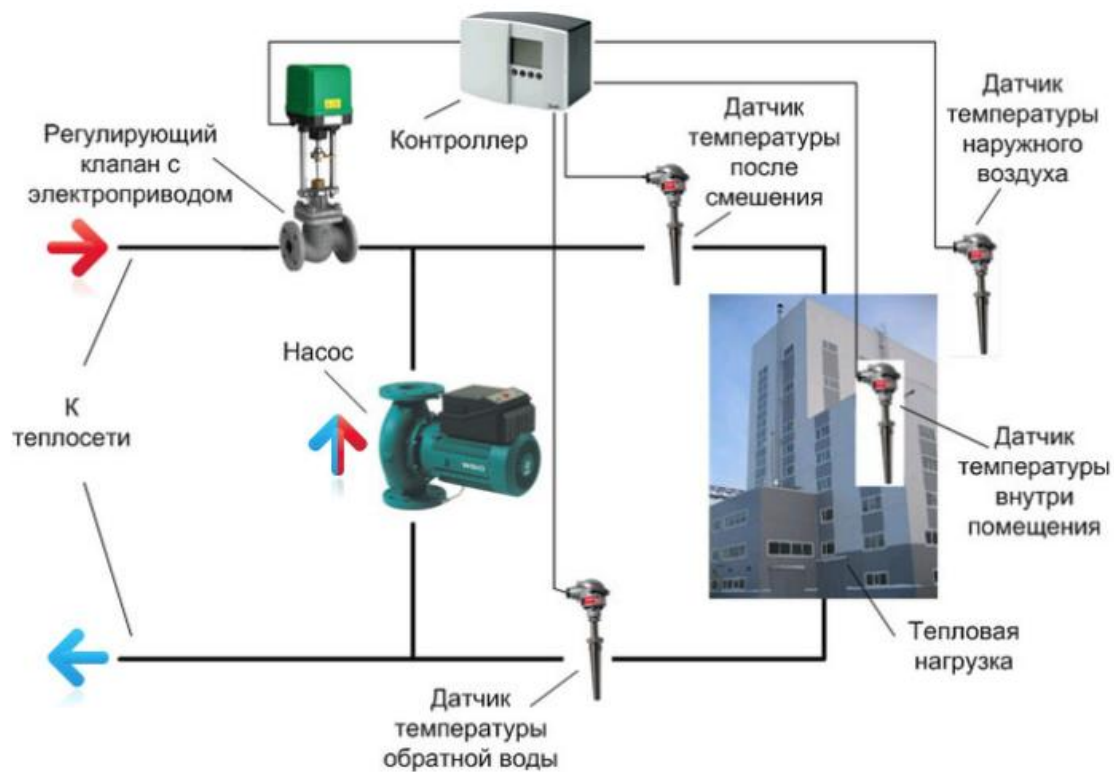


Рисунок 2 – Схема основных элементов системы погодного регулирования

7.3 Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение

7.3.1 Расход тепла на отопление

Определять максимальный часовой расход тепловой энергии на систему отопления будем по формуле (5.1):

$$Q_0 = a \cdot q_0 \cdot V \cdot (t_b - t_{н.о.}) \cdot 10^{-6} \quad (5.1)$$

где a – поправочный коэффициент, учитывающий климатические условия района строительства здания и применяемый в случаях, когда расчетная температура наружного воздуха отличается от $t_{н.о.} = -30 \text{ }^\circ\text{C}$;

q_0 – удельная тепловая характеристика здания при $t_{н.о.} = -30 \text{ }^\circ\text{C}$, Вт/(м³·°C);
 V – объём отапливаемой части здания по внешнему обмеру, м³ (высоту отсчитывают от поверхности земли);

t_b – средняя температура воздуха в помещениях отапливаемого здания, °C;

$t_{н.о.}$ – температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °C.

С помощью формулы (5.1) мы сможем определить максимальный часовой расход тепла на систему отопления по укрупненным показателям.

Далее произведем расчет тепловой нагрузки на отопление конкретных потребителей, а после рассчитаем общую тепловую нагрузку.

Поправочный коэффициент a определяем по формуле (5.2):

										Лист
										45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2019.234.04 ПЗ					

$$a = 0,54 + \frac{22}{(t_{в} - t_{н.о})} \quad (5.2)$$

$$a = 0,54 + \frac{22}{(20 - (-34))} = 0,947$$

Удельная тепловая характеристика здания:

$$q_0 = 0,37 \text{ Ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

Строительный объем здания по формуле (5.3):

$$V = a \cdot b \cdot c \quad (5.3)$$

где a, b, c – размеры здания: соответственно, длина, ширина и высота, м.

$$V = 176 \cdot 19,12 \cdot 15 = 50472 \text{ м}^3$$

Максимальный часовой расход тепловой энергии на отопление определяем по формуле (5.1):

$$Q_{0i}^{\max} = 0,947 \cdot 0,37 \cdot 50472 \cdot (20 + 34) \cdot 10^{-6} = 0,955 \text{ Гкал}/\text{ч}$$

$$Q_{0i}^{\max} = 0,955 \cdot 1,163 = 1,11 \text{ МВт},$$

где 1,163 – коэффициент перевода Гкал/ч в МВт.

Рассчитаем среднюю отопительную нагрузку по формуле (5.4):

$$Q_0^{cp} = Q_0^{\max} \cdot \frac{t_{в} - t_{н}^{cp.o}}{t_{в} - t_{н.о}}, \quad (5.4)$$

где $t_{в}$ – температура воздуха внутри помещения, $+20$ °С;

$t_{н}^{cp.o}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период;

$$t_{н}^{cp.o} = -6,5 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$t_{н.о}$ – расчетная температура наружного воздуха в холодный период для проектирования отопления, $t_{н.о} = -34$ °С.

$$Q_0^{cp} = 1,29 \cdot \frac{20 - (-6,5)}{20 - (-34)} = 0,63 \text{ МВт}$$

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Рассчитаем нагрузку на систему отопления при $t_n = +8 \text{ }^\circ\text{C}$ по формуле (5.5):

$$Q_0^{+8} = Q_0^{\max} \cdot \frac{t_e - t_n}{t_e - t_{н.о}} \quad (5.5)$$

$$Q_0^{+8} = 1,29 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-34)} = 0,29 \text{ МВт}$$

При летнем режиме $t_n > 8 \text{ }^\circ\text{C}$ нагрузка на отопления и вентиляцию отсутствует. Рассчитанные значения Q_0 сведем в таблицу 1.

7.3.2 Расход теплоты на вентиляцию

Определим максимальный часовой расход тепловой энергии на вентиляцию по укрупненным показателям по формуле (5.6):

$$Q_v = q_v \cdot V \cdot (t_e - t_{н.в}) \cdot 10^{-6} \quad (5.6)$$

где q_v – удельная тепловая характеристика здания для вентиляции, Вт/(м³·°C);

V – объём отапливаемой части здания по наружному обмеру, м³;

t_e – средняя температура воздуха в помещениях вентилируемого здания, °C;

$t_{н.в}$ – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года для вентиляции, $t_{н.в} = -34 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для расчета удельной тепловой характеристики здания необходим расчет:

Удельная тепловая характеристика здания, то есть количество тепла, теряемого 1 м³ объема здания за один час при разности внутренней и наружной температуры в 1°С:

$$q_v = 0,29 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Средняя температура воздуха в помещениях вентилируемого здания:

$$t_e = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Строительный объем здания по формуле (5.3):

$$V = 176 \cdot 19,12 \cdot 15 = 50472 \text{ м}^3$$

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Максимальный часовой расход тепловой энергии на вентиляцию определяем по формуле (5.6):

$$Q_g = 0,29 \cdot 50472 \cdot (20 + 34) \cdot 10^{-6} = 0,789 \text{ Гкал/ч}$$

$$Q_{ei}^{\max} = 0,789 \cdot 1,163 = 0,919 \text{ МВт}$$

Определим среднюю нагрузку на вентиляцию по формуле (5.7):

$$Q_g^{cp} = Q_g^{\max} \cdot \frac{t_g - t_n^{cp.o}}{t_g - t_{н.в}} \quad (5.7)$$

где t_g – температура воздуха внутри помещения, $+20 \text{ }^\circ\text{C}$;

$t_{н.в}$ – расчетная температура наружного воздуха в холодный период для проектирования системы вентиляции, $t_{н.в} = -34 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$Q_g^{cp} = 1,068 \cdot \frac{20 - (-6,5)}{20 - (-34)} = 0,522 \text{ МВт}$$

Определим нагрузку на вентиляцию при $t_n = +8 \text{ }^\circ\text{C}$ по формуле (5.8):

$$Q_g^{+8} = Q_g^{\max} \cdot \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{н.в}} \quad (5.8)$$
$$Q_g^{+8} = 1,068 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-34)} = 0,237 \text{ МВт}$$

На летнем режиме, когда $t_n > 8 \text{ }^\circ\text{C}$ нагрузка на системы отопления и вентиляции отсутствует. При наружной температуре воздуха $t_{н.в} \leq -34 \text{ }^\circ\text{C}$, расход теплоты на вентиляцию остаётся равным $Q_g^{\max} = 0,335 \text{ МВт}$ для обеспечения температуры внутри помещения $t_g = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Далее рассчитаем круглогодичную тепловую нагрузку на источник теплоснабжения.

7.3.3 Круглогодичная тепловая нагрузка

К круглогодичной тепловой нагрузке относят нагрузку на горячее водоснабжение потребителей. Круглогодичная нагрузка зависит от благоустройства жилых зданий, состава населения.

Нагрузка на горячее водоснабжение имеет неравномерный характер в течении суток и по дням недели.

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Средненедельный расход теплоты на горячее водоснабжение в отопительный период определим по формуле (5.9):

$$(Q_{ГВС}^{ср.н})_з = \frac{1,2 \cdot z \cdot (a + b) \cdot c_p \cdot (55 - t_x^3)}{n_c} \quad (5.9)$$

где $z = 750$ чел. – количество единиц измерения (количество людей);
 $a = 100$ л/сут – норма расхода горячей воды на единицу измерения;
 b – норма расхода на 1 человека для общественных зданий;
 c_p – удельная изобарная теплоемкость воды;
 t_x^3 – температура холодной воды, для зимы принимаем $+5$ °С;
 $n_c = 86400$ с/сут – расчетная длительность подачи воды на ГВС.

$$(Q_{ГВС}^{ср.н})_з = \frac{1,2 \cdot 750 \cdot (100 + 25) \cdot 4190 \cdot (55 - 5)}{86400} = 0,272 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

Средненедельный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение в летний период определим по формуле (5.10):

$$(Q_{ГВС}^{ср.н})_л = \frac{0,8 \cdot (Q_{ГВС}^{ср.н})_з \cdot (55 - t_x^л)}{55 - t_x^3} \quad (5.10)$$

где t_x^3 – температура холодной воды, для лета принимаем $+15$ °С [17].

$$(Q_{ГВС}^{ср.н})_л = \frac{0,8 \cdot 0,272 \cdot 10^6 \cdot (55 - 15)}{55 - 5} = 0,174 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

Далее определяется средний расход теплоты на горячее водоснабжение.

Далее определяется средний расход теплоты на горячее водоснабжение за сутки наибольшего водопотребления по формуле (5.11):

$$Q_{ГВС}^{ср.с} = k_n \cdot (Q_{ГВС}^{ср.н})_з \quad (5.11)$$

где $k_n = 1,2$ – коэффициент недельной неравномерности [17].

$$Q_{ГВС}^{ср.с} = 1,2 \cdot 0,272 \cdot 10^6 = 0,326 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

Расчетный расход теплоты на горячее водоснабжение по формуле (5.12):

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2019.234.04 ПЗ					

$$Q_{ГВС}^{\max} = k_c \cdot Q_{ГВС}^{cp.c} \quad (5.12)$$

где $k_c = 1,95$ – коэффициент суточной неравномерности.

$$Q_{ГВС}^{\max} = 1,95 \cdot 0,326 \cdot 10^6 = 0,636 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

$$Q_{ГВС}^{\max} = 0,636 \text{ МВт}$$

Расчетные значения тепловых нагрузок потребителей представлены в таблице 5.1.1.

Таблица 5.1.1 – Тепловые нагрузки потребителей

Наименование нагрузки	Температура наружного воздуха				
	$t_{\text{HO}} = -34^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{H}}^{\text{XM}} = -7,5^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{H}}^{\text{cp.c}} = 0^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{H}} = 8^{\circ}\text{C}$	$t > 8^{\circ}\text{C}$
Q_o , МВт	1,11	0,58	0,42	0,29	0
$Q_{ГВС}$, МВт	0,64	0,64	0,64	0,64	0,274
$Q_{\text{В}}$, МВт	0,92	0,47	0,34	0,21	0
Q_{Σ} , МВт	2,67	1,69	1,40	1,14	0,27

7.4 Применение погодозависимого регулирования

При погодном регулировании график тепловых нагрузок будет существенно отличаться. В отсутствие людей температура помещения будет снижена до 10 градусов.

Конструкция системы позволяет ее владельцу самостоятельную настройку температурных параметров в зависимости от времени суток и дня недели. Таким образом, проектирование погодного регулирования позволяет обеспечить температуру теплоносителя, постоянно соответствующую условиям создания комфортных условий в помещении.

Главное преимущество SCADA weather – экономичность.

На рисунке 7.1 изображен стандартный суточный график поддержания температуры в здании от центрального отопления, который поддерживается в течение всего отопительного периода.

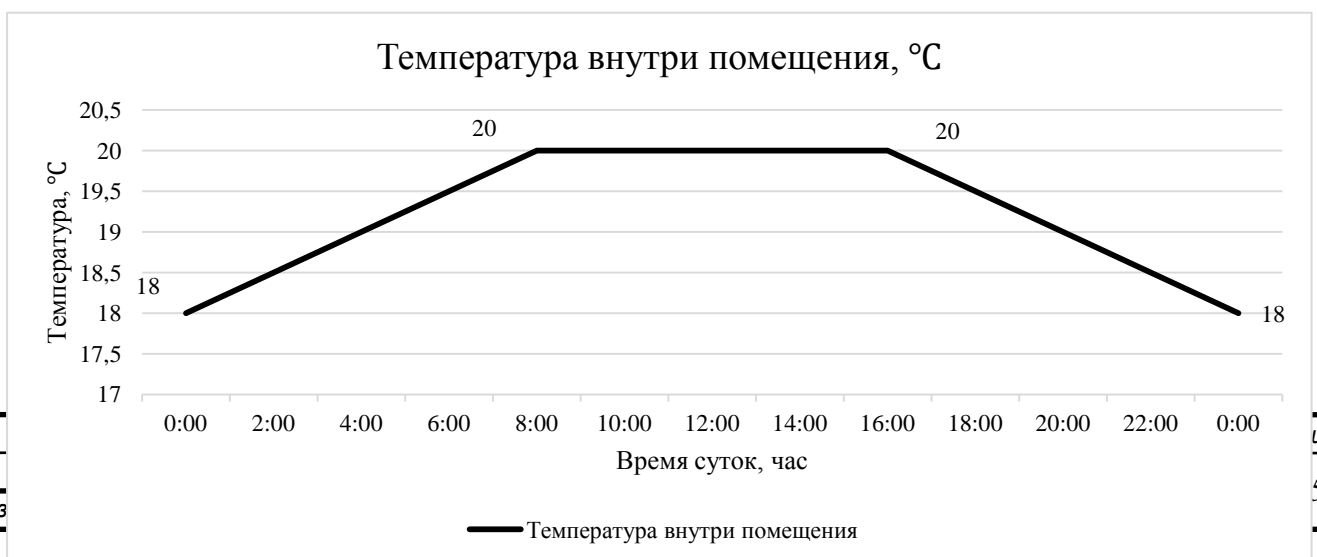


Рисунок 7.1 – График температуры внутри помещения (суточный)

Если взять во внимание погодозависимое регулирование на основе SCADA систем, то по графику, изображенному на рисунке 7.2, можно только графически увидеть падение тепловых нагрузок в ~ 1,5 раза.

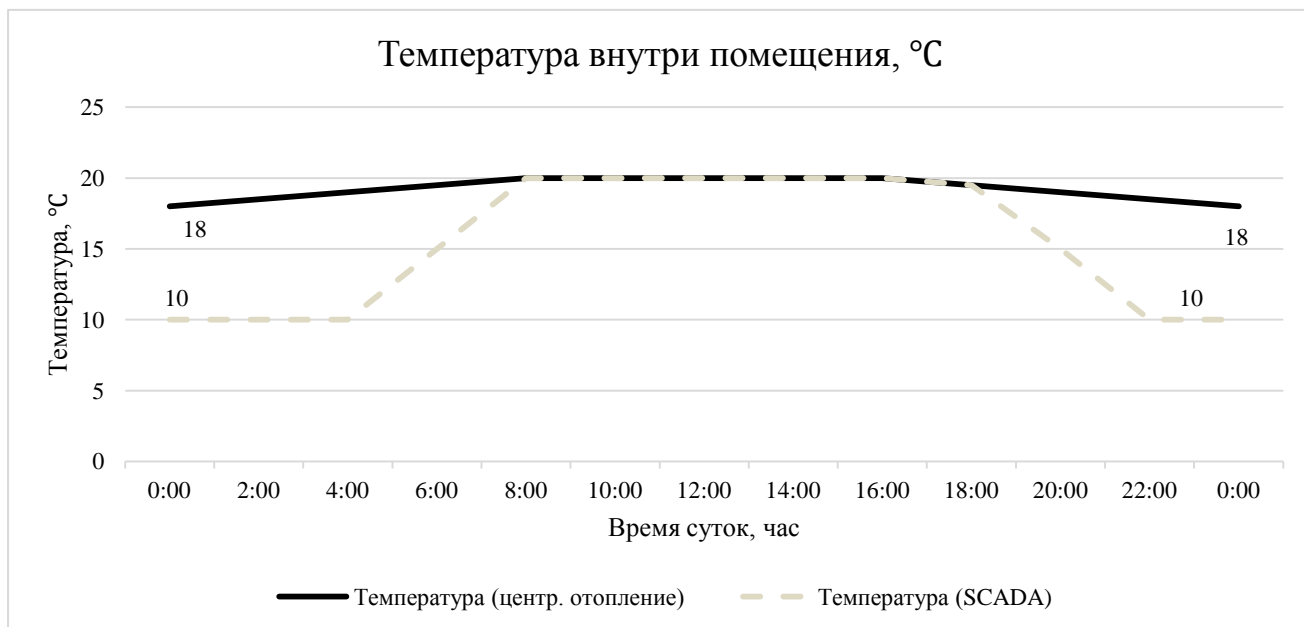


Рисунок 7.2 - График температуры внутри помещения (суточный) с применением погодозависимого регулирования

Можно увидеть невооруженным глазом время падения температуры внутри помещения, что позволяет снизить общее потребление тепловой энергии.

7.4.1 Расход тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение

В сутках 24 часа, из которых в здании люди не находятся в течение 15 часов. Падение нагрузок происходит в 2 раза, с температуры, поддерживаемой в здании с 20°C до 10°C.

Если принять тепловую нагрузку суммарную за 100%, то в течении 9 часов будет происходить подача тепла в эквивалентном отношении 100%. В течение 15 часов подача тепловой энергии подается в эквивалентном отношении 50%.

За основу возьмем данные из расчета тепловых нагрузок при температуре наружного воздуха -34°C.

$$Q_B = 0,918 \text{ МВт}$$

$$Q_0 = 1,11 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВС} = 0,636 \text{ МВт}$$

$$Q_B = 0,918 \text{ МВт}$$

$$Q_{\text{общ}} = 2,66 \text{ МВт}$$

Рассчитаем процент времени, в течение которого подается тепловая энергия в полном объеме (9 часов) по формуле (7.1):

$$N_{100\%} = \frac{9}{24} = 37,50 \% \quad (7.1)$$

Рассчитаем процент времени, в течение которого подается тепловая энергия в объеме 50% (15 часов) по формуле (7.2):

$$N_{50\%} = \frac{15}{24} = 62,50 \% \quad (7.2)$$

Рассчитаем удельное количество тепловой энергии, которое подается за 1 час в здание в период максимальной нагрузки (100%) по формуле (7.3):

$$Q_{уд\ 100\%} = \frac{2,66}{24} = 0,11 \text{ МВт} \quad (7.3)$$

Рассчитаем удельное количество тепловой энергии, которое подается за 1 час в здание в период нагрузки (50%) по формуле (7.4):

$$Q_{уд\ 50\%} = \frac{2,66}{24} \cdot 50\% = 0,055 \text{ МВт} \quad (7.4)$$

Рассчитаем количество тепловой энергии, которое подается за 9 часов в здании в период максимальной нагрузки по формуле (7.5):

$$Q_{пр\ 100\%} = Q_{уд\ 100\%} \cdot 9 = 0,11 \cdot 9 = 0,99 \text{ МВт} \quad (7.5)$$

Рассчитаем количество тепловой энергии, которое подается за 15 часов в здании в период нагрузки (50%) по формуле (7.6):

$$Q_{пр\ 50\%} = Q_{уд\ 50\%} \cdot 15 = 0,055 \cdot 15 = 0,825 \text{ МВт} \quad (7.6)$$

Рассчитаем количество тепловой энергии, которое подается при погодном регулировании в здание по формуле (7.7):

$$Q_{пр} = Q_{пр\ 50\%} + Q_{пр\ 100\%} = 0,99 + 0,825 = 1,815 \text{ МВт} \quad (7.7)$$

Рассчитаем отношение подаваемой тепловой энергии при централизованном отоплении к подаваемой тепловой энергии при погодном регулировании по формуле (7.8):

$$\eta = \frac{Q_{общ}}{Q_{пр}} = 1,47 \quad (7.8)$$

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Путем расчета выяснено, что при применении погодозависимого регулирования, получается экономия тепловой энергии в 1,47 раз.

График тепловых нагрузок в зависимости от температуры наружного воздуха при применении погодозависимого регулирования, графически показывает нам существенную разницу применения погодозависимого регулирования в отношении центрального отопления, представлен на рисунке 7.3.

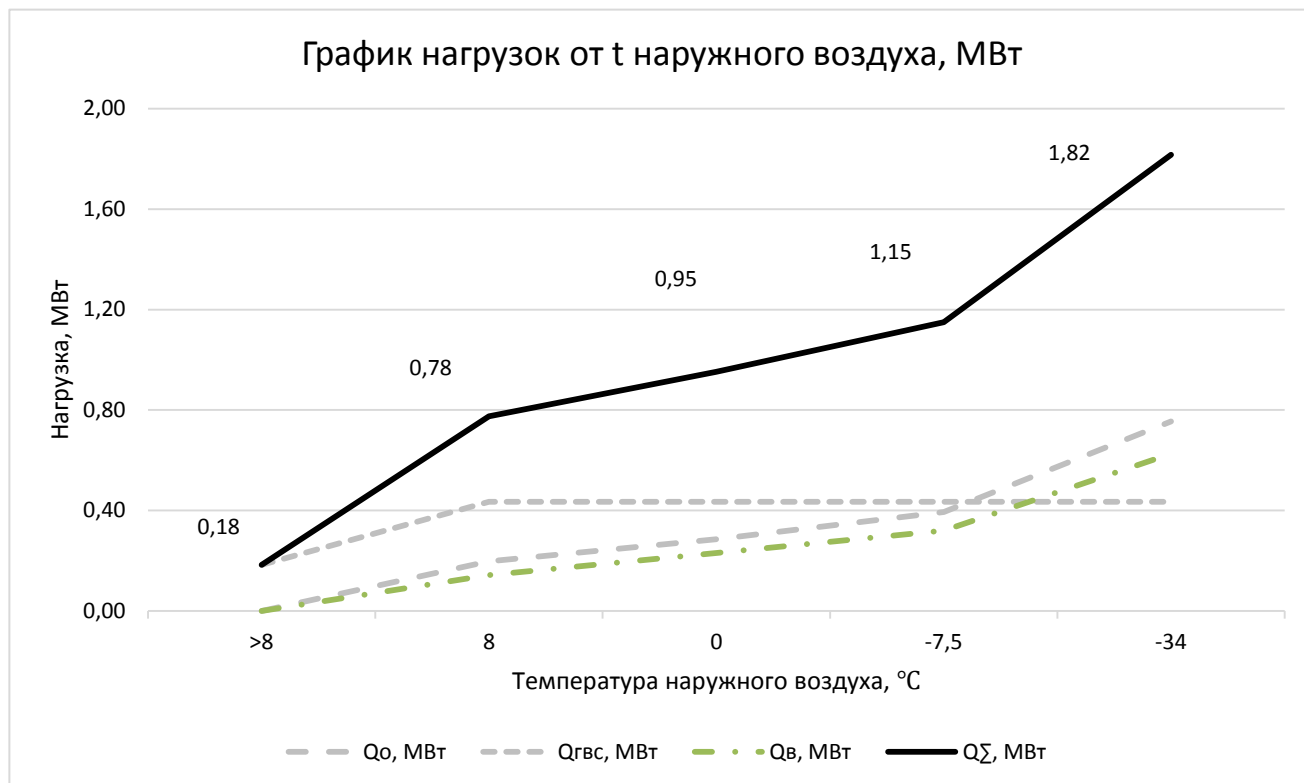


Рисунок 7.3 - График тепловых нагрузок в зависимости от температуры наружного воздуха при применении погодозависимого регулирования

7.5 Заключение

Применение погодозависимого регулирования в автономную котельную ООО «Т2 МОБАЙЛ» расположенную по адресу г. Челябинск ул. Витебская 4 позволит снизить тепловые нагрузки в 1,47 раз, что благотворительно скажется как экономически, так и технически, с точки зрения обслуживания и ремонта.

8 КОНТРОЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИКА

Данным разделом проекта выполнена автоматизация оборудования возводимой автономной котельной в соответствии со следующими документами:

- действующими нормативными, руководящими материалами, утвержденными Главмонтажавтоматикой, и СНиП II-35-76.

- действующими нормативными, руководящими материалами, утвержденными Главмонтажавтоматикой, СНиП 42-01-2002, с правилами учета газа от 1996г.

Система автоматизированного управления котла предназначена для предусмотренного направленного воздействия на технологические процессы и оборудование агрегатов в соответствии с принятыми критериями управления.

С помощью автоматизации оборудования решаются следующие задачи:

- Защита агрегатов от повреждений из-за нарушений технологических процессов;

- Управления - осуществление дистанционных периодических операций по изменению состояния работы агрегатов;

					<i>13.04.01.2019.234.04 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		54

- Регулирования в намеченных пределах заранее заданных значений величин, характеризующих работу процесса;

- Блокировки, которая обеспечивает автоматическое включение и выключение агрегата, вспомогательных механизмов и органов управления с определенной последовательностью, требуемой по технологическому процессу.

Контроль параметров автоматизации во многом зависит от выбора средств автоматизации, т.к. необходимые приборы и средства автоматизации должны надлежать соответствующему качеству по требованиям технологического процесса и соответствовать среде применения данного оборудования, в котором будет производиться данный процесс.

Внедрение автоматизированной системы управления, кроме управления и контроля, позволяет:

- Диагностировать заранее состояние технологических агрегатов и оборудования и технологических средств автоматизированной системы управления, прогнозировать состояние главных элементов оборудования.

- Повысить уровень эксплуатации технологического оборудования;

- Создать развитую систему информирования о ходе работы и показателях технологического процесса, текущего состояния оборудования, работе автоматических устройств и аппаратуры.

Выполнить автоматическую регистрацию аварийных ситуаций и проанализировать действие технологических защит и персонала.

Система автоматизации является важным средством повышения производительности труда, улучшение качества отпускаемого тепла, сокращение расхода топлива, сокращение количества обслуживающего персонала, улучшение организации производства тепловой энергии и внедрение прогрессивных методов управления.

8.1 Автоматизация систем отопления и вентиляции

Рабочая документация нормативных актов выполнена по требованию задания энергетического отдела в соответствии с ч. ГПУ 74-06 ОБ и в соответствии с действующими нормативными руководящими документами, утвержденными Главмонтажавтоматикой, и СНиП II- 35-76.

Данным проектом предусмотрено:

Управление работой вентиляторов в ручном и автоматическом режимах.

Поддержание оптимальной температуры в котельном зале в автоматическом режиме, по сигналу датчика температуры вентиляторы включается при +10°, отключается при +14°.

По сигналу тревоги от пожарной сигнализации происходит автоматическое отключение вентиляторов.

Защита от промерзания теплообменных аппаратов.

Кабели в помещении объекта проложены в кабельном лотке и в гофрированной трубе.

										Лист
										55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2019.234.04 ПЗ					

8.2 Дополнительное оборудование автономной котельной (система SCADA)

Особенностью архитектуры SCADA системы является наличие выделенного архивного сервера и двух рабочих мест оператора, а также удаленного рабочего места, расположенного в диспетчерской службе, помогающая поддержанию оптимальной работы оборудования и системы в целом самого объекта. SCADA-система выполняет следующие основные и базовые установленные функции:

- сбор и хранение данных в выделенном архивном сервере на базе Microsoft SQL Express;
- отображение основных параметров и данных в виде мнемосхем на двух АРМ;
- вывод архивируемых дополнительных и основных параметров в виде трендов;
- формирование отчетов по требованию оператора.

8.3 Схема автоматизации объекта

Схему автоматизации объекта внесем в таблицу 8.3.1.

Таблица 8.3.1 – Схема автоматизации

Наименование	Количество
1	2
Манометр показывающий МПЗ-У, предел измерения 0...4 кгс/см ²	16
Манометр показывающий МПЗ-У, предел измерения 0...10 кгс/см ²	3

Продолжение таблицы 8.3.1

1	2
Напоромер ДН 05100, предел измерения 0...16 кПа	2
Система SCADA	1 комплект
Термометр ТБП63/50/Т-(0-160)С предел измерение 0...160 °С	7
Теплосчетчик электромагнитный КМ-5-2-100/100-ППР-0-*-1-2-0-Pt100-2-0-0-1 для общего учета с дисплеем в составе:	
Первичный преобразователь расхода с электронным блоком Ду=100мм, пределы измерения 0,25...250 м ³ /ч	2
Комплект термопреобразователей КТПТР 001 с гильзами и бо-бышками	1 комплект

Вывод: в данном разделе были рассмотрены общие моменты в автоматизации узлов автономной котельной, в частности была рассмотрена автоматизация регу-

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

лировки температуры, с установкой на нее управленческой диспетчерской системой SCADA, позволяющая дистанционно следить и управлять работой автономной котельной в зависимости от погоды.

9 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) — наука о взаимодействии социума человека с его средой обитания. Она подразумевает комфортное и правильное взаимодействие. Также эта наука считается одной из части системы государственных, социальных и оборонных мероприятий, которые проводятся в главных целях защиты населения, хозяйства страны от аварийных ситуаций, катастроф и катаклизмов, бедствий, и средств поражения противника государства. Снижение риска является приоритетной целью БЖД, таких как возникновения чрезвычайной ситуации по вине человека.

Три основные задачи БЖД

Идентифицировать виды опасности и указание её количественных характеристик и координат.

Защитить от опасностей на базисе сопоставления выгод и затрат.

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

- нервно-психическими перегрузками: (интеллектуальные нагрузки, монотонность нагрузок, перенапряжением анализаторов).

Возможными объектами, которые могут стать причиной травмирования оператора котельной являются нагретые элементы оборудования, а именно котла, выносного экономайзера, паропроводов, трубопроводов.

На данном типе производства, возможны следующие аварийные ситуации: разрыв паропроводов, трубопроводов, взрыв котла и т.п.

Котельная работает в автоматическом режиме и не требует постоянного присутствия персонала. При возникновении неполадок на котельной сигнал передается в диспетчерский пункт. Диспетчер обрабатывает информацию и передает её старшему диспетчеру, начальнику группы режима и наладки, а также начальнику газового хозяйства котельной при неполадках в газоснабжении.

При обслуживании отопительной котельной на оператора могут иметь воздействие следующие опасные и вредные производственные факторы (ОВПФ), в соответствии с Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [32] и с ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [33]:

- физические;
- химические;
- психофизиологические.

Рассмотрим каждую группу ОВПФ подробнее:

Физические опасные и вредные производственные факторы:

- повышенная температура поверхностей оборудования (поверхность котельного агрегата, поверхности подающего и обратного трубопроводов заходящих в помещение котельной),
- повышенная температура воздуха рабочей зоны,
- повышенный уровень шума на рабочем месте (при работе основного и вспомогательного оборудования),
- повышенный уровень общей вибрации (при работе насосов и дымососов),
- недостаток естественного света.

Химические опасные и вредные производственные факторы:

При сжигании природного газа в топке котла образуются уходящие дымовые газы, которые включают в себя: оксиды азота и оксид углерода. Их попадание в помещение котельной возможно через неплотности присоединения газохода котла.

Психофизиологические ОВПФ, согласно Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [32] рассматриваются по двум направлениям:

а) тяжесть трудового процесса:

- физическая динамическая нагрузка,
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную,
- стереотипные рабочие движения,

										Лист
										59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2019.234.04 ПЗ					

- наклоны корпуса,
 - перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом.
 - б) напряженность трудового процесса:
 - интеллектуальные нагрузки (решение простых задач по инструкции, работа по установленному графику с возможной его коррекцией по ходу деятельности),
 - сенсорные нагрузки (наблюдение за работой оборудования, наблюдение параметров на экране монитора и на контрольно-измерительных приборах),
 - эмоциональные нагрузки (степень ответственности за результат собственной деятельности, значимость ошибки; степень риска собственной жизни; степень ответственности за безопасность других людей),
 - монотонность нагрузок,
- Травмоопасные факторы:
- нагретые элементы оборудования (горячие трубопроводы, корпуса котлов),
 - оборудование, находящееся под давлением,
 - возможность поражения электрическим током (разрыв изоляции электропроводов, повреждение электропривода и так далее).

При эксплуатации котельной и работе основного и вспомогательного оборудования могут возникнуть следующие аварийные ситуации:

- пожар и/или взрыв газовоздушной смеси в топочном пространстве котельного агрегата или газоходах,
- загазованность в помещении котельной,
- сильная течь воды из котла, при которой падает давление в сети,
- аварийное отключение электроэнергии,
- утечка газа на газовом оборудовании и/или газопроводах,
- сильный шум и стук в котле (сильная течь, гидроудары).

9.2 Пожаровзрывобезопасность

Главным возможным источником пожара и взрыва в котельной является утечка газа из газопровода. Согласно [15] разрабатываемая котельная относится к пожароопасности категории «Г» (использования природного газа в качестве топлива), а степень огнестойкости здания – II. Класс пожара при его возникновении относится к классу «С» – пожар газов [12].

У входа в котельный зал, как в газоопасное помещение, необходимо вывесить знак безопасности, который бы предупреждал о наличии вредных веществ и опасности пожара или взрыва [39].

Предотвращение образования в горючей среде источников зажигания должно достигаться применением таких способов, как например [6]:

- применением в конструкции быстродействующих средств защитного отключения возможных источников зажигания;
- поддержанием температуры нагрева поверхности машин, механизмов, оборудования, устройств, веществ и материалов, которые могут войти в контакт с горючей средой, ниже предельно допустимой;
- устройством молниезащиты зданий, сооружений и оборудования;

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

исключение возможности появления искрового разряда в горючей среде с энергией, равной и выше минимальной энергии зажигания;

- ликвидацией условий для теплового, химического и (или) микробиологического самовозгорания обращающихся веществ, материалов, изделий и конструкций.

Сама противопожарная защита должна достигаться применением таких способов, как [6]:

- применением средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники;

- применением автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения;

- применением основных строительных конструкций и материалов, в том числе используемых для облицовок конструкций, с нормированными показателями пожарной опасности;

- устройствами, обеспечивающими ограничение распространения пожара; организацией с помощью технических средств, включая автоматические, своевременного оповещения и эвакуации людей;

- применением средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара.

Таким образом, опираясь на выше сказанное, во избежание утечки газа и возникновения пожара или взрыва при разработке необходимо предусмотреть контрольно-измерительные приборы, систему защиты, сигнализации, автоматического регулирования.

Газоснабжение следует осуществить от ГРШП, установленного рядом с котельной. На входе газопровода установить термозапорный клапан, предохранительно-запорный клапан, узел измерения расхода газа, отключающую арматуру, свечи безопасности.

Прокладку трубопроводов газообразного топлива необходимо осуществить не ниже нулевой отметки. Газопроводы должны прокладываться с уклоном не менее 0,003 по ходу газа, должна предусматриваться стальная арматура, применение сальниковых компенсаторов на газопроводах котельной не допускается.

Использование газопровода в качестве конструкции, несущей нагрузку от каких-либо сооружений или устройств, не допускается.

Запрещается прокладка газопроводов непосредственно через газоходы, воздухопроводы и вентиляционные шахты [18].

На ответвлении газа к каждому котлу следует установить запорную арматуру, счетчик газа, продувочные свечи. Необходимо предусмотреть контроль давления газа на подводящих газопроводах на котлы перед газовой рампой показывающими приборами.

При уменьшении или увеличении давления природного газа на входе в котельную должна срабатывать звуковая и световая сигнализация.

В соответствии с требованиями [7] в котельном зале допустимая концентрация вредных газов, паров в воздухе на рабочих местах не должна превышать 1/5 нижнего предела взрывоопасности и должны быть не выше допустимой по сани-

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

тарным нормам, поэтому необходимо установить датчики по контролю за содержанием окиси углерода и загазованности метаном, выполнить соответствующую сигнализацию в помещении. При срабатывании датчиков содержания СО выше 5 ПДК и СН₄ выше 10% НКПР срабатывает предохранительно-запорный клапан на газопроводе на входе в котельную. Сигнал должен быть выведен на щит КИП оператора и в общую локальную сеть комбината.

Необходимо выполнить молниезащиту дымовых труб и продувочных свечей.

Для устранения возникшего очага возгорания в котельной предусмотрены четыре пожарных шкафа, в которых находятся пожарные краны, оборудованные пожарным клапаном с соединительной головкой, напорным пожарным рукавом с присоединенным к нему пожарным стволом, рычагом для облегчения открывания клапана. Пожарный рукав должен быть присоединен к клапану.

Кроме того, в шкафу следует установить не менее двух ручных огнетушителей вместимостью по 10 л, наиболее эффективными для пожара класса «С» являются порошковые огнетушители [9].

В котельной следует установить шкаф пожарной сигнализации для управления пожарной автоматикой. В качестве автоматической системы пожаротушения необходимо предусмотреть порошковую систему.

9.3 Электробезопасность

К установкам защиты от пагубного воздействия электрического тока относятся:

- устройства-оградители;
- устройства, автоматические контролирующие сигнализацию;
- изоляционные устройства и покрытия;
- устройства защищенного заземления и обнуления фаз;
- устройства автоматы отключения;
- устройства выравниватели потенциалов и снижения напряжения;
- дистанционное управление;
- предохранители;
- молниеотводы и разрядительные устройства;
- знаки безопасности;
- отметки.

К средствам защиты от повышенного уровня статического электричества относятся:

- заземленные устройства;
- нейтрализующие устройства;
- увлажнители;
- электростатические вещества;
- экраны.

Всё оборудование и трубопроводы заземляются в соответствии [8]. В качестве индивидуальных средств защиты от электрического тока используются экранирующие комплекты (диэлектрические костюмы, перчатки, обувь), коврики, подставки, контактные выводы и перемычки, проводники с зажимами и т.д.

											Лист
											62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2019.234.04 ПЗ						

К коллективным методам защиты относятся плакаты, ограждения и знаки безопасности.

Осмотр и ремонт котла необходимо производить только при выключенном электропитании. Электрооборудование котла должно соответствовать «Правилам устройства электроустановок».

Электроустановки должны быть укомплектованы испытанными, готовыми к использованию защитными средствами и изделиями медицинского назначения для оказания первой помощи работникам в соответствии с действующими правилами и нормами [38].

10 ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Для обеспечения потребителей тепловой энергией в административном здании в г. Челябинске, по адресу ул. Витебская 4, планируется модернизация действующего источника теплоснабжения, путём перехода на автономную котельную.

Модернизация источника теплоснабжения осуществляется на основе технико-экономического расчёта. В разделе будет представлено сравнение двух возможных проектных решений источника теплоснабжения:

1. Котельная на основе 4 водогрейных котлов КВ-ГМ-1,00-115Н и SCADA weather;
2. Котельная на основе 2 водогрейных котлов КВ-ГМ-2,32-115Н и SCADA weather.

					<i>13.04.01.2019.234.04 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		63

В настоящем разделе будет определена экономическая целесообразность реализации проекта, составлена смета капитальных и текущих затрат, произведено обоснование использования на основе SWOT-анализа котлов источника теплоснабжения.

Для реализации предлагаемого проекта необходимо определить движущие и сдерживающие факторы, представленные в виде поля сил.

Для обоснования необходимости разработки источника теплоснабжения также необходимо построить причинно-следственную диаграмму. Для наглядного представления хода реализации мероприятия и повышения эффективности управления необходимо построить пирамиду целеполагания и дерево целей проекта, а также график Ганта.

10.1 Технико-экономический расчет

В целях определения экономической эффективности модернизации источника теплоснабжения в г. Челябинске по адресу ул. Витебская 4, необходимо составить сметы капитальных и текущих затрат для двух сравниваемых вариантов проектных решений.

Под единовременными или капитальными затратами понимают затраты на приобретение, установку, наладку и монтаж основного и вспомогательного оборудования источника теплоснабжения, затраты на проектно-конструкторскую деятельность, затраты на оплату строительных работ, а также на транспортные расходы.

Под текущими затратами понимают затраты на обеспечение фактического функционирования источника теплоснабжения.

Они состоят из затрат на топливо котельных агрегатов, которые будут осуществлять выработку тепловой энергии; затрат на электроэнергию для привода оборудования и системы автоматизации; амортизационных отчислений для постепенного восстановления оборудования котельной; затрат на текущий ремонт; заработной платы; отчислений на социальное страхование сотрудников, занятых в котельной; прочих расходов.

10.1.1 Смета капитальных затрат двух возможных проектных решений

Для определения наиболее привлекательного варианта источника теплоснабжения необходимо показать сравнительную экономическую эффективность одного из рассматриваемых вариантов, путем сопоставления смет капитальных и текущих затрат на реализацию проекта.

Для систематизации капитальных затрат составим их смету для каждого сравниваемого проектного решения.

1 Вариант

4 водогрейных котла марки KB-ГМ-1,00-115Н и SCADA

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

В расчет капитальных затрат входят затраты на оборудование, демонтаж, монтаж и затраты на разработку. Рассчитывается по учебному пособию[21].

Капитальные затраты на реализацию внесем в таблицу 10.1

Таблица 10.1 – Капитальные затраты на реализацию 1 варианта

Оборудование	Количество, ед.	Стоимость, тыс. руб.
1. Котел водогрейный КВ-ГМ-1,00-115Н	4	4·684=2736 [46]
2. SCADA система	1	1·612=612 [49]
3. Запорная арматура	-	311 [50]
4. Стоимость демонтажа	-	615 [49]
5. Установка SCADA	-	220 [49]
6. Разработка проекта	-	50 [49]
7. Транспортировка оборудования	-	100 [46]
8. Итого капитальных затрат	-	4644

$$K_{31}=2736+612+311+615+220=4494 \text{ тыс. руб.}$$

2 Вариант

В расчет капитальных затрат входят затраты на оборудование, демонтаж, монтаж и затраты на разработку. Рассчитывается по учебному пособию[21].

Капитальные затраты на реализацию второго варианта исполнения внесем в таблицу 10.2

Таблица 10.2 – Капитальные затраты на реализацию 2 варианта

Оборудование	Количество, ед.	Стоимость, тыс. руб.
3. Котел водогрейный КВ-ГМ-2,32-115Н	2	2·1397=2794 [46]
4. SCADA система	1	1·612=612 [49]
3. Запорная арматура	-	311 [50]
4. Стоимость демонтажа	-	615 [49]
5. Установка SCADA	-	220 [49]
6. Разработка проекта	-	50 [49]
7. Транспортировка оборудования	-	100 [46]
6. Итого капитальных затрат	-	4686

$$K_{31}=2794+612+311+615+220+50+100=4686 \text{ тыс. руб.}$$

10.1.2 Смета текущих затрат двух возможных проектных решений

1 Вариант

1. Затраты на топливо рассчитаем по формуле (10.1):

$$I_m = C_m \cdot B_{год}, \quad (10.1)$$

где C_m - оптовая цена, используемого природного газа, руб./тыс. м³ (все расходы по транспортировке учтены в оптовых ценах) [48];

$B_{год}$ – годовой расход топлива, тыс. м³/год.

- Расход топлива на водогрейный котел КВ-ГМ-1,00-115Н:

$$B_{вк} = 123 \text{ м}^3/\text{ч}$$

- Расход топлива на четыре водогрейных котла КВ-ГМ-1,00-115Н:

$$B_{вк} = 123 \cdot 4 = 492 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суммарный расход топлива:

$$B_{\Sigma} = 492 \text{ м}^3/\text{ч} = 4131,6 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$$

Затраты на топливо

$$I_m = 4131,6 \cdot 3320 = 1372,79 \text{ тыс. руб./год}$$

2. Амортизационные отчисления рассчитаем по формуле (10.2):

$$I_a = 0,1 \cdot K_{з1} \quad (10.2)$$

$$I_a = 0,1 \cdot 3659 = 365,9 \text{ тыс. руб./год}$$

3. Затраты на заработную плату рассчитаем по формуле (10.3):

$$I_з = \Phi_з \cdot n \cdot N \quad (10.3)$$

где $\Phi_з = 6000$ руб./чел/год – фонд заработной платы [47];

$n = 15$ – количество человек;

N – количество месяцев.

$$I_з = 6000 \cdot 15 \cdot 12 = 1080 \text{ тыс. руб./год}$$

4. Затраты на содержание, текущий ремонт рассчитаем по формуле (10.4):

$$I_{mr} = 0,01 \cdot K_{з1} \quad (10.4)$$

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$I_{mp}=0,01 \cdot 3659=36,6 \text{ тыс. руб./год}$$

5. Затраты на социальное страхование рассчитаем по формуле (10.5):

$$I_c=0,26 \cdot I_z \quad (10.5)$$

$$I_c=0,26 \cdot 1080=280,80 \text{ тыс. руб./год}$$

6. Общие производственные расходы рассчитаем по формуле (10.6):

$$I_{np}=0,1 \cdot (I_a + I_z + I_c) \quad (10.6)$$

$$I_{np}=0,1 \cdot (365,9+1080+280,80)=172,67 \text{ тыс. руб./год}$$

7. Общие текущие затраты рассчитаем по формуле (10.7):

$$I_{\Sigma 1}=I_m + I_{mp} + I_a + I_z + I_c + I_{np} \quad (10.7)$$

$$I_{\Sigma 1} = 1372,79+365,9+1080+36,6+280,80+172,67=3308,76 \text{ тыс. руб/год}$$

8. Себестоимость производимого тепла рассчитаем по формуле (10.8):

$$s = \frac{I_{\Sigma}}{Q_{\Sigma}} \quad (10.8)$$

где $Q_{\Sigma}=5354$ Гкал/год – тепловая нагрузка котельной.

$$S_1 = 1372,79+365,9+1080+36,6+280,80+172,67/5354=618 \text{ руб./Гкал}$$

2 Вариант

2 котла КВ-ГМ-2,32-115Н и SCADA

1. Затраты на топливо рассчитаем по формуле (10.1):

$$I_m = C_m \cdot B_{год} \quad (10.1)$$

где C_m - оптовая цена, используемого природного газа, руб./тыс. м³ (все расходы по транспортировке учтены в оптовых ценах) [48];

$B_{год}$ – годовой расход топлива, тыс. м³/год.

- Расход топлива на два водогрейных котла КВ-ГМ-2,32-115Н:

$$B_{вк}=257 \cdot 2=514 \text{ м}^3/\text{ч}$$

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Суммарный расход топлива:
 $V_{\Sigma}=514 \text{ м}^3/\text{ч} = 4296,9 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$
Затраты на топливо

$$I_m=4296,9 \cdot 3320=1426,65 \text{ тыс. руб./год}$$

2. Амортизационные отчисления рассчитаем по формуле (10.2):

$$I_a=0,1 \cdot K_{31} \quad (10.2)$$

$$I_a=0,1 \cdot 3717=371,7 \text{ тыс. руб./год}$$

3. Затраты на заработную плату рассчитаем по формуле (10.3):

$$I_3=\Phi_3 \cdot n \cdot N \quad (10.3)$$

где $\Phi_3=6000 \text{ руб./чел/год}$ – фонд заработной платы[47];
 $n=15$ – количество человек;
 N – количество месяцев.

$$I_3=6000 \cdot 15 \cdot 12=1080 \text{ тыс. руб./год}$$

4. Затраты на содержание, текущий ремонт рассчитаем по формуле (10.4):

$$I_{mp}=0,01 \cdot K_{31} \quad (10.4)$$

$$I_{mp}=0,01 \cdot 3717=37,2 \text{ тыс. руб./год}$$

5. Затраты на социальное страхование рассчитаем по формуле (10.5):

$$I_c=0,26 \cdot I_3 \quad (10.5)$$

$$I_c=0,26 \cdot 1080=280,80 \text{ тыс. руб./год}$$

6. Общие производственные расходы рассчитаем по формуле (10.6):

$$I_{np}=0,1 \cdot (I_a + I_3 + I_c) \quad (10.6)$$

$$I_{np}=0,1 \cdot (371,7 + 1080 + 280,80) = 173,25 \text{ тыс. руб./год}$$

7. Общие текущие затраты рассчитаем по формуле (10.7):

$$I_{\Sigma 2} = I_m + I_{mp} + I_a + I_3 + I_c + I_{np} \quad (10.7)$$

$$I_{\Sigma 2} = 1426,65 + 371,7 + 1080 + 37,2 + 280,80 + 173,25 = 3369,61 \text{ тыс. руб./год}$$

					<i>13.04.01.2019.234.04 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

8. Себестоимость производимого топлива рассчитаем по формуле (10.8):

$$s = \frac{I_{\Sigma}}{Q_{\Sigma}} \quad (10.8)$$

где $Q_{\Sigma} = 5354$ Гкал/год – тепловая нагрузка котельной.

$$S_2 = 1426,65 + 371,7 + 1080 + 37,2 + 280,80 + 173,25 / 5354 = 629 \text{ руб./Гкал}$$

10.1.3 Сравнение предлагаемых проектных решений автономных котельных

Сравним два варианта источников теплоснабжения по приведенным затратам.

Приведенные затраты определим по следующей формуле (10.9):

$$Z = E \cdot K_i + I_i \quad (10.9)$$

где $E = 0,15$ – коэффициент сравнительной характеристики капитальных вложений,

1/год;

K_i – капитальные затраты, тыс. руб.;

I_i – текущие затраты, тыс. руб./год.

$$Z_1 = 0,15 \cdot 4644 + 3308,76 = 4005,36 \text{ тыс. руб./год - для 1 варианта}$$

$$Z_2 = 0,15 \cdot 4686 + 3369,61 = 4072,51 \text{ тыс. руб./год - для 2 варианта}$$

По расчету приведенных затрат выбираем 1 вариант: в котельной устанавливаем 4 котла КВ-ГМ-1,00-115Н и SCADA систему, так как приведенные затраты по этому варианту меньше, чем по первому и равны 4005,36 тыс. руб./год.

10.2 SWOT-анализ проектных решений источников теплоснабжения

SWOT-анализ позволяет структурировать информацию о предприятии и рынке, определить возможные перспективы развития предприятия с учетом факторов внешней среды.

SWOT-анализ 1 варианта модернизации источника теплоснабжения (4 котла КВ-ГМ-1,00-115Н и SCADA система) представлен в таблице 10.3.

Таблица 10.3 – 1 вариант модернизации источника теплоснабжения

Сильные стороны (S): -низкий расход топлива	Слабые стороны (W): -сложные текущий и капитальный ремонт
--	--

-быстрая окупаемость проекта	ты
Возможности (О): -постепенное снижение стоимости отечественных котлов -снижение цен на газ	Угрозы (Т): -запрет на поставки иностранного основного оборудования из-за санкционной политики.

SWOT-анализ 2 варианта модернизации источника теплоснабжения (2 котла KB-ГМ-2,32-115H и SCADA система) представлен в таблице 10.3.2.

Таблица 10.4 – 2 вариант модернизации источника теплоснабжения

Сильные стороны (S): -удобный текущий и капитальный ремонты -компактность	Слабые стороны (W): -работа котлов в недогруженном состоянии -большие эксплуатационные затраты
Возможности (О): -интерес к предприятию со стороны инвесторов	Угрозы (Т): -конкуренция

Вывод: Проанализировав два различных решения с помощью SWOT- анализа, можно однозначно сказать, что экономически и технически выгоднее первый вариант: автономная котельная с четырьмя котлами KB-ГМ-1,00-115H и SCADA системой.

10.3 Матрица ранжирования мероприятий по повышению энергетической эффективности системы теплоснабжения

Для ранжирования проблем следует оценить степени важности и срочности решения проблем, и направленных на достижение цели работы в условиях реального предприятия-объекта исследования или же проектно-конструкторской разработки. Высокая или низкая степени должны быть обоснованы применяемых методов и технических решений, осуществляемых во время реализации проекта.

В квадрантах матрицы необходимо привести формулировки соответствующих проблем. Матрица представлена на рисунке 10.2.

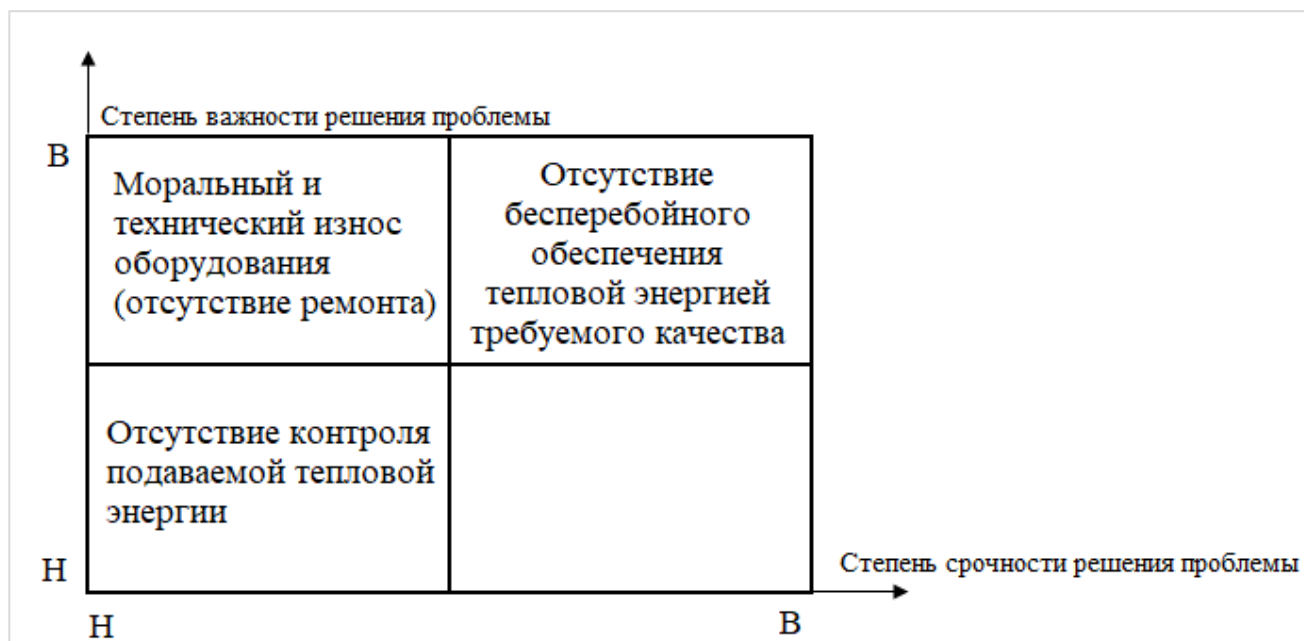


Рисунок 10.2 - Матрица ранжирования направлений

Делается вывод об углублении анализа главной проблемы на основе модели причинно-следственной диаграммы. Это необходимо для выявления генезиса (истории возникновения и развития) проблемы.

Разработаны типовые мероприятия для повышения энергетической эффективности системы теплоснабжения и поддержания ее исправной постоянной работы. Основными мероприятиями являются [6]:

- своевременное проведение ремонтных работ;
- повышение уровня квалификации обслуживающего персонала;
- совершенствование системы контроля подачи тепловой энергии;
- независимость потребителя от поставщика тепловой энергии.

Мероприятия ранжированы по направлениям повышения энергоэффективности системы теплоснабжения на основе экспертных оценок в учебной группе по параметрам матрицы ранжирования «степень важности направления – степень срочности реализации мероприятий по направлению (высокая – низкая)».

10.4 Построение модели причинно-следственной диаграммы

Причинно-следственная диаграмма – инструмент, позволяющий выявить наиболее существенные причины (факторы), влияющие на конечный результат (следствие). Была предложена в 1953 г. профессором Токийского университета.

Причинно-следственная диаграмма – это графический метод анализа и формирования причинно-следственных связей, инструментальное средство в форме рыбьей кости для систематического определения причин проблемы и последующего графического представления. Она предназначена для наглядного представления вероятных мест возникновения потерь и нерациональных расходов энергии при эксплуатации системы отопления. Диаграмма включает в себя пер-

вичные и вторичные факторы возникновения данных потерь, а также способы их устранения [6]. При анализе должны выявляться и фиксироваться все причины, даже те, которые кажутся незначительными, так как цель диаграммы — отыскать наиболее правильный и эффективный способ решения поставленной проблемы.

На рисунке 10.1 представлена причинно-следственная диаграмма типовых мест возникновения энергетических потерь при использовании централизованного отопления административных зданий.

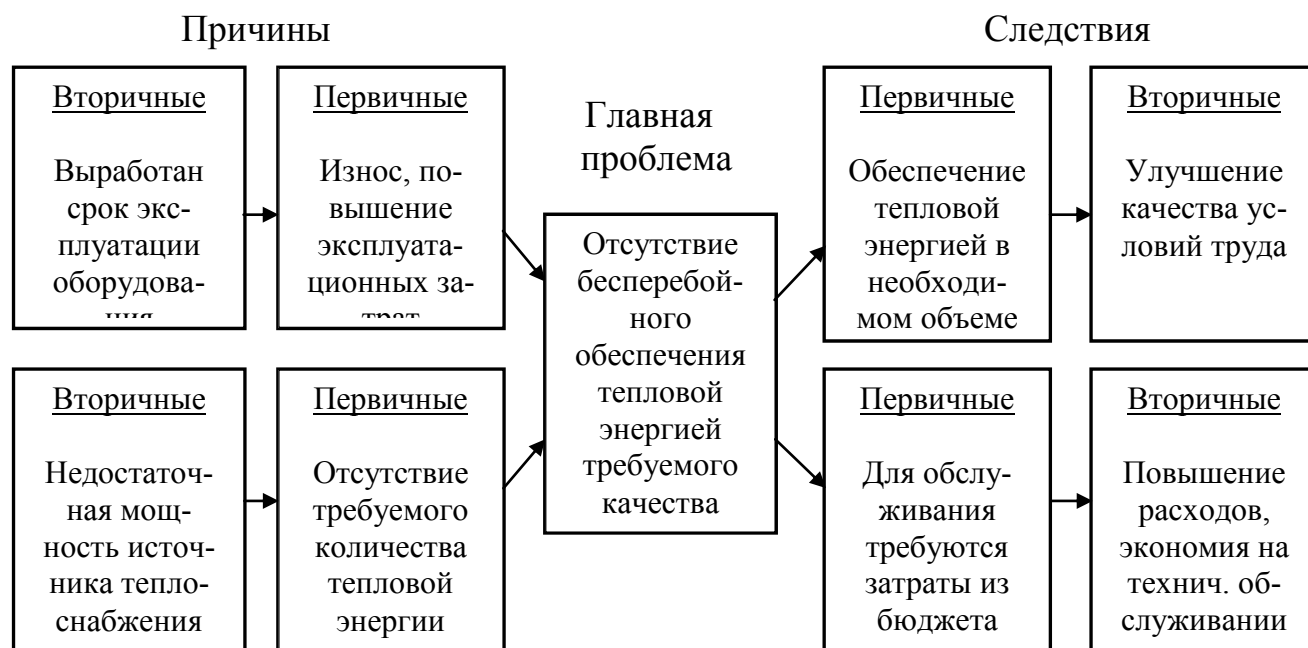


Рисунок 10.1 - Причинно-следственная диаграмма

Для простоты анализа следует выявить два первичных фактора недостаточной энергетической эффективности объекта теплоэнергетики или элемента теплотехники и два вторичных фактора, определяющих каждый первичный. Далее следует определить возможные следствия уменьшения проблем на основе выбранных технических решений. То же самое необходимо определить в случае, если проблема не будет решена.

10.5 Построение модели пирамиды целеполагания и дерева целей

Самым верхним элементом пирамиды является формулировка видения предприятия, реализующего проектное решение. Видение – это то, каким предприятие себя видит в будущем, то, к чему оно стремится, формулирует смысл деятельности. Важно отметить, что видение всегда относится только к будущему, и в случае достижения целей должно переформулироваться под новые вызовы и задачи. Следующим элементом пирамиды является миссия.

Постановка миссии и целей предприятия, а также разработка стратегии поведения, которая обеспечит выполнение миссии и достижения всех целей, является

одной из приоритетных задач руководства и составляет важную роль в работе котельной. Пирамида целеполагания предприятия представлена на рисунке 10.2.

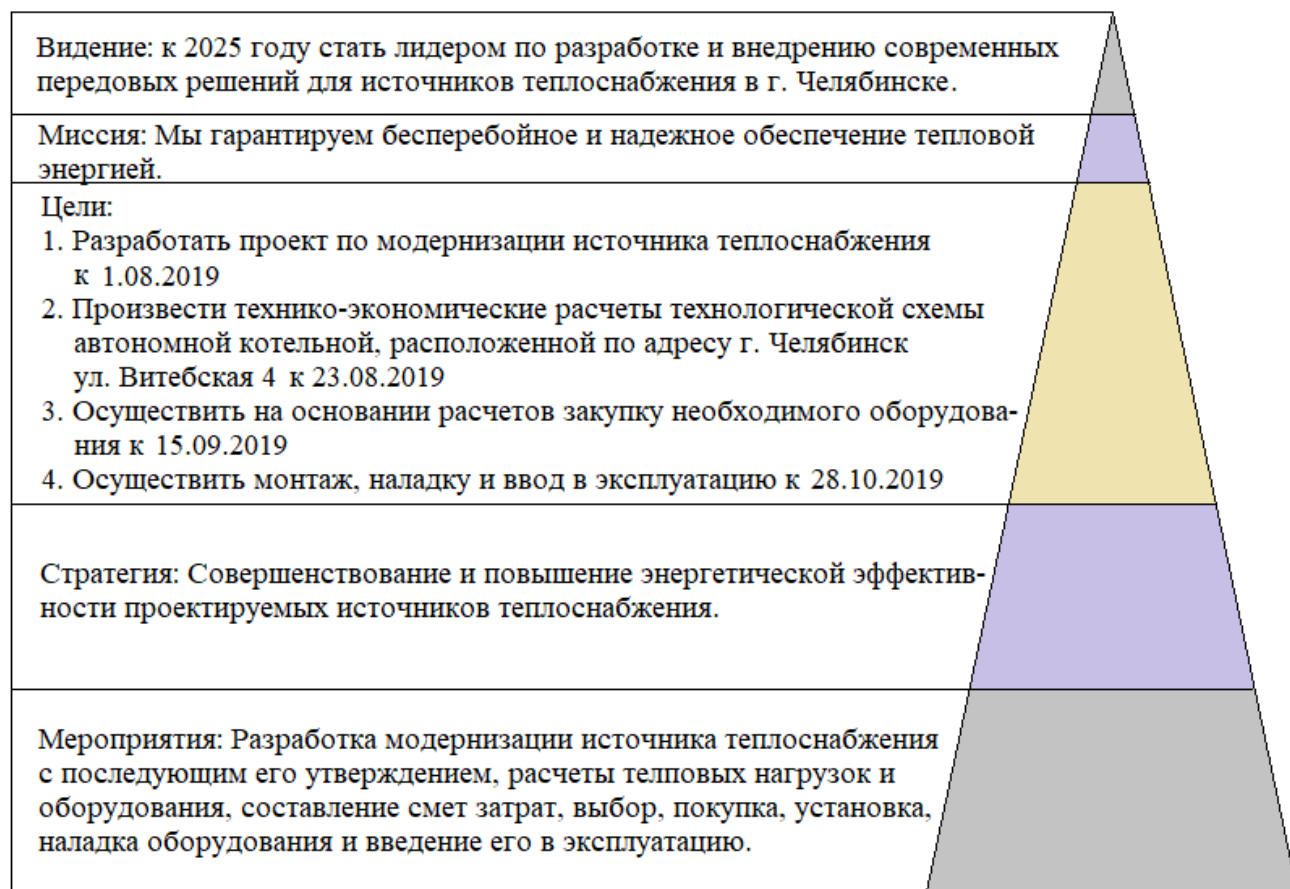


Рисунок 10.2 - Пирамида целеполагания предприятия

1 - миссия — это краткое выражение главной и основной цели предприятия ООО «Т2 Мобайл», где четко сформулированная причина его существования.

2 - основные цели предприятия.

Цель – это результат деятельности. Цель – это то, к чему стремится любой человек, начиная какие-либо действия. Если поставить перед собой цель, легче продумать себе способы, как можно ее достичь.

Далее формулируются цели проекта по принципу SMART. Данный принцип позволяет конкретизировать и четко обозначить существующие цели. Цели, сформулированные по принципу SMART, должны отвечать следующим пунктам:

Быть конкретными (S – Specific), то есть должен быть четко обозначен результат, который эта цель перед собой ставит;

Измеримыми (M – Measurable), то есть нужно четко определить когда будет достигнут результат и каков он количественно; достижимыми (A – Achievable), то есть цель должна быть реальной и выполнимой, иначе ее эффективность будет стремиться к нулю; должна являться реалистичной (R – Realistic); должны быть ограничены во времени (T – Time bound).

После формулировки целей переходят к определению стратегии предприятия, то есть долгосрочному направлению разработки и внедрения новых технологических мероприятий при запуске новых источников теплоснабжения.

Он подразумевает:

- отражение специфики деятельности
- измеримость по объёму измерения цели
- достижимость
- релевантность
- время реализации цели

3 - стратегия. Стратегия — это долгосрочное и качественное определение направления развития предприятия, также задающие сферы, средства и формы ее деятельности, в системы взаимоотношений внутри предприятий.

4 - функции управления А.Файоля: прогнозирование ситуации, контроль, организация посредством руководства, отдача распоряжений, координация, мотивация сотрудников.

Модель целей организации очень удобно представлять в графическом отображении в виде дерева.

Дерево целей представляет структурную модель, показывающую соподчинённость и связь целей подразделений в иерархии управления [9]. Применение модели дерева целей позволяет упорядочить зависимость всех поставленных целей.

Пирамида целеполагания, будучи одним из инструментариев стратегического менеджмента, помогает представить в наглядном виде последовательность мероприятий при внедрении проектного решения.

Самым верхним элементом пирамиды является формулировка видения предприятия, реализующего проектное решение.

Видение – это то, каким предприятие себя видит в будущем, то, к чему оно стремится, формулирует смысл деятельности. Важно отметить, что видение всегда относится только к будущему, и в случае достижения целей должно переформулироваться под новые вызовы и задачи. Следующим элементом пирамиды является миссия.

Миссия отражает фактическое предназначение в настоящее время, она не направлена в будущее.

Построение дерева целей начинается с формирования главной цели.

Каждую цель более высокого уровня можно представить, как самостоятельную систему, признаком завершения построения дерева целей является формулировка таких целей включающую в себя цели более низкого уровня (подцели) как ее элементы.

При этом необходимо установить полный состав подцелей. Дерево целей проекта изображено на рисунке 10.3.

Видение: к 2025 году стать лидером по разработке и внедрению современных передовых решений для источников теплоснабжения в г. Челябинске.

										Лист
										74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2019.234.04 ПЗ					

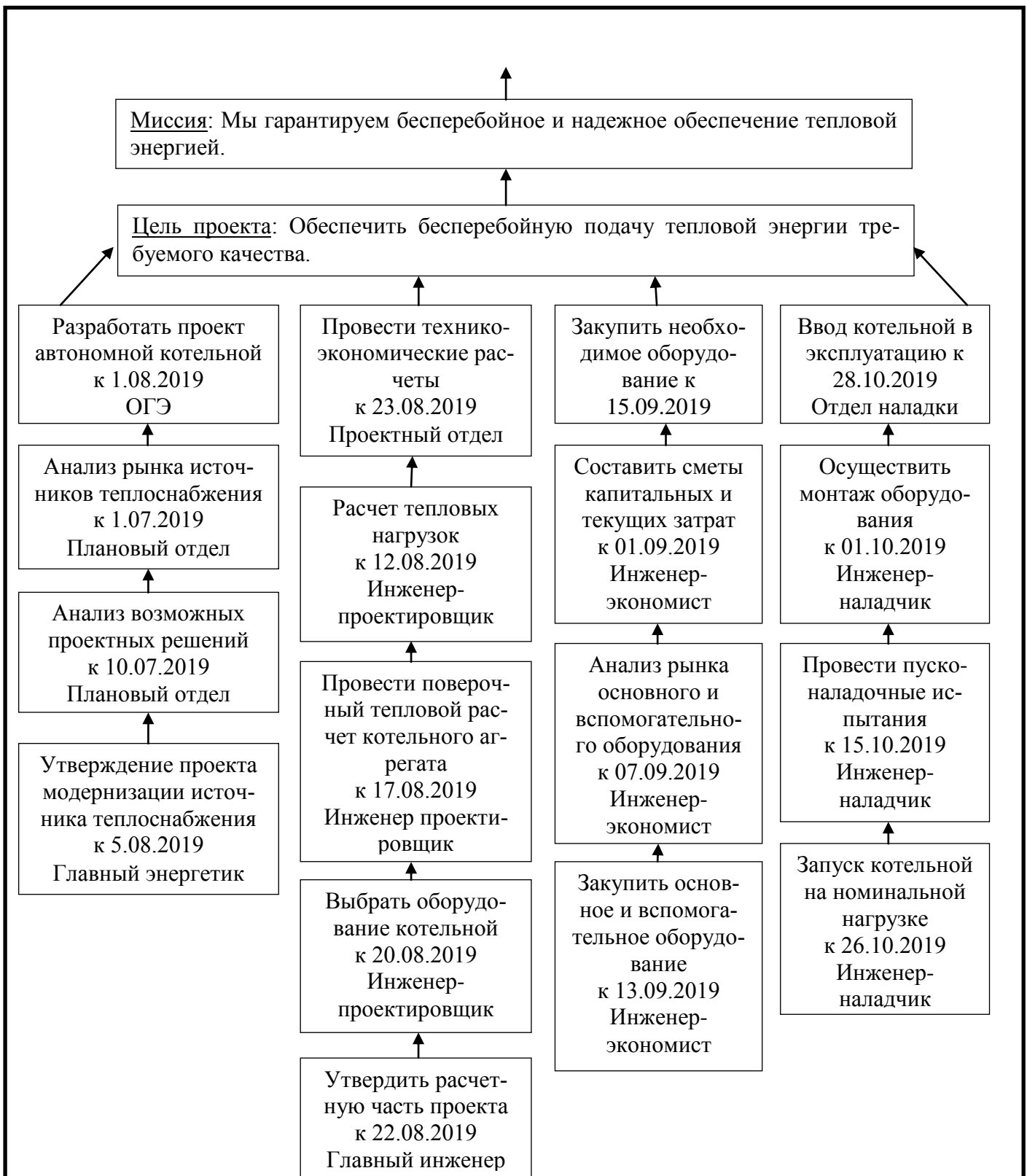


Рисунок 10.5 - Дерево целей проекта

Дерево целей помогает структурировать деятельность по разработке котельной, тем самым повысив эффективность управления деятельностью проекта по модернизации источника теплоснабжения.

10.6 Модель поля сил эффективности реализации проекта

Поле сил изменений характеризует организационную надежность состояния организации, устойчивость и целенаправленность его развития на результат, которые определяются соотношением движущих сил реализации цели и сдерживающих сил, этому препятствующих.

Метод оценки движущих и сдерживающих сил, воздействующих на реализацию проекта, был описан Куртом Левиным. Он предложил рассматривать ситуацию, как находящуюся при определенном балансе – с одной стороны на объект изменения воздействуют движущие силы, с другой препятствуют сдерживающие. Для того, чтобы произвести изменение необходимо вывести ситуацию из равновесия, то есть количество движущих сил должна быть больше сдерживающих.

На основании приведенного анализа поля сил можно сделать вывод о том, что модернизация источника теплоснабжения не возможна или возможна, в зависимости от того, какие силы будут иметь больший удельный вес.

На реализацию проекта модернизации источника теплоснабжения ООО «Т2 МОБАЙЛ» в г. Челябинске по адресу ул. Витебская 4 могут влиять следующие движущие силы:

– Инвестиции в предприятие. Проект погодозависимого регулирования SCADA weather на административное здание может вызвать интерес со стороны арендодателей и владельцев других зданий и помещений. Применение данной технологии оказывает большую экономию текущих и эксплуатационных затрат. Это является сильной движущей силой.

– Новое, более усовершенствованное оборудование. Для соблюдения условия труда, а также поддержания минимальных затрат со стороны бюджета компании, необходимы новые технологии, позволяющие сэкономить не только на производстве и подаче тепла, а также сокращении штата обслуживающего персонала. Это относится к средним движущим силам.

– Повышение квалификации специалистов. Это является средней движущей силой реализации проекта. Квалифицированные работники создадут и обеспечат надежную и эффективную деятельность автономной котельной.

– Повышение надежности оборудования. Это относится к сильной движущей силе, так как реализация проекта требует большое количество вложений, которые оправдывают качество покупаемого оборудования. Как следствие – меньшее количество вложений на ремонт.

Также рассмотрим следующие сдерживающие силы:

– Уменьшение затрат на проведение текущих ремонтов. В настоящее время существует огромное количество предприятий, вырабатывающих тепловую и электрическую энергию. Многие из них используют усовершенствованные технологии, за счет чего длительность срока службы становится больше. Для оправданий рисков требуются новые, совершенные технологии, позволяющие сэкономить бюджет. Это является средней сдерживающей силой.

– Рост цен на топливо. Является средней сдерживающей силой. В текущих реалиях тяжело оставаться лидером в соотношении цена – количество, особенно

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

в условиях нестабильности на рынке энергетических ресурсов. С каждым днем цены на природный газ повышаются, что способствует дальнейшему увеличению себестоимости производимой продукции.

Схема поля сил для автономной котельной изображена на рисунке 10.4.

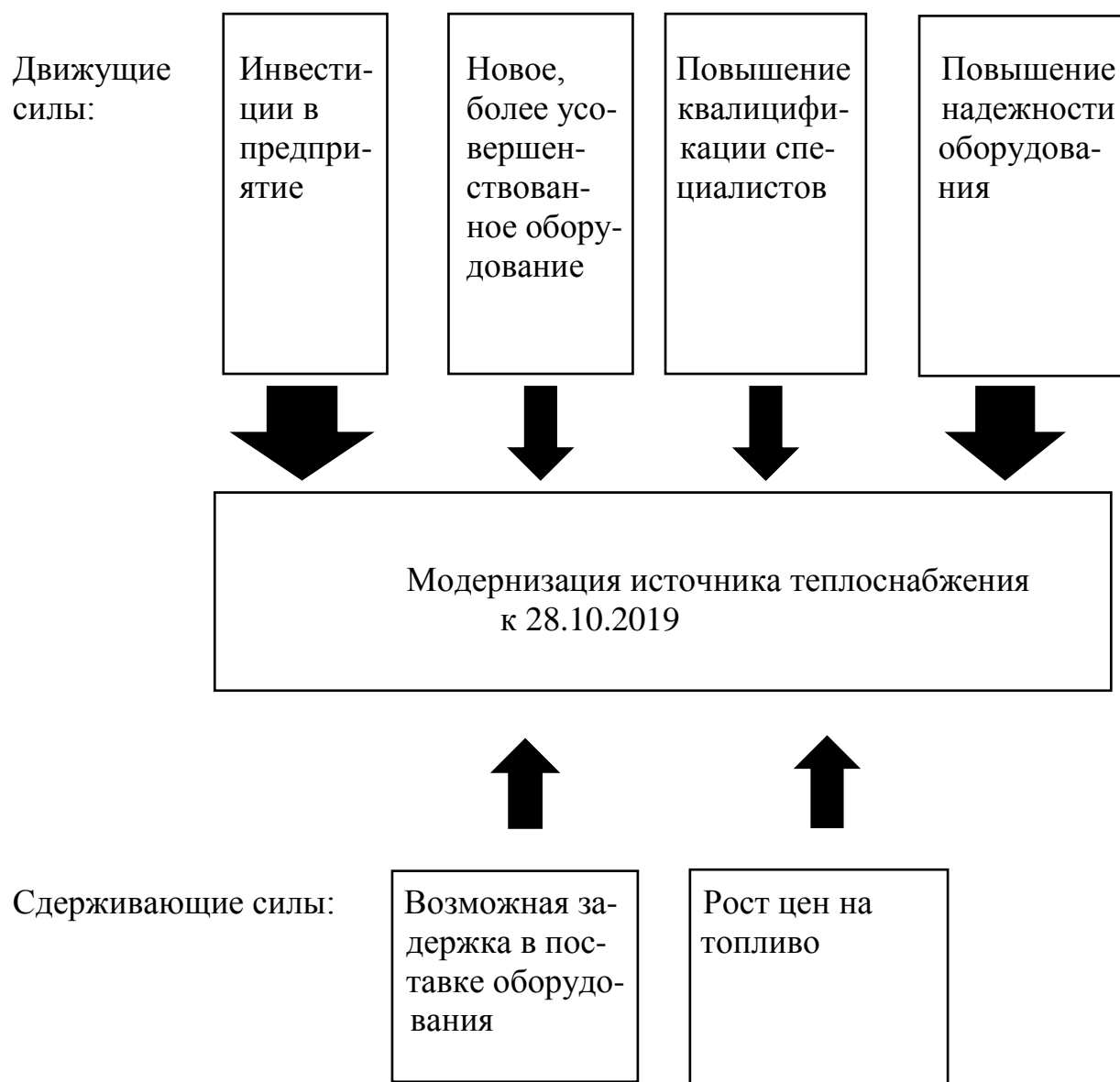


Рисунок 10.6 – Поле сил разработки и реализации проекта

Целью данного метода является оценка сильных и слабых сторон проекта. В данной организации преобладают движущие силы. Анализируя именно данное поле сил, можно смело утверждать о достаточной надежности состояния организации, её устойчивости на рынке. А также присутствует большой потенциал развития организации, способность выполнить все поставленные цели и задачи, миллиард возможностей и решения, которые сыграют положительно на общем развитии организации, ее воплощениях, принципах и основах.

8. Сдача технической документации	Главный инженер	1															
-----------------------------------	-----------------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

10.8 Энергетическое обслуживание

Состав экономических элементов затрат, входящих в смету, постоянен. Стоимость услуг сметчиков зависит от объема выполненной работы. Заказчикам следует помнить, что точные расчеты исключают «случайные» и необоснованные затраты при выполнении электромонтажных мероприятий.

Поэтому помощь профессионалов гарантирует, что расходы будут оптимизированы, финансовые средства сэкономлены, а установленное электрическое оборудование прослужит максимально долго. Составление расчетов по сборнику БЦ Минэнерго имеет свои правила и особенности, подробно описываемые в технических частях и рекомендациях. Базовые цены на ремонт энергетического оборудования используют в разработке смет на работы, выполняемые подрядчиками и собственным персоналом электростанций, а также различных сетевых организаций. Они включают в себя однородные по характеру расходы на энергетическое обслуживание независимо от их цели и места образования. Смету текущих затрат внесем в таблицу 10.8.1.

Таблица 10.8.1 – Смета текущих затрат на теплоэнергетическое обслуживание

Наименование затрат	Сумма, тыс.руб/год	Процент к итогу, %
Вспомогательные материалы (1,25 % от стоимости оборудования)	$3659 \cdot 0,0125 = 45,7$	0,55
Затраты на топливо и воду	$1372,79 + 2732,2 = 4104,99$	62,98
Амортизация основных фондов (10% от стоимости оборудования)	$3659 \cdot 0,1 = 366$	5,43
Заработная плата промышленно-производственного персонала	1080	20,07
Отчисления на социальные нужды	$342,34 + 105,14 + 549,28 = 996,06$	6,96
Прочие расходы (20% от заработной платы промышленно-производственного персонала)	$1080 \cdot 0,2 = 216$	4,01
ИТОГО	6808,75	100,00

Срок окупаемости проекта реконструкции рассчитывается по формуле (10.13):

$$T = \frac{K_3}{\Delta S \cdot Q_{год}} \quad (10.13)$$

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

где K_3 – капитальные затраты, руб.;

ΔS – разница в себестоимости производимого тепла, руб./Гкал;

$Q_{год}$ – тепловая нагрузка мини-ТЭЦ, Гкал/год.

Себестоимость тепловой энергии на данный момент при работе на старом оборудовании составляет 949 руб./Гкал[50], тогда срок окупаемости:

$$T=4436000/((949-618) \cdot 5354)=2,5 \text{ года}$$

Так как срок окупаемости является меньше принятому в настоящее время срока 5 лет, данный проект является выгодным для реализации.

10.11 Основные технико-экономические показатели котельной

Себестоимость отпущенной теплоты является важнейшим экономическим показателем. В ходе ее расчета определяются и другие экономические показатели: слитная стоимость строительства, штат котельной, годовые эксплуатационные расходы. Основные технико-экономические показатели мини-ТЭЦ внесем в таблицу 10.9.1.

Таблица 10.9.1 – Основные технико-экономические показатели мини-ТЭЦ

Показатель	Ед. изм.	Количество
1. Суммарный годовой расход теплоты	Гкал/год	5354
2. Полная сметная стоимость общезаводской части энергохозяйства принимается первоначальной стоимости его основных фондов	тыс. руб.	4644
3. Производственная себестоимость товарной продукции	руб./Гкал	618
4. Срок окупаемости проекта	лет	2,5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе был произведен тепловой расчет необходимой тепловой нагрузки автономной котельной, расположенной по адресу г. Челябинск, ул. Витебская 4. Общая тепловая нагрузка составила $Q = 2,67$ МВт.

Для обеспечения нагрузок, к установке выбраны 4 котла КВ-ГМ-1,00-115Н и система погодного регулирования SCADA weather.

В разделе энергосбережения была рассмотрена актуальность современных проблем энергосбережения в России. Перечислены основные и энергосберегающие технологии, примененные в данной работе.

В вопросах экологии был проведен расчет вредных выбросов и расчет минимальной высоты дымовой трубы. Для обеспечения экологической безопасности проекта выполнен расчет дымовой трубы, в результате которого определена ее высота 20 м. При данной высоте была определена максимальная приземная концентрация вредных веществ, которая составила $0,060$ мг/м³, что не превышает ПДК.

В разделе контрольно-измерительных приборов и автоматики рассмотрены основные требования. Разработана и описана функциональная схема автоматики автономной котельной.

В разделе безопасность жизнедеятельности выявлены опасные и вредные производственные факторы, рассмотрены вопросы безопасности персонала. Также описаны меры безопасности производственных процессов, меры пожарной безопасности, а также меры электробезопасности.

В главе «Экономика и управление» был проведён технико-экономический расчёт капитальных и текущих затрат двух предполагаемых проектов автономной котельной – с двумя котлами КВ-ГМ-2,32-115Н и SCADA weather и с четырьмя котлами КВ-ГМ-1,00-115Н и SCADA weather. Также рассчитаны производственная себестоимость продукции, которая равна 618 руб./Гкал и срок окупаемости, который составил 2,5 года. Все эти перечисленные факторы говорят нам о том, что разработка автономной котельной является выгодным, экономически оправданным мероприятием.

					<i>13.04.01.2019.234.04 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Федеральный закон РФ от 27.07.2010 № 190-ФЗ (ред. От 18.07.2011). О теплоснабжении // Российская газета. – 2010. – Федеральный выпуск №5247 от 30.07.2010г (168).

2 Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации// Российская газета. – 2009. – Федеральный выпуск №5050 от 27.11.2009г (226).

3 Государственная программа Российской Федерации. Охрана окружающей среды на 2012-2020 гг. // Постановление РФ, от 15.04.2014 № 326

4 Государственная программа Российской Федерации. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года // Сборник законодательства РФ, 24.01.2011, №4, ст 622

5 Энергетическая стратегия России на период до 2030 года, // Постановление РФ, от 13 ноября 2009, 144 с.

6 ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. (С изменением №1) – М.: Стандартинформ, 2006.

7 ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. (С изменением №1) – М.: Стандартинформ, 2008.

8 ГОСТ 12.1.030-81 Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление – М.: Государственный стандарт СССР, 1981.

9 ГОСТ 12.4.009-83. Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание. (С изменением №1) – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

10 ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации для строительства (СПДС). Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах – М.: Стандартинформ, 2015.

11 ГОСТ 27331-87. Пожарная техника. Классификация пожаров – М.: Государственный комитет ССР по стандартам, 1987.

12 ГОСТ Р 12.4.026-2001. ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная – М.: Госстандарт России, 2001.

13 ГОСТ Р 50-605-100-94. Энергосбережение. Основные направления энергосбережения в черной металлургии. Технологические мероприятия по снижению расхода котельно-печного топлива

					<i>13.04.01.2019.234.04 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		82

- 29 Грибанов А.И. Расчёт дымовой трубы / А.И.Грибанов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2008. – 22 с.: ил.
- 30 Зеркалов, Д.В. Экологическая безопасность. Хрестоматия/ Д.В. Зеркалов. – Киев: Издательство ТОВ «Основа», 2009. – 514 с.
- 31 Котлы водогрейные жаротрубные «Duotherm». Руководство по монтажу и эксплуатации. – ОАО «Вольф Энерджи Солюшен», 2009. – 19с.
- 32 Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей. Справочник / В.И. Манюк, Я.И. Каплинский, Э.Б. Хиж и др. – М.: Книжный дом «Либроком», 2009. – 432 с.
- 33 Росляков, П.В. Методы защиты окружающей среды / П.В. Росляков. – М.: Изд-во МЭИ, 2010. – 336 с.: ил.
- 34 Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов / Е.Я. Соколов. – 9-е изд., стереот. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 472 с.
- 35 Тепловой расчёт котельных агрегатов; нормативный метод / коллектив авторов; под ред. Кузнецова и др. – 2-е издание, перераб./ Репринт. – М.: ЭКО-ЛИТ, 2011. – 296 с.: ил.
- 36 Турботерм. Техническое описание и руководство по проектированию, монтажу и сервисному обслуживанию. – РЭМЭКС, 2005. – 27 с.
- 37 Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник / О.Л. Данилов, А.Б. Горяев, И.В. Яковлев и др.; под ред. А.В. Клименко. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011. – 424с.: ил.
- 38 Приказ №328н от 24 июля 2013г. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (с 04.08.2014.)
<http://ivo.garant.ru/#/document/70543150/paragraph/1:1>
- 39 Приказ Минтруда России №551н от 17 августа 2015 г. Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации тепловых энергоустановок// Сайт министерства труда и социальной защиты.
<http://minjust.consultant.ru/documents/16380>
- 40 Приказ Ростехнадзора от 25.03.2014 № 116 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности, правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением.
http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=1600
- 41 Шевченко, П.Л. Тепловые расчеты автомобильных двигателей / Авт.-сост. П.Л. Шевченко. – Омск: СибАДИ, 2007. – 187 с.
- 42 Якунин, Н.Н. Расчет автомобильных двигателей / Авт.-сост. Н.Н. Якунин, С.В. Горбачев, Р.Ф. Калимуллин. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 50 с.
- 43 Установки умягчения воды -
<http://www.ecologistika.ru/show.php?page=478>
- 44 Федеральный закон «Об охране окружающей среды», №7-ФЗ ст 1. -
<http://www.zakonrf.info/zakon-ob-ohrane-okr-sredy/1/>

					13.04.01.2019.234.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

- 45 Расчет выбросов окислов азота. - <http://megaobuchalka.ru/9/23881.html>
- 46 Водогрейные котлы серии КВ-ГМ («Смоленск» 1,2,3). - <http://www.dkm.ru/catalog/malye-kotly/33.html>
- 47 Организация оплаты труда. - http://www.aup.ru/books/m217/6_4.html
- 48 Оптовые цены на газ. - <http://fas.gov.ru/documents/documentdetails.html?id>
- 49 Запорная арматура. - <http://armatek.ru/zakaz/>
- 50 Проектная документация – http://intranet.corp.tele2.ru/norm_teh_doc.html

					<i>13.04.01.2019.234.04 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		85