

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

ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
РАБОТА ПРОВЕРЕНА
Рецензент,
Директор ООО «Ремстроймонтаж»
_____ И.К. Хасанов
« ____ » _____ 20__ г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
«Промышленная теплоэнергетика»,
к.т.н., доцент
_____ К.В. Осинцев
« ____ » _____ 20__ г.

**Совершенствование схемы теплоснабжения административного здания
«Управления капитального строительства»
ООО «РН-Юганскнефтегаз» г.Нефтеюганска ХМАО-Югра**

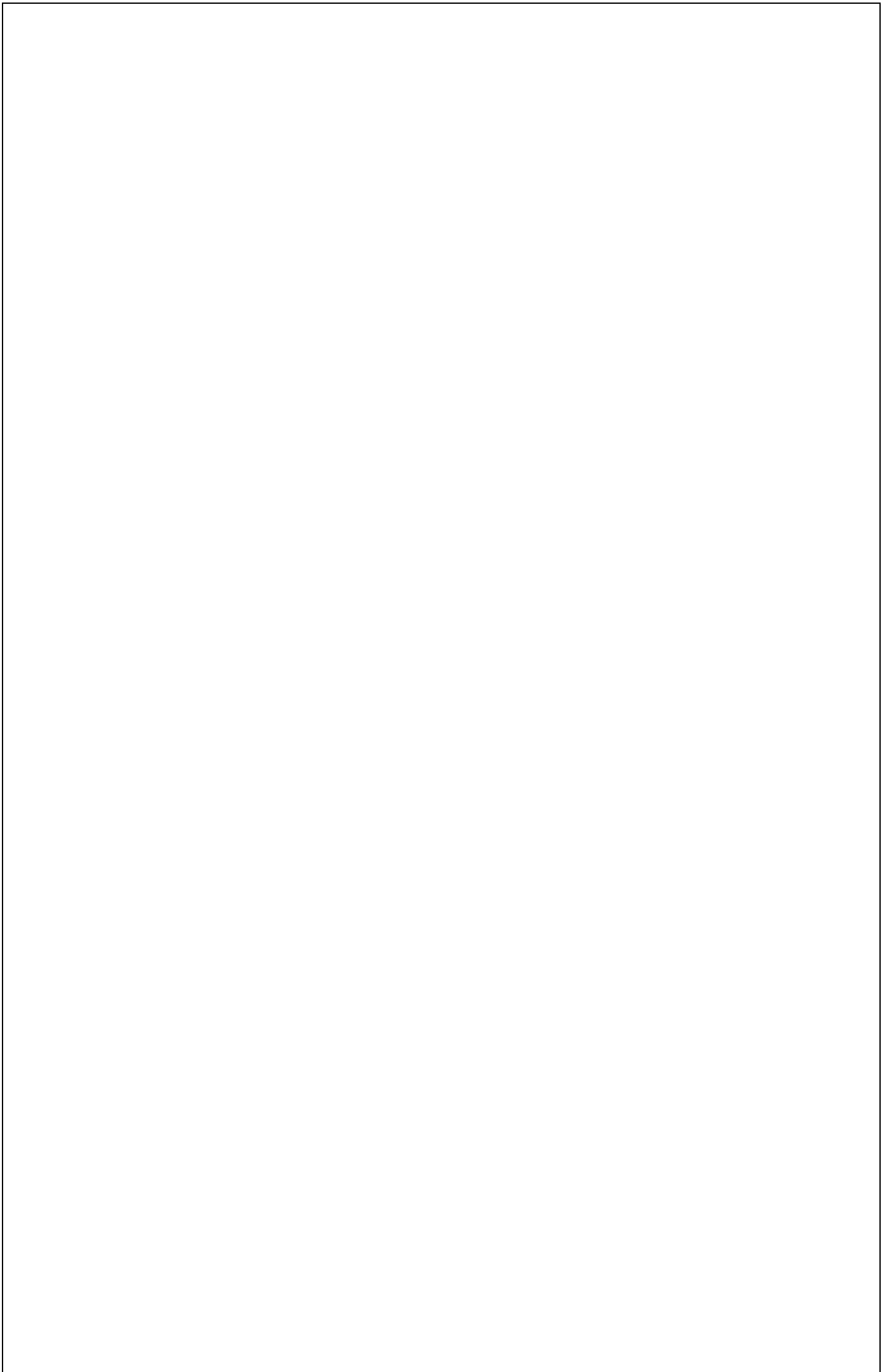
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ПО ПРОГРАММЕ МАГИСТРАТУРЫ
«ОПТИМИЗАЦИЯ ТОПЛИВОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ»
ЮУрГУ – 13.04.01.2020.230.21 ПЗ ВКР

Руководитель магистерской
программы, к.т.н., доцент
_____ К.В. Осинцев
« ____ » _____ 20__ г.

Руководитель работы,
к.т.н., доцент
_____ К.В. Осинцев
« ____ » _____ 20__ г.

Автор работы,
Магистрант группы ПЗ-389
_____ Н.Н.Юсупова
« ____ » _____ 20__ г.

Челябинск 2020



АННОТАЦИЯ

Юсупова Н.Н. Совершенствование схемы теплоснабжения административного здания «Управления капитального строительства» ООО «РН-Юганскнефтегаз» г. Нефтеюганск ХМАО-Югра – Челябинск: ЮУрГУ, ПИ, ЗФ; 2019, 82 с., 9 ил., 20 табл., библиогр. список – 63 наим., 6 листов чертежей ф. А1., 2 демонстрационных листа ф. А1.

В выпускной квалификационной работе магистранта рассмотрены вопросы совершенствования системы теплоснабжения административного здания «Управления капитального строительства» ООО «РН-Юганскнефтегаз».

В ходе выполнения работы разработана схема индивидуального теплового пункта на основе анализа нормативных документов, опыта проектирования подобных объектов и рекомендаций, указанных в рассмотренных источниках информации по данной теме, а также с учетом отдельных предъявляемых требований заказчика к проекту, особенностей объекта и исходных данных.

Пояснительная записка содержит разделы, в которых определены тепловые нагрузки, расходы сетевой воды, произведен расчет и выбор основного оборудования теплового пункта, выполнен гидравлический расчет, рассмотрена схема КИПиА.

При выполнении работы проведены анализы основных направлений энерго-сбережения, вопросов безопасности жизнедеятельности, экономической эффективности проекта и его влияния на окружающую среду в плане экологии.

					<i>ЮУрГУ – 13.04.01.2020.230.21 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Юсупова Н.Н.</i>			Совершенствование схемы теплоснабжения административного здания «Управления капитального строительства» ООО «РН-Юганскнефтегаз» г. Нефтеюганска ХМАО-Югра	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Осинцев К.В.</i>				В К Р	3	82
<i>Н. Контр.</i>		<i>Осинцев К.В.</i>				<i>ЮУрГУ</i>		
<i>Утверд.</i>		<i>Осинцев К.В.</i>				<i>Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»</i>		

АННОТАЦИЯ

Юсупова Н.Н. Совершенствование схемы
теплоснабжения административного здания «Управление
капитального строительства» ООО «РН-
Юганскнефтегаз» г. Нефтеюганск

ХМАО-ЮГРА.-Челябинск: ЮУрГУ, ПИ, ЗФ; 83 с., 14 ил.,
библиогр. список - 63 наим., 8 листов чертежей ф. А1,
2 демонстрационных листа ф. А1

В выпускной квалификационной работе магистранта рассмотрены вопросы совершенствования системы теплоснабжения административного здания «Управления капитального строительства» ООО «РН-Юганскнефтегаз». В ходе выполнения работы разработана схема индивидуального теплового пункта на основе анализа нормативных документов, опыта проектирования подобных объектов и рекомендаций, указанных в рассмотренных источниках информации по данной теме, а также с учетом отдельных предъявляемых требований заказчика к проекту, особенностей объекта и исходных данных.

Пояснительная записка содержит разделы, в которых определены тепловые нагрузки, расходы сетевой воды, произведен расчет и выбор основного оборудования теплового пункта, выполнен гидравлический расчет, рассмотрена схема КИПиА. При выполнении работы проведены анализы основных направлений энергосбережения, вопросов безопасности жизнедеятельности, экономической эффективности проекта и его влияния на окружающую среду в плане экологии.

13.04.01.2020 230.21 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Юсупова			<i>Совершенствование схемы теплоснабжения административного здания «Управление капитального строительства» ООО «РН- Юганскнефтегаз» г. Нефтеюганска ХМАО-Югры</i>	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Осинцев К.В.				3	83	
Реценз.						ЮУрГУ Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»		
Н. Контр.		Осинцев К.В.						
Утверд.		Осинцев К.В.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ОБЗОР И АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	7
2 ОБОСНОВАНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ «УПРАВЛЕНИЕ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ООО «РН-ЮГАНСКНЕФТЕГАЗ»	8
При проведен двухтрубная система отопления.	8
3 ОПИСАНИЕ СХЕМЫ И ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ИТП	10
4 РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК	12
4.1 Исходные данные	12
4.2 Отопление	12
4.3 Вентиляция	13
4.4 Горячее водоснабжение	13
4.5 Годовой расход теплоты	14
4.6 График продолжительности тепловых нагрузок	15
5 СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ	16
5.1 Методы регулирования	16
5.2 Расчет температур сетевой воды	17
5.3 Расчет расходов сетевой воды	19
6 РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	20
6.1 Подбор насосов	20
6.1.1 Выбор циркуляционного насоса на отопление	20
6.1.2 Выбор циркуляционного насоса на теплоснабжение калориферов	21
6.1.3 Выбор циркуляционного насоса на ГВС	23
6.1.4 Выбор подпиточного насоса	25
6.2 Расчет емкости расширительных баков	26
6.2.1 Выбор расширительного бака для системы отопления	26
6.2.2 Выбор расширительного бака для системы теплоснабжения калориферов	27
6.3 Тепловой и гидравлический расчет теплообменников	28
8 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ	39
9 КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ, АВТОМАТИКА	48
9.1 Описание схемы КИПиА	48
9.2 Выбор приборов регулирования	50
9.2.1 Выбор регулирующего клапана температуры ГВС	50
9.2.2 Выбор регулирующего клапана температуры системы отопления	50
9.2.3 Выбор регулирующего клапана температуры теплоснабжения калориферов	51
9.2.4 Выбор регулятора перепада давления для системы теплоснабжения калориферов	51
9.2.5 Выбор регулятора перепада давления для системы отопления и ГВС	52

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

10 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ	54
10.1 Основные направления энергосбережения в тепловых пунктах	54
10.2 Применяемые энергосберегающие технологии	54
11 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	55
11.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	55
11.2 Безопасность производственных процессов и оборудования	56
11.3 Электробезопасность.....	58
11.4 Пожаровзрывобезопасность	60
12 ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ [57-62].....	62
13 ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ.....	65
13.1 Исходные данные.....	65
13.2 Смета капитальных затрат для ИТП с погодозависимым регулированием (вариант 1).....	66
13.3 Расчет текущих затрат на теплоснабжение (вариант 1)	67
13.4 Расчет экономической эффективности капитальных вложений для ИТП с ручным регулированием.....	69
13.5 Качественный анализ вариантов проектных решений	71
13.9 Планирование мероприятий по реализации работы. График Ганта	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	79

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время получают распространение новые системы отопления и горячего водоснабжения, усложняется оборудование тепловых пунктов, внедряется автоматика и др.

Хорошо налаженные эксплуатационные системы отопления и горячего водоснабжения, тепловые сети, центральные тепловые пункты и абонентские вводы позволяют улучшить теплоснабжение, обеспечить требуемую температуру в помещениях зданий в течение всего отопительного периода.

В эксплуатации теплового хозяйства жилых домов важнейшее значение имеют квалификация обслуживающего персонала и организация постоянного надзора за работой системы, своевременный осмотр и ремонт их.

Увязка режима работы разнообразных потребителей с общим режимом работы источников теплоты и тепловой сети представляет собой трудную задачу. Один из основных путей решения этой задачи — правильное проектирование и грамотная эксплуатация тепловых пунктов, которые являются не только местом управления системами отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, но и органом управления самой тепловой сети. В этих условиях применение энергоэффективных систем централизованного теплоснабжения и, как ее составная часть, автоматизированных тепловых пунктов приобретает важное значение в функционировании системы теплоснабжения и экономичном потреблении теплоты[1].

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 ОБЗОР И АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Согласно [1] при централизованном теплоснабжении присоединение систем отопления к наружным теплопроводам должно осуществляться через тепловой пункт. Тепловые пункты подразделяются на: индивидуальные тепловые пункты (ИТП) — для присоединения систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и технологических теплоиспользующих установок одного здания или его части; центральные тепловые пункты (ЦТП) — то же, двух зданий или более [2]. Для жилых и общественных зданий необходимость устройства ЦТП определяется конкретными условиями теплоснабжения района строительства на основании технико-экономических расчетов. Схемы и оборудование тепловых подстанций зависят от вида теплоносителя и характера теплопотребляющих установок, от схемы теплоснабжения – закрытой или открытой; зависимой или независимой и ряда других факторов [3].

Качественный метод. Качественный метод регулирования применяется как способ центрального регулирования. Изменяется количество теплоты в зависимости от наружной температуры за счет изменения температуры подающей воды T_1 . Циркуляция постоянного расхода воды обеспечивает постоянный перепад давлений.

В условиях эксплуатации изменятся расход воды в тепловой сети из-за присоединения и отключения потребителей. Расход воды на ГВС изменяется примерно от 100% при $t_n = +2,5^\circ\text{C}$ до 30% при $t_n = -26^\circ\text{C}$

Для снижения расхода сетевой воды на ГВС применяются схемы двухступенчатых подогревателей горячего водоснабжения. Температурный график может строиться по отопительной нагрузке, тогда он называется отопительным, или нормальным графиком, и по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения, тогда он называется в закрытой системе повышенным графиком.

При расчётной температуре -26°C температура воды принимается как при отопительном графике, равной 150°C . С повышением наружной температуры повышается температура воды. Максимальное повышение достигается у точки излома $80-85^\circ\text{C}$ вместо 70°C в отопительном графике. Внедрение повышенного графика температур снижает расход воды.

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.230.21 ПЗ				

2 ОБОСНОВАНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ «УПРАВЛЕНИЕ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ООО «РН-ЮГАНСКНЕФТЕГАЗ»

При проведении реконструкции административного здания «Управление капитального строительства» ООО «РН-Юганскнефтегаз» г.Нефтеюганска была изменена площадь здания, планировка, требования к микроклимату помещений и их назначение. Для обеспечения расчетного температурного режима объекта запроектирована двухтрубная система отопления.

В связи с изменением тепловых нагрузок и гидравлического режима систем потребителя возникла необходимость изменения схемы присоединения систем объекта к источнику теплоснабжения. Для этого принято решение разработать индивидуальный тепловой пункт

Проект разработан в соответствии с федеральным законом РФ от 23 ноября 2009 г. №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»[6], федеральным законом РФ от 27 июля 2010 г. №190-ФЗ «О теплоснабжении»[7].

Согласно распоряжению Правительства РФ от 31.11.2009 №1715-Р «Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года» [8] проект предусматривает изменение структуры систем теплоснабжения, включая рациональное сочетание системного и элементного резервирования, оснащение автоматикой и измерительными приборами в рамках автоматизированных систем диспетчерского управления нормальными и аварийными режимами их эксплуатации, переход на независимую схему подключения нагрузки отопления (вентиляции и кондиционирования) и закрытую систему горячего водоснабжения.

Разработанный объект соответствует требованиям энергетической эффективности, установленным уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в соответствии с правилами, утвержденными Правительством Российской Федерации. Энергосбережение в теплоснабжении осуществляется по следующим основным направлениям: учет количества и контроль качества потребляемой тепловой энергии, применением теплоустойчивых конструкций, тепловой автоматики, энергоэффективного оборудования и теплопроводов, а также высокая технологичность всего процесса теплопотребления, доступность его контроля и возможность управления.

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. N 1034 «О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя»[9] обеспечен учет используемых энергетических ресурсов.

Проект соответствует стратегической цели обозначенной правительством Российской Федерации распоряжением «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года». Принципы и мероприятия, утвержденные данным документом направлены на решение социально-экономических задач, обеспечивающих экологически

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

ориентированный рост экономики, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов для удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, реализации права каждого человека на благоприятную окружающую среду, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

3 ОПИСАНИЕ СХЕМЫ И ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ИТП

В качестве источника теплоснабжения выбраны тепловые сети, точка подключения ТК-30-66. Температурный график 150/70.

Присоединения систем отопления и систем теплоснабжения калориферов вентиляции осуществлено по независимой схеме, что является идеальным решением для обеспечения ее автоматизации. Присоединение систем ГВС выполнено по параллельной схеме.

Горячая вода, поступающая в тепловой пункт по подающему трубопроводу, отдает свою теплоту в подогревателях систем горячего водоснабжения и отопления, а также системы вентиляции потребителей, после чего возвращается в обратный трубопровод теплового ввода и по магистральным сетям отправляется обратно на теплогенерирующее предприятие для повторного использования.

Соответствующая заданному отопительному графику температура теплоносителя в контуре отопления поддерживается электронным регулятором (контроллером) ECL310, который в зависимости от показаний датчика температуры наружного воздуха ESMТ, и температуры воды на выходе из узла присоединения, измеряемой температурным датчиком ESMU воздействует на электропривод AMV10 и AMV30 клапана VM2 и VB2, регулирующих расход греющего теплоносителя [10].

Система теплоснабжения представляет замкнутый контур, по которому теплоноситель движется при помощи насосов от теплового пункта в систему отопления и обратно. По мере эксплуатации возникают утечки теплоносителя из замкнутого контура. Для восполнения потерь используют систему подпитки. Циркуляция воды в системе отопления поддерживается циркуляционными насосами WILLO[11] с регулируемым электроприводом. Теплоносителем в системе теплоснабжения калориферов служит - этиленгликоль 40%. Для восполнения его потерь установлен подпиточный насос. Установленное насосное оборудование характеризуется малой энергоемкостью (низкие эксплуатационные расходы); долговечностью и надежностью, технологичностью (адаптация к современным автоматизированным системам управления), компактностью оборудования, низким уровнем шума и вибрации.

Для присоединения систем к тепловой сети установлены разборные пластинчатые теплообменники производства фирмы «Уралводоприбор». Оборудование изготовлено по индивидуальному заказу, что обеспечивает точное соответствие техническим условиям и заданным размерам, позволяет добиться максимальной эффективности.

С целью компенсации тепловых расширений воды, на нагреваемом контуре ИТП предусмотрена установка мембранных баков Westerline WRV [12] объемом 100 и 500 литров. Использование современных технологий и материалов позволяет достичь уровня качества европейских аналогов при сохранении низкой цены.

Для подпитки в системе теплоснабжения калориферов установлен подпиточный бак объемом 500 л с электрическим выключателем поплавкового типа (датчиком уровня).

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Для исключения возможности включения не заполненного водой насоса на линии всасывания установлено реле давления КР1 35 [10], разрывающее их цепи питания при падении давления в трубопроводах ниже нормативного.

Для защиты системы отопления от повышения давления на подающем трубопроводе устанавливается регулируемый предохранительный клапан AVP [10].

Для контроля давления в сети устанавливаемые манометры как на прямом, так и на обратном трубопроводах.

Для защиты оборудования узла присоединения от загрязнения на вводе установлен магнитно-механический фильтр. Узел ввода начинается с головных задвижек на прямом и обратном сетевых трубопроводах.

Далее, за головными задвижками, размещается узел учета расхода тепловой энергии и теплоносителя на базе теплосчетчика ВКТ-7 [13].

Принципиальная тепловая схема теплового пункта представлена на листе 3 графической части выпускной квалификационной работы.

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

4 РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК

4.1 Исходные данные

Климатические параметры холодного периода года, согласно СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» [14]:

$t_{\text{HO}} = -43 \text{ }^\circ\text{C}$ – средняя температура наиболее холодной пятидневки из восьми зим за последние 50 лет

Число часов за отопительный период со среднесуточной температурой наружного воздуха, равной и ниже данной указан в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Число часов за отопительный период со среднесуточной температурой наружного воздуха, равной и ниже данной[4]

t_{HO}	-45	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	+8
n	2	15	29	39	127	520	1110	1950	2980	3920	5180

где $t_{\text{в}} = 18^\circ\text{C}$ – температура воздуха внутри помещений

$t_{\text{н}} = 8 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура начала отопительного периода

$\beta = 0,8$ – коэффициент, учитывающий изменение средненедельного расхода теплоты на ГВС в неотапливаемый период по отношению к отопительному

$t_{\text{г}} = 60^\circ\text{C}$ – температура горячей воды

Для зимнего периода:

$t_{\text{х}}^{\text{з}} = 5^\circ\text{C}$ – температура холодной воды

Для летнего периода:

$t_{\text{х}}^{\text{л}} = 15^\circ\text{C}$ – температура холодной воды

4.2 Отопление

Основная задача отопления заключается в поддержании внутренней температуры помещений на заданном уровне. Для этого необходимо сохранение равновесия между тепловыми потерями здания и теплопритоком [4].

Расчет тепловых нагрузок выполнен согласно методике Соколова [4]

$$Q'_o = 145,375 \text{ кВт}$$

Нагрузки, соответствующие началу отопительного периода и средней температуре наиболее холодного месяца (4.1):

$$Q_o = Q'_o \cdot \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{HO}})}, \quad (4.1)$$

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

$$Q_o'' = 145,375 \cdot \frac{(18 - 8)}{(18 - (-43))} = 23,832 \text{ кВт}$$

4.3 Вентиляция

Расход теплоты на вентиляцию предприятий, а также общественных зданий и культурных учреждений составляет значительную долю суммарного теплоснабжения объекта, и часто превышает расход теплоты на отопление [4].

Расчет тепловых нагрузок выполнен согласно методике Соколова [4]

Нагрузки, соответствующие началу отопительного периода и средней температуре наиболее холодного месяца(4.2):

$$Q'_B = 482,645 \text{ кВт}$$

$$Q_B = Q'_B \cdot \frac{(t_B - t_H)}{(t_B - t_{HO})}, \quad (4.2)$$

$$Q_B^H = 482,645 \cdot \frac{(18 - 8)}{(18 - (-43))} = 79,122 \text{ кВт}$$

Средний расход теплоты на вентиляцию(4.3):

$$Q_B^{cp} = Q'_B \cdot \frac{(t_B - t_H^{cp})}{(t_B - t_{HO})}, \quad (4.3)$$

$$Q_B^{cp} = 482,645 \cdot \frac{(18 - (-7,1))}{(18 - (-43))} = 232,969 \text{ кВт}$$

4.4 Горячее водоснабжение

Горячее водоснабжение имеет весьма неравномерный характер как в течении суток, так и в течении недели. Согласно [15] в закрытых системах температура горячей воды в местах водоразбора должна поддерживаться в пределах не ниже 50 и не выше 75 °С.

Расчетный расход тепла на ГВС для летнего периода(4.4):

$$Q_{ГВС}^3 = 158,401 \text{ кВт}$$

$$Q_{ГВС}^L = Q_{ГВС}^3 \frac{(t_r - t_x^L)}{(t_r - t_x^3)}, \quad (4.4)$$

$$Q_{ГВС}^L = 158,401 \frac{(60 - 15)}{(60 - 5)} = 129,600 \text{ кВт}$$

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

4.5 Годовой расход теплоты

Годовой расход теплоты за отопительный период на отопление (4.5):

$$Q_0^{\text{год}} = Q_0^{\text{ср}} \left((n_0 - n_d) + n_d \cdot \frac{(t_{\text{вд}} - t_{\text{н}}^{\text{ср}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{ср}})} \right), \quad (4.5)$$

где $n_d = 0$ с – продолжительность работы дежурного отопления. Система дежурного отопления отсутствует.

$$Q_0^{\text{год}} = 70,171 \cdot 18,662 \cdot 10^6 = 1,309 \cdot 10^6 \text{ МДж/год}$$

Годовой расход теплоты на вентиляцию (4.6):

$$Q_{\text{в}}^{\text{год}} = Q'_{\text{в}} \left(n_{\text{в}} + (n_0 - n_{\text{в}}) \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{ср.в.}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{нв}})} \right) \left(1 - \frac{n_{\text{д}}^{\text{в}}}{n_0} \right), \quad (4.6)$$

где $t_{\text{нв}} = -20^\circ\text{C}$ – средняя температура наиболее холодного периода, составляющего 15 % длительности отопительного сезона [4];

$n_{\text{в}} = 16,776 \cdot 10^6$ с/год – продолжительность периода с температурой наружного воздуха $t_{\text{н}} \leq t_{\text{нв}}$ [4];

$n_{\text{д}}^{\text{в}} = 0$ с – длительность отопительного периода, когда вентиляция не работает
 $t_{\text{н}}^{\text{ср.в.}} = 1,28^\circ\text{C}$ – средняя температура наружного воздуха за период от начала отопительного периода до $t_{\text{нв}}$ [4].

$$Q_{\text{в}}^{\text{год}} = 482,645 \left(16,766 \cdot 10^6 + (18,662 \cdot 10^6 - 16,776 \cdot 10^6) \frac{(18 - 1,28)}{(18 - (-20))} \right) \cdot \left(1 - \frac{0}{18,662 \cdot 10^6} \right) = 8,493 \cdot 10^6 \text{ МДж/год}$$

Годовой расход теплоты на ГВС (4.7):

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{год}} = Q_{\text{ГВС}}^3 \left(n_0 + \beta \frac{(t_{\text{г}} - t_{\text{х}}^{\text{лет}})}{(t_{\text{г}} - t_{\text{х}}^{\text{зим}})} \cdot (n_{\text{г}} - n_0) \right), \quad (4.7)$$

где $n_{\text{г}} = 30,240 \cdot 10^6$ с/год – длительность работы системы ГВС

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{год}} = 158,401 \left(18,662 \cdot 10^6 + 0,8 \frac{(60 - 15)}{(60 - 5)} (30,240 \cdot 10^6 - 18,662 \cdot 10^6) \right) = 4,157 \cdot 10^6 \text{ МДж/год}$$

Суммарная годовая тепловая нагрузка (4.8):

$$Q_{\text{год}} = Q_0^{\text{год}} + Q_{\text{в}}^{\text{год}} + Q_{\text{ГВС}}^{\text{год}}. \quad (4.8)$$

$$Q_{\text{год}} = 363,766 + 2360,404 + 1664,001 = 4338,171 \text{ МДж/год}$$

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

4.6 График продолжительности тепловых нагрузок

График построен по методике Соколова [4].

Расход теплоты на отопление и вентиляцию (4.9):

$$Q_o = Q'_o \cdot \frac{(t_B - t_H)}{(t_B - t_{HO})}, \quad (4.9)$$

$$Q_B = Q'_B \cdot \frac{(t_B - t_H)}{(t_B - t_{HO})}, \quad (4.10)$$

где t_H – температура наружного воздуха.

Результаты расчета для ряда температур сведены в таблицу 4.2

Таблица 4.2 – Тепловая нагрузка

t_H	8	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
Q_o	27,9	36,3	50,32	64,30	78,28	92,26	106,2	120,2	134,1	145,3	145,3	145,3
Q_B	92,8	120,6	167,0	213,4	259,8	306,2	352,7	352,7	352,7	352,7	352,7	352,7
$Q_{ГВС}$	158,4	158,4	158,4	158,4	158,4	158,4	158,4	158,4	158,4	158,4	158,4	158,4
Q	279,1	315,4	375,7	436,1	496,5	556,9	617,34	631,3	645,3	656,4	656,4	656,4
n	5180		3980	2980	1950	1110	520	127	39	29	15	2

По результатам расчета построен график продолжительности суммарной тепловой нагрузки: (рисунок 4.1).

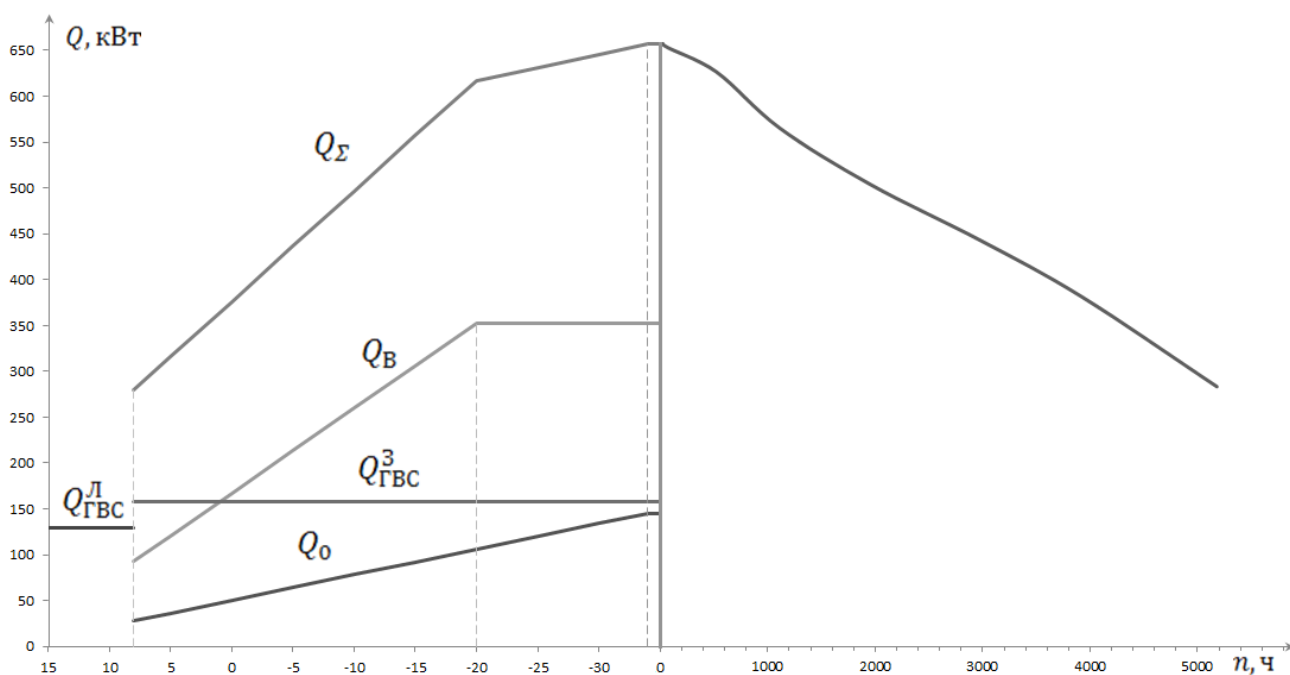


Рисунок 4.1 – Продолжительность суммарной тепловой нагрузки

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

13.04.01.2020.230.21 ПЗ

Лист

15

5 СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ

5.1 Методы регулирования

Центральное качественное регулирование не всегда удовлетворяет условиям отопления всех жилых зданий, так как расчет температурного графика ведётся по типовому абоненту и не учитывает солнечную радиацию, бытовые тепловыделения и ветер.

При смешанной нагрузке температурный график в закрытой системе делится на два диапазона.

I диапазон -это период, соответствующий наружной температуре от -26°C до точки излома при $t_n=2,5^{\circ}\text{C}$. В этот период расход сетевой воды постоянный, а необходимое количество тепла регулируется качеством воды, т.е. температурой, которая изменяется в подающей линии от 150° до 70°C .

Во II диапазоне от точки излома при $t_n=2,5-10^{\circ}\text{C}$ наружного воздуха в подающем трубопроводе температура постоянна и равна 70°C

Температура воды понижается до 46°C при наружной температуре $+10^{\circ}\text{C}$.

Повышение температуры приводит к перетопу помещений и нарушение комнатной температуры 20°C . Снижение перетопа за счет открывания окон приводит потере теплоты.

Центральное регулирование дополняют индивидуальным регулированием.

Продолжительность отключения отопления показана в таблице 5.1.

Таблица 5.1-Продолжительность отключения отопления

Среднесуточная температура наружного воздуха $^{\circ}\text{C}$	Продолжительность отключения отопления в ч
+5-+6	4-5
+6-+7	5-6
+7-+8	6-7
+8-+9	7-9
+9-+10	9-11

Необходимо поддерживать комнатную температуру равной $20-21^{\circ}\text{C}$.

При этом следует руководствоваться фактической температурой сетевой воды на вводе. Также следует учитывать следующие особенности: теплоустойчивость зданий (облегчённые и массивные ограждающие конструкции), возможный недогрев концевых зданий, ненастные дни, сопровождаемые дождями и ветрами, и т.п.

Особенно следует обратить внимание на тепловые пункты с последовательной двухступенчатой схемой горячего водоснабжения, так как в тёплый период

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

системы отопления не получают необходимого количества тепла в часы максимального разбора горячей воды и пополняют недостаток в остальное время

5.2 Расчет температур сетевой воды

Объект проектирования подключен к тепловым сетям с температурным графиком 150/70. Система теплоснабжения закрытая, используется центральное качественное регулирование по отопительной нагрузке. Температура теплоносителя в системе отопления 90/65, в системе теплоснабжения калориферов 95/65.

Расчет температур сетевой воды выполнен по учебному пособию «Теплоснабжение и вентиляция» [16]

Перепад температур в тепловой сети (5.1):

$$\delta\tau'_0 = \tau_{01} - \tau_{02}, \quad (5.1)$$

где $\tau_{01} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура воды в подающей линии теплосети
 $\tau_{02} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура воды в обратной линии теплосети
 $\delta\tau'_0 = 150 - 70 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$

Разность температур в местной системе (5.2):

$$\theta'_0 = \tau_{03} - \tau_{02}, \quad (5.2)$$

где $\tau_{03} = 90 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура воды, поступающей в систему отопления
 $\theta'_0 = 90 - 70 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Температурный напор нагревательного прибора (5.3):

$$\Delta t'_0 = \frac{\tau_{03} + \tau_{02}}{2} - t_B, \quad (5.3)$$

$$\Delta t'_0 = \frac{90 + 70}{2} - 18 = 64,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Относительная величина тепловой нагрузки (5.4):

$$\bar{Q}_0 = \frac{Q_0}{Q'_0}, \quad (5.4)$$

Температура воды перед отопительной установкой(5.5):

$$\tau'_{01} = t_B + \Delta t'_0 \cdot \bar{Q}_0^{0,8} + \bar{Q}_0 (\delta\tau'_0 - 0,5\theta'_0), \quad (5.5)$$

Температура воды после отопительной установки(5.6):

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

$$\tau'_{02} = t_B + \Delta t'_{0} \cdot \bar{Q}_0^{0,8} - 0,5\bar{Q}_0\theta'_{0}, \quad (5.6)$$

Результаты расчета по формулам (5.4),(5.5),(5.6)сведены в таблицу 5.2

Таблица 5.2 – Качественное регулирование по отопительной нагрузке в закрытых системах теплоснабжения

$t_n, ^\circ\text{C}$	-43	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	4,35	8
$Q_0, \text{МВт}$	162,23	159,04	143,14	127,24	111,33	95,43	79,52	63,62	49,78	38,17
\bar{Q}_0	1,00	0,98	0,88	0,78	0,69	0,59	0,49	0,39	0,31	0,24
$\tau_{01}, ^\circ\text{C}$	150,00	147,69	136,10	124,40	112,57	100,59	88,42	76,03	65,00	65,00
$\tau_{02}, ^\circ\text{C}$	70,00	69,26	65,52	61,66	57,67	53,53	49,21	44,65	40,45	40,45

По результатам расчета построен температурный график. Так как система закрытая, регулирование по отопительной нагрузке, подрезка графика делается при температуре 70 °С. По графику определены:

где $t_{ни} = -0,1 ^\circ\text{C}$

$\tau''_{01} = 70 ^\circ\text{C}$

$\tau''_{02} = 40,45 ^\circ\text{C}$

При $t_n > t_{ни}$ происходит смена регулирования с качественного на количественное, либо регулирование пропусками.

Температурный график сетевой воды показан на рисунке 5.1.

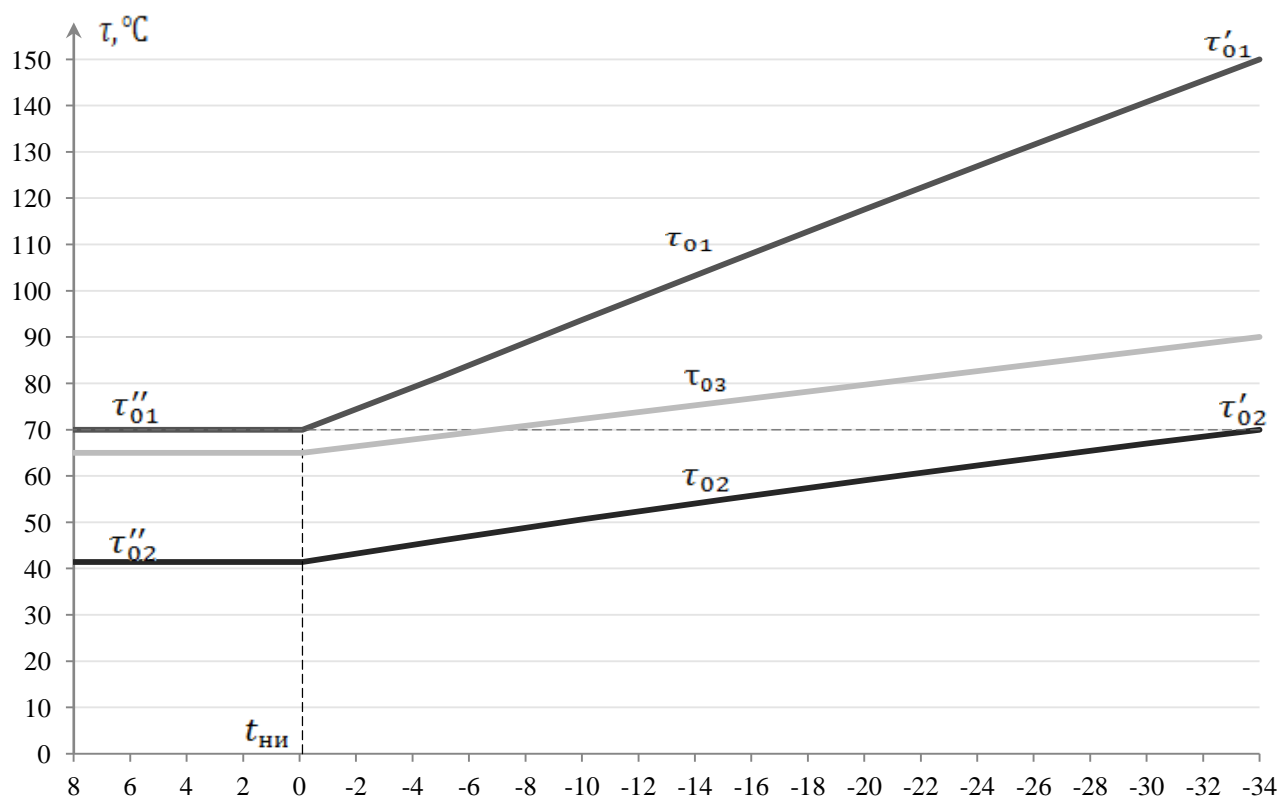


Рисунок 5.1 – Температурный график

5.3 Расчет расходов сетевой воды

Расход воды на отопление (5.7):

$$\text{При } t_H \leq t_{\text{ни}} G'_0 = \frac{Q'_0}{C_p(\tau'_{01} - \tau'_{02})}, \quad (5.7)$$

$$\text{При } t_H > t_{\text{ни}} G_0 = \frac{Q_0}{C_p(\tau''_{01} - \tau''_{02})}, \quad (5.8)$$

Расход воды на вентиляцию (5.9):

$$\text{При } t_H > t_{\text{ни}} G_B = \frac{Q_B}{C_p(\tau''_{01} - \tau''_{02})}, \quad (5.9)$$

$$\text{При } t_{\text{ни}} > t_H > t_{\text{но}} G'_B = \frac{Q'_B}{C_p(\tau'_{01} - \tau'_{02})}, \quad (5.10)$$

Расход воды на ГВС (5.11):

$$G_{\text{ГВС}} = \frac{Q_{\text{ГВС}}^{\text{max}}}{C_p(\tau_{01} - \tau_{02})}, \quad (5.11)$$

Результаты расчета сведены в таблицу 5.3

Таблица 5.3 – Расходы воды на отопление, вентиляцию и ГВС

$t_H, \text{ }^\circ\text{C}$	-43	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	4,35	8
$G'_0, \text{кг/с}$	0,434	0,434	0,434	0,434	0,434	0,434	0,434	0,434	0,434	0,232
$G_B, \text{кг/с}$	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	0,774
$G_{\text{ГВС}}, \text{кг/с}$	0,473	0,512	0,571	0,647	0,745	0,878	1,068	1,365	1,373	1,373
$G_\Sigma, \text{кг/с}$	2,346	2,386	2,445	2,520	2,618	2,751	2,942	3,239	3,246	2,378

Расходы воды на теплоснабжение показаны на рисунке 5.2.

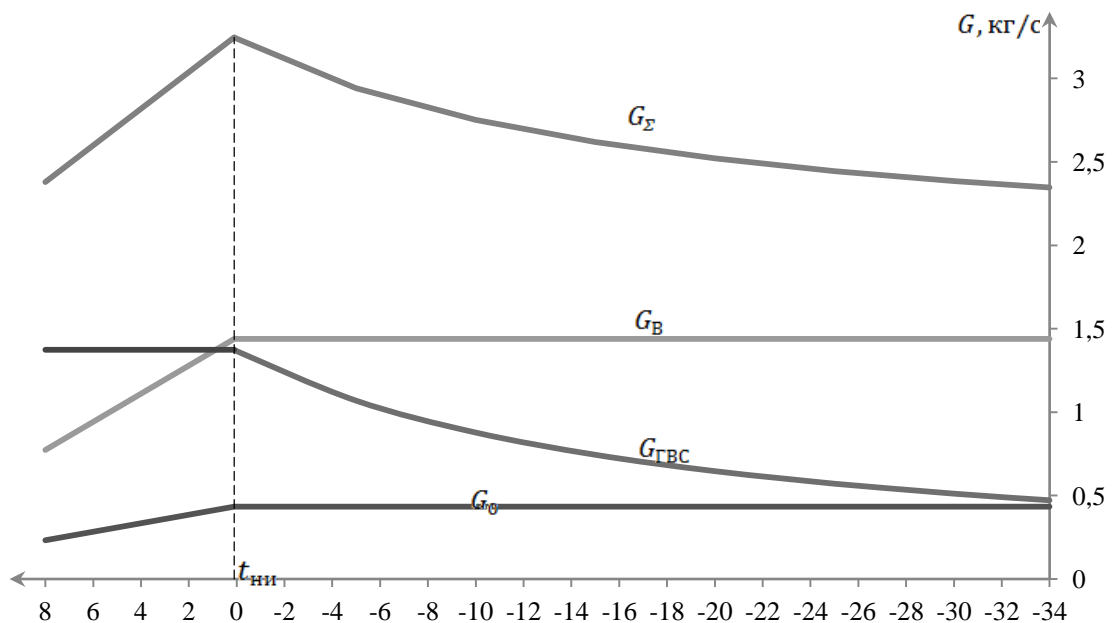


Рисунок 5.2 – Расходы воды на теплоснабжение

6 РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Основное оборудование – это насосы, теплообменники, запорно-регулирующая арматура, баки подпиточной воды, мембранные баки, а так же приборы метрологического обеспечения, например монометры и термометры.

6.1 Подбор насосов

6.1.1 Выбор циркуляционного насоса на отопление

Расход теплоносителя на систему отопления (6.1):

$$G_{от1} = \frac{Q_{от}}{c \cdot (T_{11} - T_{21}) \cdot \rho} \quad (6.1)$$

где $Q_{от} = 0,125$ Гкал/ч – тепловая нагрузка на отопление

$\rho = 1000$ кг/м³ – плотность воды

$T_{11} = 90^\circ\text{C}$ – температура воды в подающем трубопроводе системы отопления

$T_{21} = 65^\circ\text{C}$ – температура воды в обратном трубопроводе системы отопления

$c = 1 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$ – удельная теплоемкость воды

$$G_{от1} = \frac{0,125 \cdot 10^9}{10^3 \cdot (90 - 65) \cdot 1000} = 5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Подача насоса G (6.2):

$$G = 1,1 \cdot G_{от1} \quad (6.2)$$

где $G = 1,1 \cdot 5 = 5,5$ м³/ч

Напор насоса (6.3):

$$H_{нас} = \Delta H_{с.о.} + \Delta H_{вн.к.} \quad (6.3)$$

где $\Delta H_{с.о.}$ – потери напора в системе отопления (с учетом приборов автоматизации), м.в.ст.;

$\Delta H_{вн.к.}$ – потери напора во внутреннем контуре ИТП, м.в.ст.;

$$H_{нас} = 5 + 2,61 = 7,61 \text{ м. в. ст.}$$

По этим параметрам выбран двоярный насос TOP-SD 40/10 (производитель- WILO, Германия).

Рабочие параметры одного насоса [11]:

- Производительность $G = 5,51$ м³/ч
- Напор $H = 8,25$ м;
- Потребляемая мощность $P = 446$ Вт;
- Мотор однофазного тока.

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Характеристики насоса Wilo TOP-SD 40/10 показаны на рисунке 6.1.

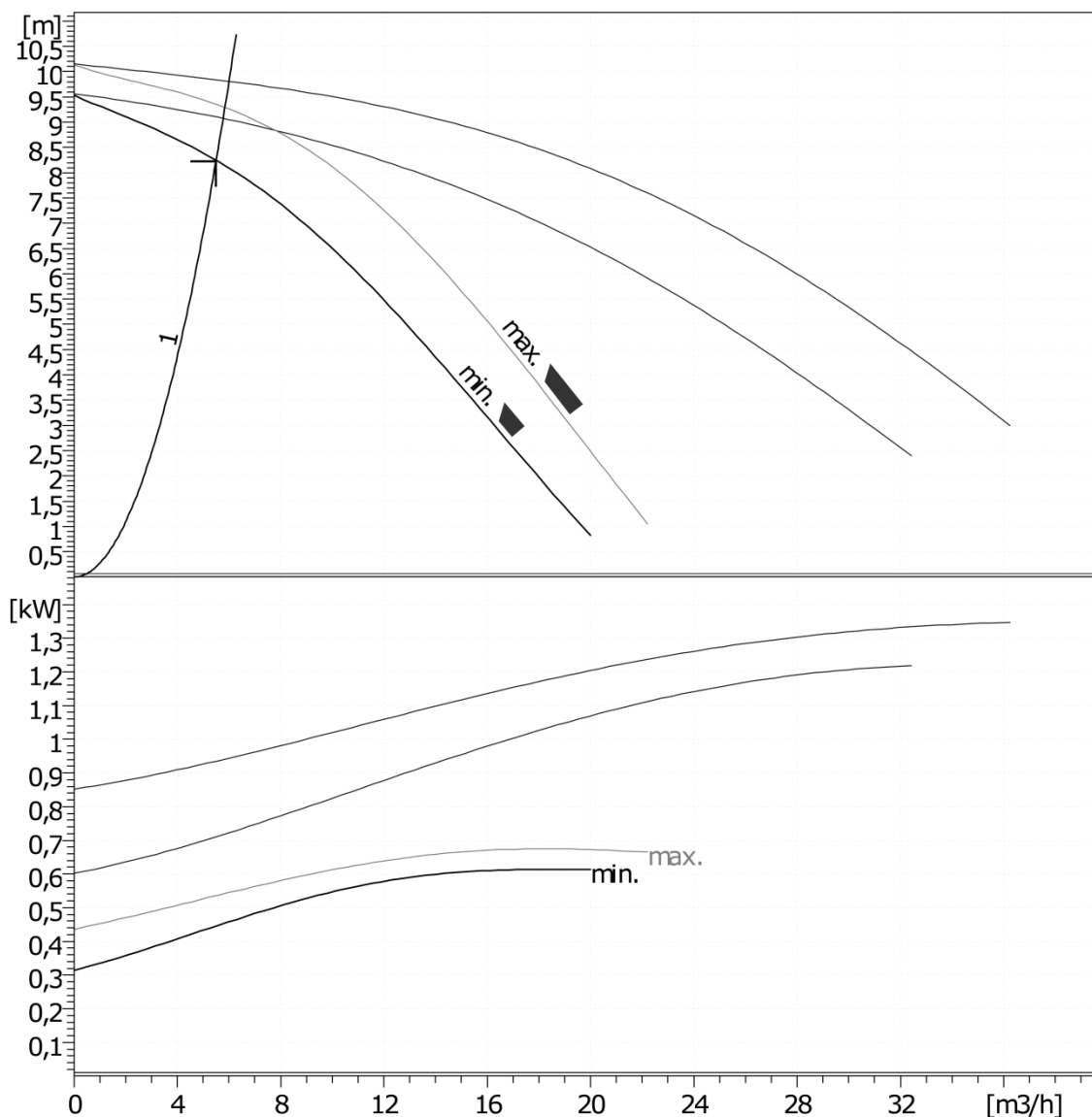


Рисунок 6.1 – Характеристики насоса WiloTOP-SD 40/10 [11]

6.1.2 Выбор циркуляционного насоса на теплоснабжение caloriferов

Расход теплоносителя на систему теплоснабжения caloriferов (6.4):

$$G_{от2} = \frac{Q_B}{c \cdot (T_{12} - T_{22}) \cdot \rho} , \quad (6.4)$$

где $Q_B = 0,415$ Гкал/ч – тепловая нагрузка на отопление

$\rho = 1000$ кг/м³ – плотность воды

$T_{11} = 95^\circ\text{C}$ – температура воды в подающем трубопроводе системы отопления

$T_{21} = 65^\circ\text{C}$ – температура воды в обратном трубопроводе системы отопления

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.230.21 ПЗ					

$c = 1 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{С}}$ – удельная теплоемкость воды

$$G_{\text{от2}} = \frac{0,415 \cdot 10^9}{10^3 \cdot (96 - 65) \cdot 1000} = 13,17 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Подача насоса G с учетом того, что теплоноситель – этиленгликоль 40% (6.5):

$$G = 1,08 \cdot 1,1 \cdot G_{\text{от}} \text{ , (6.5)}$$

$$G = 1,08 \cdot 1,1 \cdot 13,17 = 15,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Напор насоса с учетом того, что теплоноситель – этиленгликоль 40% (6.6):

$$H_{\text{нас}} = (\Delta H_{\text{с.в.}} + \Delta H_{\text{вн.к.}}) \cdot 1,54 \text{ , (6.6)}$$

где $\Delta H_{\text{с.в.}}$ – потери напора в системе теплоснабжения калориферов (с учета приборов автоматизации), м.в.ст.;

$\Delta H_{\text{вн.к.}}$ – потери напора во внутреннем контуре системы теплоснабжения калориферов, м.в.ст.;

$$H_{\text{нас}} = (8 + 2,43) \cdot 1,54 = 15,9 \text{ м. в. ст.}$$

По этим параметрам выбран сдвоенный насос TOP-SD 80/20 (производитель- WILLO, Германия).

Рабочие параметры одного насоса [11]:

- Производительность $G = 15,6 \text{ м}^3/\text{ч}$
- Напор $H = 15,9 \text{ м}$;
- Потребляемая мощность $P = 2,03 \text{ кВт}$;
- Мотор трехфазного тока.

Характеристики насоса TOP-SD 80/20 показаны на рисунке 6.2.

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

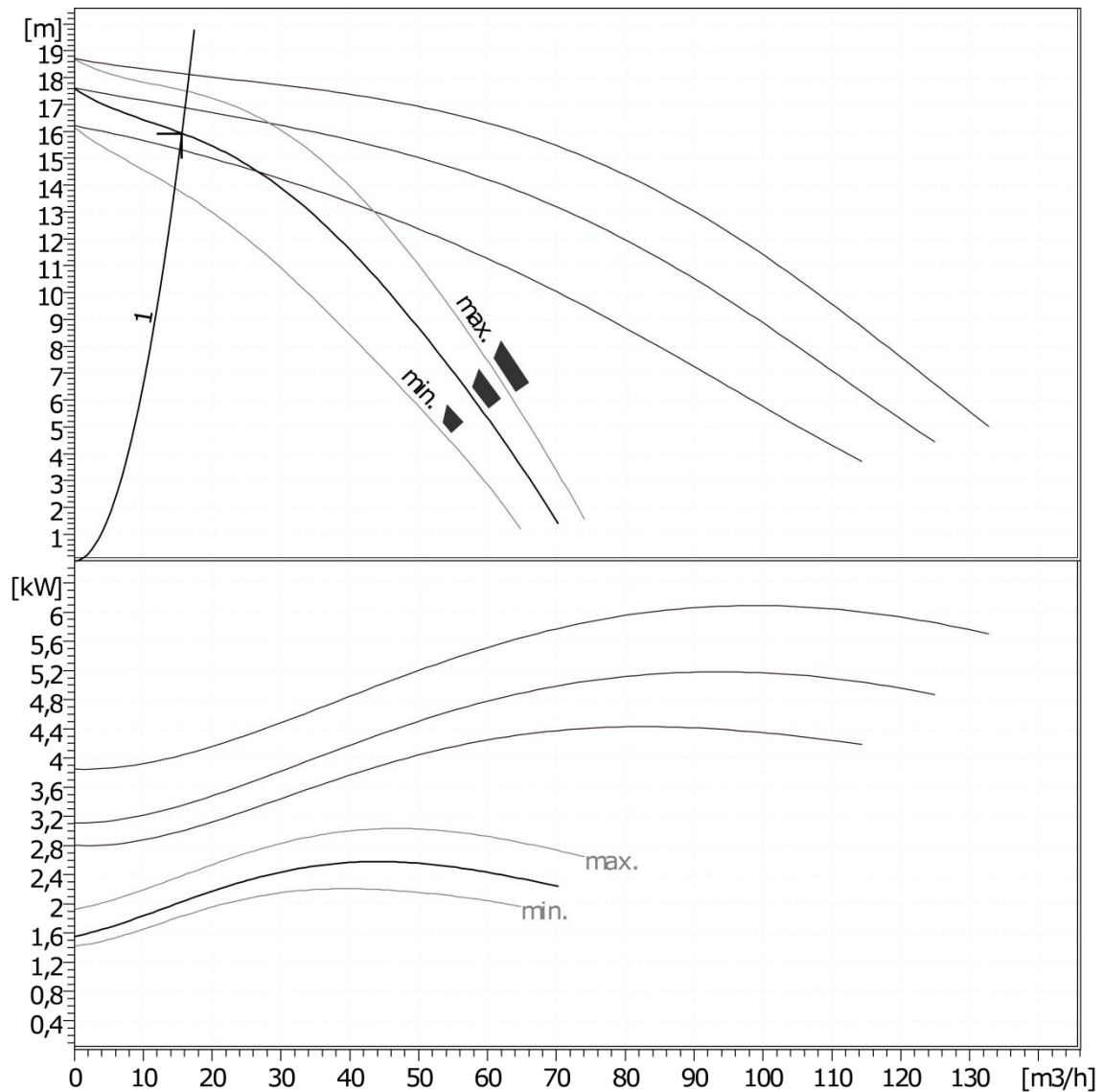


Рисунок 6.2 – Характеристики насоса TOP-SD 80/20 [11]

6.1.3 Выбор циркуляционного насоса на ГВС

Расход на ГВС (6.7):

$$G_{\text{ГВС}} = \frac{Q_{\text{ГВС}}}{c \cdot (T_{\text{ГВС}} - T_{\text{ХВС}}) \cdot \rho}, \quad (6.7)$$

где $Q_{\text{ГВС}}$ – тепловая нагрузка на ГВС, Гкал/ч;
 ρ – плотность воды, 1000 кг/м³;
 $T_{\text{ГВС}}$ – температура горячей воды, 60 °С;
 $T_{\text{ХВС}}$ – температура холодной воды, 5 °С;
 c – удельная теплоемкость воды, 0,001 Гкал/кг °С.

$$G_{\text{ГВС}} = \frac{0,1362 \cdot 1000}{0,001 \cdot (60 - 5) \cdot 1000} = 2,48 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расход воды в системе циркуляции ГВС объекта:

$$G_{ц} = 0,3 \cdot 2,48 = 0,74 \text{ м}^3/\text{час}$$

Потери напора в системе циркуляции ГВС:

$$\Delta H = 4,0 \text{ м.в.ст.}$$

По этим параметрам подобран насос TOP-Z 25/6 (производитель- WILO, Германия)

Рабочие параметры насоса [11]:

- Производительность $G = 0,75 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- Напор $H = 4,68 \text{ м}$;
- Потребляемая мощность $P = 130 \text{ Вт}$;
- Мотор однофазного тока.

Характеристики насоса TOP-Z 25/6 показан на рисунке 6.3.

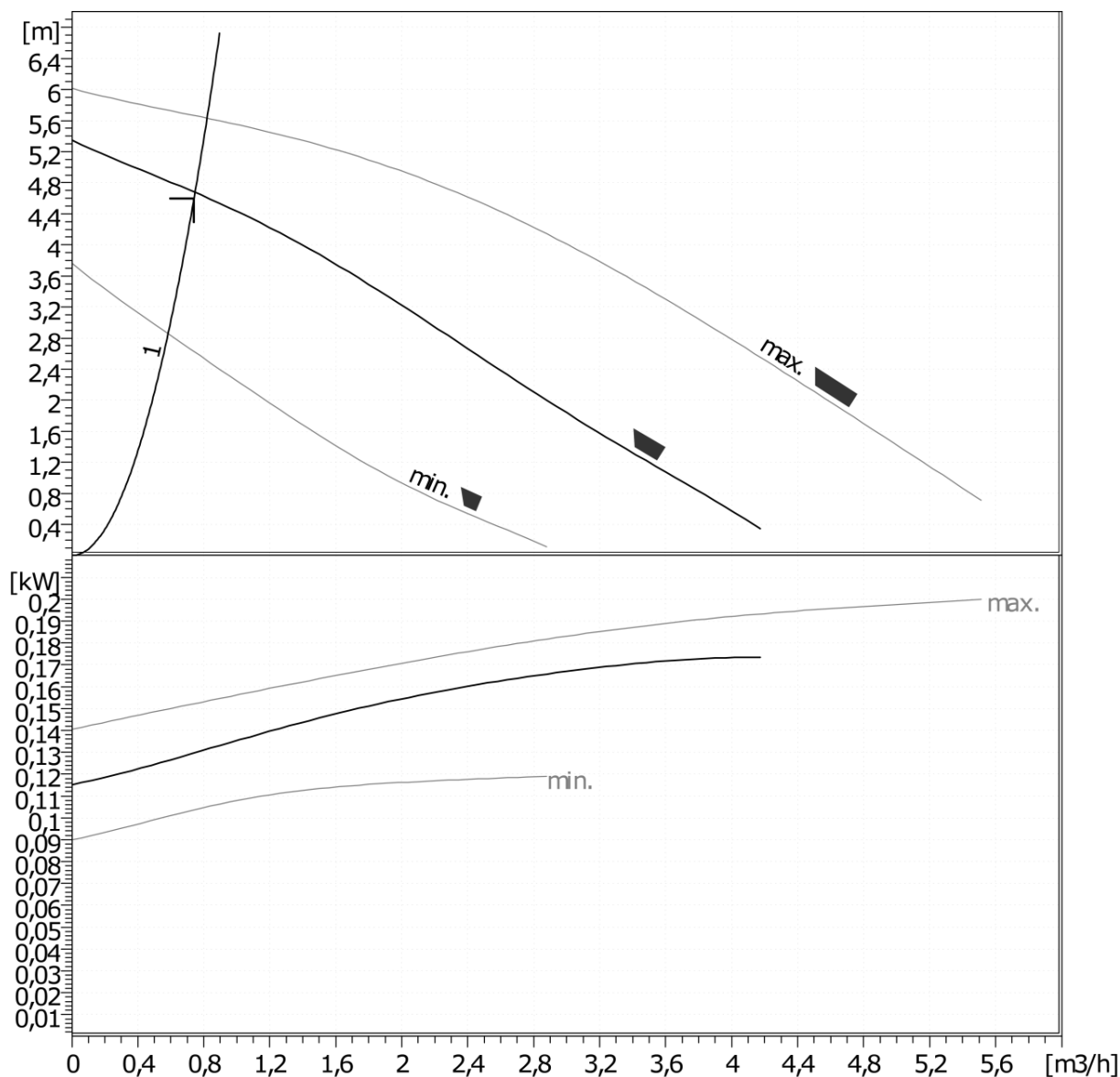


Рисунок 6.3 – Характеристики насоса TOP-Z 25/6 [11]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.230.21 ПЗ

Лист

24

6.1.4 Выбор подпиточного насоса

Подача подпиточного насоса, составляет 20% объема воды, находящейся в трубопроводах системы теплоснабжения калориферов, подключенной к водоподогревателю (6.8):

$$G_{\text{п}} = 0,2 \cdot C_{\text{в}}, \quad (6.8)$$

где $C_{\text{в}}$ - вместимость системы теплоснабжения калориферов, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Ориентировочно вместимость системы теплоснабжения калориферов можно вычислить из условия 10 л на 1 кВт мощности. Тогда вместимость системы отопления составляет:

$$C_{\text{от}} = 10 \cdot 482,6 = 4826 \text{ л}$$

Подача подпиточного насоса с учетом того, что теплоноситель – этиленгликоль 40%:

$$G_{\text{п}} = 0,2 \cdot 4,83 \cdot 1,08 = 1,04 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где $H_{\text{с.в.}} = 16,45 \text{ м}$ – высота системы теплоснабжения калориферов

$H_{\text{з.}} = 5 \text{ м}$ – запас

$H_{\text{стат.с.в.}} = 16,45 + 5 = 21,45 \text{ м.в.ст}$ – статическое давление системы теплоснабжения калориферов с запасом

$\Delta P_{\text{с.кл.}} = 3 \text{ м.в.ст.}$ – потери давления на электромагнитном клапане

Требуемый напор подпиточного насоса с учетом того, что теплоноситель – этиленгликоль 40%:

$$P_{\text{нас}} = (21,45 + 3) \cdot 1,54 = 37,65 \text{ м. в. ст.}$$

По этим параметрам подобран насос: МНН-204 (производитель- WILLO, Германия).

Рабочие параметры насоса [11]:

- Производительность $G=1,05 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- Напор $H=38,6 \text{ м}$;
- Номинальная мощность $P=411 \text{ Вт}$;
- Мотор однофазного тока.

Управление насосом осуществляется с помощью реле давления в зависимости от давления в обратном трубопроводе внутреннего контура системы отопления.

Характеристики насоса Wilo МНН-204 показаны на рисунке 6.4

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

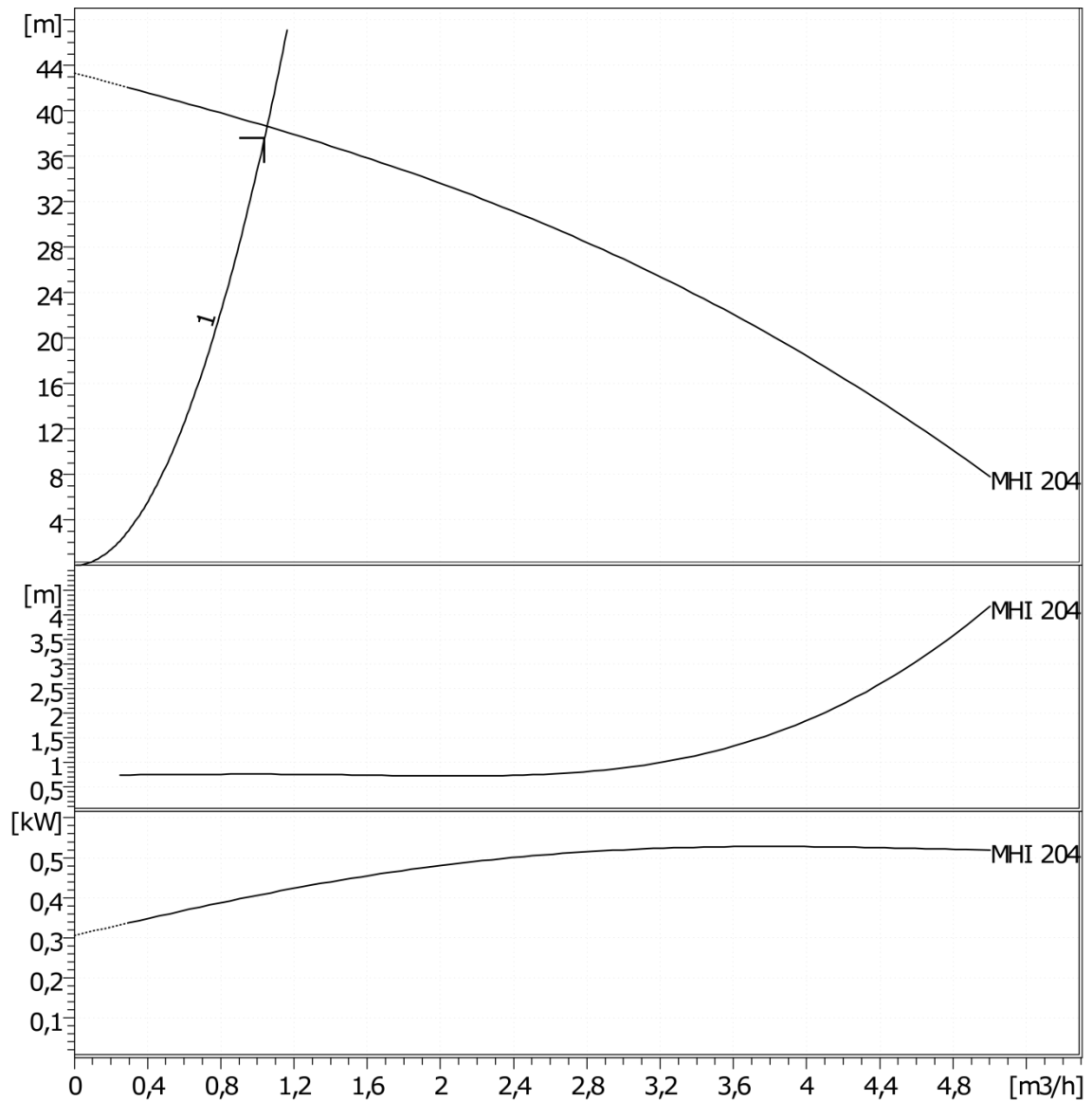


Рисунок 6.4 – Характеристики насоса WiloMHI-204 [11]

6.2 Расчет емкости расширительных баков

Расширительный бак служит для накопления воды из системы, в том случае, если возрастает температура теплоносителя и возвращает его в систему при уменьшении температуры. Остывание воды приводит к уменьшению давления. С достижением минимального давления, которое регистрируется датчиком, включается насос для перекачивания воды из накопительной емкости обратно в систему, таким образом давление поддерживается на постоянном уровне.

6.2.1 Выбор расширительного бака для системы отопления

Для компенсации тепловых расширений воды, на нагреваемом контуре ИТП предусмотрена установка мембранных баков.

Объем бака следует подбирать так, чтобы полезный объем бака был не менее объема температурного расширения теплоносителя.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.230.21 ПЗ

Лист

26

Расчет объема расширительного бака закрытого типа выполнен по методике справочного пособия «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»[20]

$$V_0 = \frac{e \cdot c_{от}}{1 - \frac{P_i}{P_f}}, \quad (6.9)$$

где e - коэффициент объемного расширения воды;

$c_{от}$ -вместимость системы отопления;

P_i -гидростатическое давление на расширительный сосуд в точке подключения к обратной магистрали с запасом;

P_f -рабочее давление предохранительного клапана.

Для теплоносителя с температурой 90°C коэффициент объемного расширения равен:

$$e = 0,0359$$

Ориентировочно вместимость системы можно посчитать из условия 10 л на 1 кВт мощности. Тогда вместимость системы отопления жилой части составляет:

$$c_{от} = 10 \cdot 145,5 = 1455 \text{ л}$$

Гидростатическое давление на расширительный сосуд в точке подключения к обратной магистрали равно высоте верхней точке системы отопления и запас 5 м

$$P_i = H_{с.о.} + 5\text{м} = 13,13 + 5 = 18,13 \text{ м}$$

Рабочее давление предохранительного клапана - это давление, на которое рассчитаны элементы системы - несколько заниженное $P_f = 9$ бар.

$$V_0 = \frac{0,0359 \cdot 1455}{1 - \frac{1,813}{9}} = 67 \text{ л}$$

Из типоразмерного ряда мембранных баков марки WRV (производитель «WesterLine», Россия) [12] принимаем мембранный расширительный бак объемом 100 л.

6.2.2 Выбор расширительного бака для системы теплоснабжения калориферов

Объем расширительного бака (6.10):

$$V_B = \frac{e \cdot c_B}{1 - \frac{P_i}{P_f}}, \quad (6.10)$$

где e - коэффициент объемного расширения этиленгликоля 40%;

c_B -вместимость системы теплоснабжения калориферов;

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

P_i -гидростатическое давление на расширительный сосуд в точке подключения к обратной магистрали с запасом;

P_f -рабочее давление предохранительного клапана.

Для теплоносителя с температурой 95 °С коэффициент объемного расширения равен:

$$e = 0,0508$$

Ориентировочно вместимость системы можно посчитать из условия 10 л на 1 кВт мощности. Тогда вместимость системы теплоснабжения калориферов составляет:

$$c_B = 10 \cdot Q_B \cdot 1,08 = 10 \cdot 482,6 = 4826 \text{ л}$$

Гидростатическое давление на расширительный сосуд в точке подключения к обратной магистрали равно высоте верхней точке системы отопления и запас 5 м.

$$P_i = H_{c.в.} + 5 = 16,45 + 5 = 21,45 \text{ м}$$

Рабочее давление предохранительного клапана - это давление, на которое рассчитаны элементы системы - несколько заниженное. $P_f = 9$ бар

$$V_B = \frac{0,0508 \cdot 4826}{1 - \frac{2,145}{9}} = 322 \text{ л}$$

Из типоразмерного ряда мембранных баков марки WRV (производитель «WesterLine», Россия) [12] принимаем мембранный расширительный бак объемом 500 л.

6.3 Тепловой и гидравлический расчет теплообменников

Теплообменники подразделяются на кожухотрубные и пластинчатые. Наиболее эффективными считаются пластинчатые теплообменники, их характеристики подбираются по каталогам

Преимущества пластинчатого теплообменника.

– Компактность конструкции – требует гораздо меньшего пространства производственного участка для установки.

– Применение тонкого металла– позволяет обеспечить оптимальную теплопередачу.

– Высокая турбулентность течения среды– создает наилучшие условия для более интенсивной конвекции, из этого следует более высокий коэффициент теплопередачи.

– Простота применения– теплообменник состоит из рамы и пластин, которые имеют теплопередающие поверхности. Посредством добавления пластин

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

теплообменник этого типа можно нарастить для увеличения его производительности. А так же он может легко разбираться для чистки.

Расчет теплообменников выполнен по методике учебного пособия «Выбор и расчет теплообменников» [22].

Расход греющего теплоносителя (6.11):

$$G = \frac{Q}{c(t'_1 - t''_1)}, \quad (6.11)$$

Объемный расход (6.12):

$$V = \frac{G}{\rho}, \quad (6.12)$$

где ρ – плотность теплоносителя

Средний температурный напор (6.13):

$$\Delta t_{\delta} = t'_1 - t''_1, \quad (6.13)$$

$$\Delta t_M = t''_2 - t'_2, \quad (6.14)$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_M}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_M}}, \quad (6.15)$$

Требуемое количество каналов по нагреваемой воде (6.16):

$$m = \frac{G_1}{\omega_{\text{опт}} f_K \rho}, \quad (6.16)$$

где f_K – живое сечение одного межпластинчатого канала

Общее живое сечение каналов в пакете по ходу греющей и нагреваемой воды: (6.17)

$$f_{\text{гр}} = f_{\text{нагр}} = f_K \cdot m, \quad (6.17)$$

Фактические скорости греющей и нагреваемой воды (6.18):

$$\omega_{\text{гр}} = \frac{G_1}{f_{\text{гр}} \rho_1}, \quad (6.18)$$

$$\omega_{\text{нагр}} = \frac{G_2}{f_{\text{нагр}} \rho_2}, \quad (6.19)$$

Коэффициент теплоотдачи от греющей воды к стенке пластины (6.20):

$$\alpha_1 = 1,16A(23000 + 283t_{1\text{ср}} - 0,63t_{1\text{ср}}^2)\omega_{\text{гр}}^{0,73}, \quad (6.20)$$

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

где A - коэффициент, зависящий от типа пластин

Коэффициент тепловосприятости от стенки пластины к нагреваемой воде (6.21):

$$\alpha_1 = 1,16A(23000 + 283t_{2cp} - 0,63t_{2cp}^2)\omega_{нагр}^{0,73}, \quad (6.21)$$

Коэффициент теплопередачи (6.22):

$$k = 1/(1/\alpha_1 + \delta_1/\lambda_1 + \delta_{ст}/\lambda_{ст} + \delta_2/\lambda_2 + 1/\alpha_2), \quad (6.22)$$

Общая площадь поверхности теплопередачи (6.23):

$$F = \frac{Q}{k\Delta t}, \quad (6.23)$$

Принимаем поверхность нагрева на 20% больше из-за накипи на поверхности нагрева

Количество ходов в пластинчатом теплообменнике (6.24):

$$X = \frac{F_{гр} + f_{пл}}{2mf_{пл}}, \quad (6.24)$$

где $f_{пл}$ – поверхность нагрева одной пластины

Число ходов округляется до целой величины

Действительная поверхность нагрева всего водоподогревателя (6.25):

$$F = (2mX - 1)f_{пл}, \quad (6.25)$$

Потери давления для греющей и нагреваемой стороны (6.26):

$$\Delta P_{гр} = \varphi B(33 - 0,08 \cdot t_{1cp})\omega_{гр}^{1,75} X, \quad (6.26)$$

$$\Delta P_{нагр} = \varphi B(33 - 0,08 \cdot t_{2cp})\omega_{нагр}^{1,75} X, \quad (6.27)$$

где φ – коэффициент, учитывающий накипеобразование

B – коэффициент, зависящий от типа пластины

Результаты расчета сведены в таблицы 6.1-6.3.

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Таблица 6.1 – Теплообменник для ГВС ТПР12-40

Назначение	Теплообменник для ГВС		
1	2		
Количество ступеней / подключение	1 / по параллельной		
Тип теплообменника	ТПР12-40		
Тепловая нагрузка / Мощность	158,2 кВт (0,136 Гкал/ч)		
Параметр	Ед. изм.	Первичный контур	Вторичный контур
Количество каналов	—	19	20
Расход	л/с	1,278	0,691
	м ³ /ч	4,60	2,49
Температура на входе	°С	70	5
Температура на выходе	°С	40	60
Действительное значение расход / температура в первом контуре	л/с / °С	1,2777 / 31,0	
	м ³ /ч / °С	4,5997 / 31,0	
Запас поверхности	%	19,93	
Падение давления	м.в.ст.	1,14	1,07
Теплоноситель	—	Вода	Вода
Коэффициент теплопередачи	Вт/м ² ·К	1946	
Общая поверхность теплообмена	м ²	4,86	
Объем воды в контуре теплообмена	л	5,20	5,48
Общее количество пластин	шт.	40	

На рисунке 6.1 изображен габаритный чертеж теплообменника ГВС.

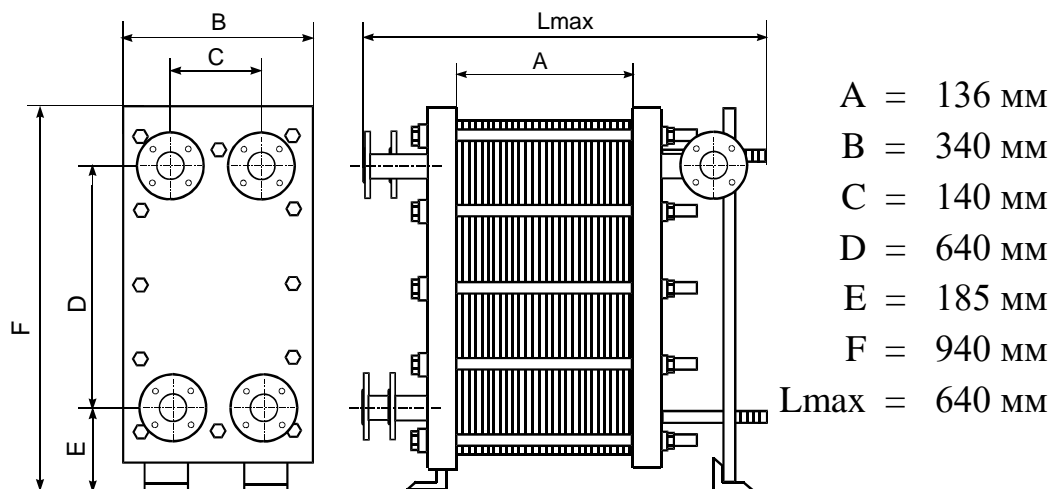


Рисунок 6.1 – Теплообменник для ГВС

Таблица 6.2 – Теплообменник для отопления ТПР 0,5-40/40

Назначение	Теплообменник для отопления		
Количество ступеней / подключение	1 / по параллельной		
Тип теплообменника	ТПР 0,5-40/40		
Тепловая нагрузка / Мощность	145,5 кВт (0,125 Гкал/ч)		
Параметр	Ед. изм.	Первичный контур	Вторичный контур
1	2	3	4
Количество каналов	—	39	40
Расход	л/с	0,733	1,421
	м ³ /ч	2,64	5,12
Температура на входе	°С	115	65
Температура на выходе	°С	70	90
1	2	3	4
Действительное значение расход / температура в первом контуре	л/с / °С	0,7333 / 66,2	
	м ³ /ч / °С	2,6397 / 66,2	
Запас поверхности	%	20,90	
Падение давления	м.в.ст.	1,12	1,82
Теплоноситель	—	Вода	Вода
Коэффициент теплопередачи	Вт/м ² ·К	4256,5	
Общая поверхность теплообмена	м ²	4,68	
Объем воды в контуре теплообмена	л	16,73	16,94
Общее количество пластин	шт.	80	
Общий вес теплообменника	кг	106	
Присоединительные размеры	—	Трубная цилиндрическая резьба G 1 1/4"В ГОСТ 6357-85	

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

13.04.01.2020.230.21 ПЗ

Лист

32

На рисунке 6.2 изображен габаритный чертеж теплообменника отопления.

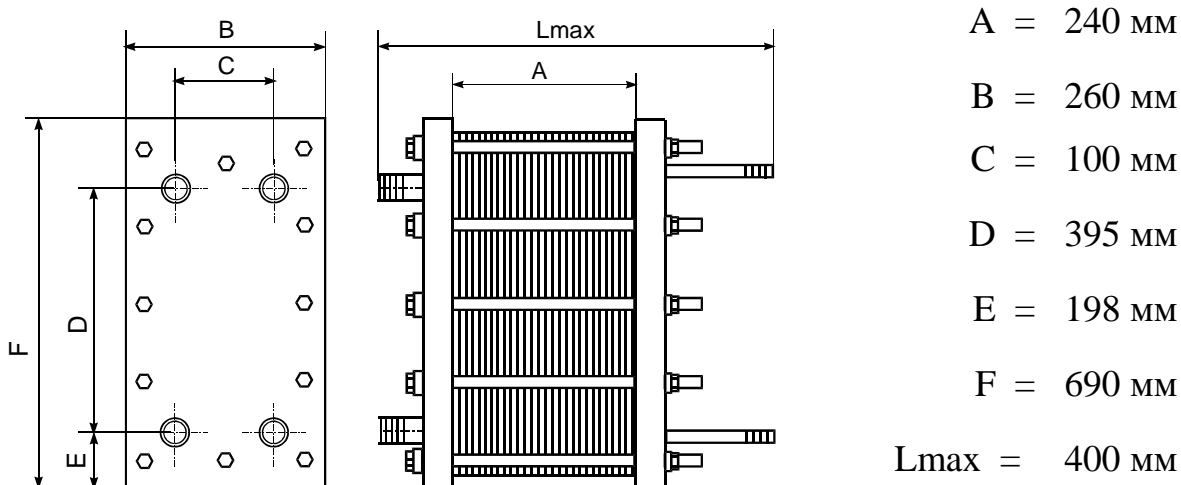


Рисунок 6.2 – Теплообменник для отопления

Таблица 6.3 – Теплообменник для вентиляции ТПР1-52/52

Назначение	Теплообменник для вентиляции		
1	2		
Количество ступеней / подключение	2 / по параллельной		
Тип теплообменника	ТПР1-52/52		
Тепловая нагрузка / Мощность	482,4 кВт (0,415 Гкал/ч)		
Параметр	Ед. изм.	Первичный контур	Вторичный контур
1	2	3	4
Количество каналов	—	51	52
Расход	л/с	2,583	4,227
	м ³ /ч	9,09	15,22
Температура на входе	°С	115	65
Температура на выходе	°С	70	95
Действительное значение расход / температура в первом контуре	л/с / °С		2,583 / 69
	м ³ /ч / °С		9,29884 / 69
Запас поверхности	%		21,44
Падение давления	м.в.ст.	1,12	1,92
Теплоноситель	—	Вода	Этиленглик оль 40%
Коэффициент теплопередачи	Вт/м ² ·К		3758

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

13.04.01.2020.230.21 ПЗ

Лист

33

Продолжение таблицы 6.3

1	2	3	4
Общая поверхность теплообмена	м ²	13,44	
Объем воды в контуре теплообмена	л	29,07	29,64
Общее количество пластин	шт.	104	
Общий вес теплообменника	кг	315	
Присоединительные размеры	—	Фланец 65-16 ГОСТ 1255-80	

На рисунке 6.3 изображен габаритный чертеж теплообменника вентиляции.

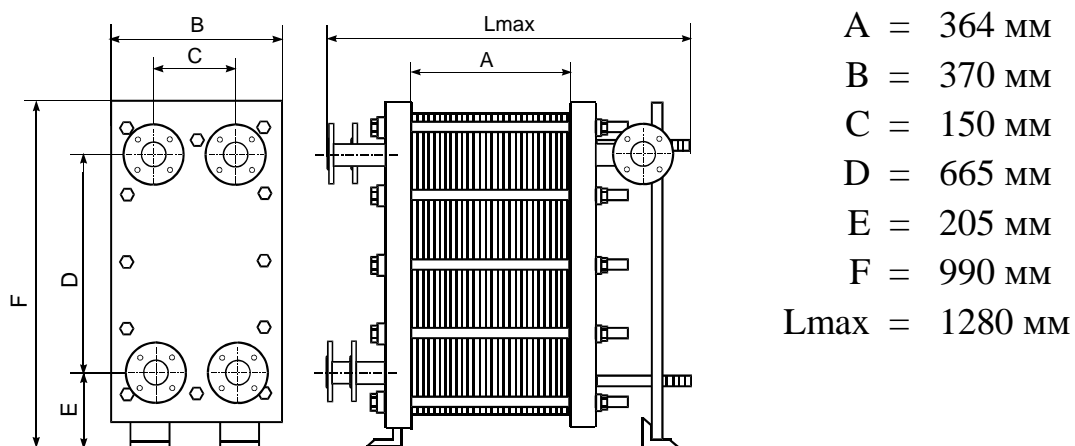


Рисунок 6.3 – Теплообменник для вентиляции

7 НАУЧНАЯ ЧАСТЬ

7.1 Экономия воды при использовании частотнорегулируемого электропривода в насосных установках

Одной из важнейших задач предприятия в стремлении к повышению конкурентоспособности продукции является энергосбережение и снижения энергозатрат. В этом отношении наиболее существенный и стабильный эффект обеспечивает применение новых технологий или кардинальная модернизация оборудования, а когда это сделано на первое место выдвигается необходимость рациональной организации производственного процесса. При решении задач оптимизации технологических процессов и снижение потребления энергоресурсов безусловно необходимо учитывать стоимость энергетических и сырьевых ресурсов, а также то обстоятельство, что снижение финансовых затрат на обеспечение энергоресурсами предприятия сопровождается повышением энергоёмкости продукции

Использование частотно-регулируемого электропривода в насосных установках позволяет сократить эти потери. Ниже изложена методика определения экономии воды за счёт снижения непроизводительных расходов воды в случае использования частотно-регулируемого привода на примере насосной установки, работающей с одним насосом [14].

Показано, что сокращаемый объём непроизводительных расходов при использовании частотно-регулируемого электропривода зависит от параметров: λ , H_n^* , H_ϕ^* . Для большинства центробежных водопроводных насосов среднее значение $H_\phi^* \approx 1,25$. Поэтому относительное снижение непроизводительных расходов вычисляем для насосов со значением $H_\phi^* \approx 1,25$ и строим зависимости $\Delta v_{\Sigma t}^* = f(\lambda)$ при разных значениях H_n^* .

Упорядоченная диаграмма подачи воды описывается уравнением (7.1):

$$Q^* = (1 - \lambda)t^* + \lambda, \quad (7.1)$$

Продолжительность расчётного периода $T^* = 1$ разбита на 10 равных интервалов. Длительность каждого интервала $t_i^* = 0,1$, где i - номер интервала. Вычисления выполнены для каждого интервала времени t_i^* . Уменьшение объёма утечек Δv_i^* за интервал времени t_i^* (7.2):

$$\Delta v_i^* = \frac{1}{2}(\Delta q_i^* + \Delta q_{i-1}^*)t_i^* = \Delta q_{срi}^* V_i^*, \quad (7.2)$$

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Значения Δq_i^* и Δq_{i-1}^* определяются для соответствующих значений Q^* и λ с использованием уравнения (4.15), где V_i^* - объём воды, поданной за тот же интервал времени t_i^* (7.3):

$$V_i^* = \frac{1}{2}(Q_i^* + Q_{i-1}^*)t_i^*, \quad (7.3)$$

Уменьшение объёма утечек за расчётный период времени $T^*=1$ равно сумме объёмов утечек за 10 интервалов времени t_i^* (7.4):

$$\Delta v_{\Sigma i}^* = \sum_{i=1}^{10} \Delta v_i^*, \quad (7.4)$$

Объём воды, поданной за расчётный период времени $T^*=1$, равен сумме объёмов воды, поданной за 10 интервалов времени t_i^* (7.5):

$$V_{\Sigma i}^* = \sum_{i=1}^{10} V_i^*, \quad (7.5)$$

Разделив суммарное уменьшение объёмов утечек, рассчитанное по (7.1) для различных значений H_n^* , и λ , на суммарный объём воды, поданной за расчётный период времени $T^* = 1$, рассчитанный по (7.5), найдем значения относительной экономии воды $\Delta v_{\Sigma i}^*$. Найденные значения $\Delta v_{\Sigma i}^*$ вносим в табл. 7.1.

По результатам расчёта на рис. 7.1 построены графические зависимости $\Delta v_{\Sigma i}^* = f(\lambda)$ для различных значений H_n^* . Зависимости позволяют прогнозировать уменьшение объёма непроизводительных расходов и утечек при использовании РЭП в системе автоматизированного управления насосной установкой, состоящей из одного агрегата.

Зависимость относительной экономии воды от λ и H_n^* для насосов $H_{\phi}^* \approx 1,25$ показана на рисунке 7.1.

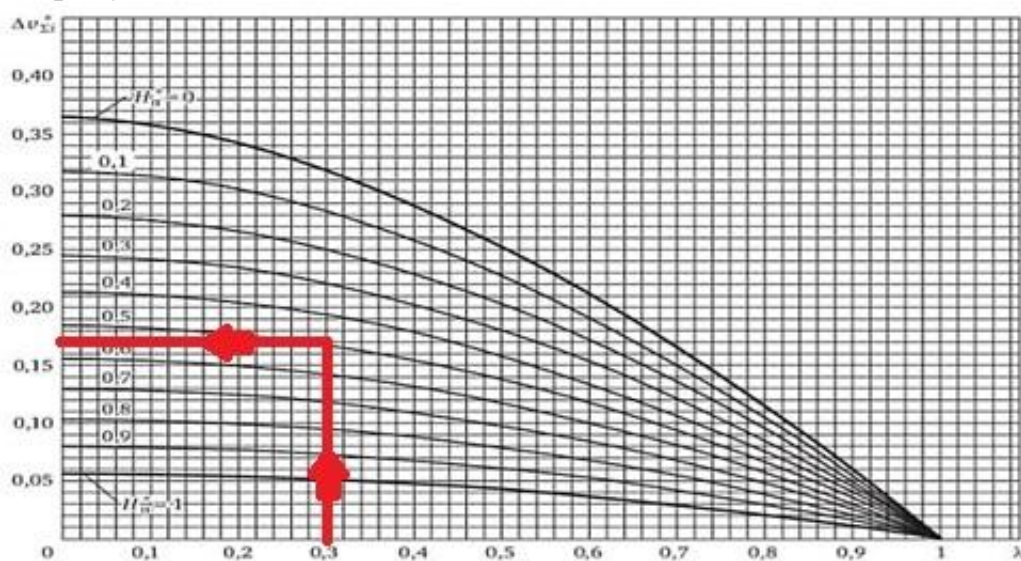


Рисунок 7.1-Зависимость относительной экономии воды от λ и H_n^* для насосов $H_{\phi}^* \approx 1,25$

Прогнозируемая экономия воды за год, м³/год (7.6):

$$V_{\text{эк.год}} = \Delta v_{\Sigma i}^* \cdot V_{\text{год}}, \quad (7.6)$$

Поскольку большая часть утечек и непроизводительных расходов, за исключением воды, расходуемой на полив зелёных насаждений, мытьё дорожного полотна и тому подобные нужды, попадает в систему водоотведения, приведённая выше методика может быть использована для оценки уменьшения сброса сточных вод в канализацию. Полагая, что на полив зелёных насаждений и тому подобные нужды расходуется 15-20 % воды, подаваемой в СПРВ, считаем, что уменьшение сброса сточных вод в канализацию.(7.7):

$$V_{\text{ум.сбр}} = (0,80 \div 0,85) \cdot V_{\text{эк.год}}, \quad (7.7)$$

Ниже приведён пример пользования изложенной выше методикой для одного насоса.

7.2 Расчет экономии для насоса Д1250-63

В насосной установке непрерывно (8760 ч в году) работает один из двух установленных на станции насосов Д1250-63 ($Q_{\text{ном}} = 1250 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H_{\text{ном}} = 63 \text{ м}$). Диапазон изменения подач в течение года $Q = 416 \div 1250 \text{ м}^3/\text{ч}$. Напор, соответствующий наибольшей подаче Q_6 , $H_6 = 63 \text{ м}$. Статическая составляющая подъёма воды $H_n = 31 \text{ м}$. Объём подаваемой воды за год $V_{\text{год}} = 7\,300\,000 \text{ м}^3/\text{год}$.

1. Определяем относительную минимальную подачу воды (7.8):

$$\lambda = \frac{Q_m}{Q_6} = \frac{416}{1250} = 0,3 \quad (7.8)$$

2. Определяем относительное противодавление в системе подачи воды(7.9):

$$H_n^* = \frac{H_n}{H_6} = \frac{31}{63} = 0,492 \quad (7.9)$$

3. По табл. 7.1 или по расчётным кривым (см. рис. 7.1) определяем значение относительного снижения объёма утечек и непроизводительных расходов воды.

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Для $H_n^* = 0,492$ и $\lambda = 0,3$ относительное снижение объёма утечек и непроизводительных расходов воды $\Delta v_{\Sigma i}^* = 0,167$.

Следовательно, прогнозируемая экономия воды за год будет равна

$$V_{\text{эк.год}} = \Delta v_{\Sigma i}^* \cdot V_{\text{год}} = 0,167 \cdot 7300000 = 1219100 \text{ м}^3/\text{год},$$

т.е. за счёт использования РЭП в энергосберегающей САУ насосной установки при условии стабилизации давления в диктующей точке сети будет сэкономлено 16,7 % воды.

Относительная экономия воды $\Delta v_{\Sigma i}^*$ за расчетный период в зависимости от минимального расхода λ и противодействия H_n^* для насосов с фиктивной высотой водоподдачи показана в таблице 7.1

Таблица 7.1-Относительная экономия воды $\Delta v_{\Sigma i}^*$ за расчетный период в зависимости от минимального расхода λ и противодействия H_n^* для насосов с фиктивной высотой водоподдачи

Противодавление H_n^*	Минимальный расход λ										
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,0	0,365	0,359	0,343	0,320	0,288	0,252	0,211	0,166	0,115	0,060	0
0,1	0,318	0,313	0,302	0,283	0,258	0,227	0,191	0,150	0,105	0,055	0
0,2	0,279	0,276	0,266	0,251	0,230	0,203	0,172	0,136	0,095	0,050	0
0,3	0,245	0,240	0,234	0,221	0,203	0,180	0,153	0,122	0,086	0,045	0
0,4	0,213	0,211	0,204	0,193	0,178	0,159	0,135	0,108	0,076	0,040	0
0,5	0,184	0,182	0,176	0,167	0,154	0,138	0,118	0,094	0,067	0,035	0
0,6	0,156	0,154	0,145	0,142	0,131	0,118	0,101	0,081	0,057	0,031	0
0,7	0,129	0,128	0,124	0,118	0,109	0,098	0,084	0,067	0,048	0,026	0
0,8	0,104	0,103	0,100	0,095	0,088	0,079	0,068	0,055	0,039	0,021	0
0,9	0,079	0,078	0,076	0,073	0,068	0,061	0,052	0,042	0,030	0,016	0
1,0	0,056	0,055	0,054	0,051	0,048	0,043	0,037	0,030	0,022	0,012	0

ВЫВОДЫ:

1. Рассмотрен вариант экономии энергоресурсов, который можно применить на котельных, тепловых сетях, индивидуальных тепловых пунктах.
2. Показано, что при использовании данного метода для насоса Д1250-63 за один год можно сэкономить 1219100 м³.
3. Для ООО «РН-Юганскнефтегаз» внедрение подобных методов позволит экономить значительное количество воды.

8 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Гидравлический расчет производят для определения потерь давления на участках, давлений в характерных точках, а также для подбора оборудования, регулирующей арматуры, для увязки гидравлических режимов тепловой сети и потребителей.

Падение давления в трубопроводе может быть представлено в виде суммы двух слагаемых: линейное падение давления и падение давления местных сопротивлений.

$$\Delta P = \Delta P_{\text{л}} + \Delta P_{\text{м}} , \quad (8.1)$$

где $\Delta P_{\text{л}}$ – линейные потери давления

$\Delta P_{\text{м}}$ – потери давления на местных сопротивлениях.

Линейные потери давления представляют собой падения давления на прямолинейных участках трубопровода.

Линейное падение давления (8.2):

$$\Delta P_{\text{л}} = R_{\text{л}} \cdot L , \quad (8.2)$$

где $R_{\text{л}}$ – удельное падение давления, т.е. падение давления, отнесенное к единице длины

L - длина участка трубопровода

Исходной зависимостью для определения удельного линейного падения давления в трубопроводе является уравнение Дарси (8.3):

$$R_{\text{л}} = 0,812 \lambda \frac{G^2}{d^5 \rho} , \quad (8.3)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения (безразмерная величина)

G – массовый расход теплоносителя, кг/с

ρ – плотность среды, кг/м³

d – внутренний диаметр трубопровода, м.

При наличии на участке ряда местных сопротивлений суммарное падение давления во всех местных сопротивлениях определится по формуле (8.4):

$$\Delta P_{\text{м}} = \sum \zeta \frac{\omega^2}{2} \rho , \quad (8.4)$$

где $\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений

ρ – плотность среды, кг/м³

ω – скорость среды, м/с.

Гидравлический расчет ИТП сведен в таблицу 8.1.

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.230.21 ПЗ

Таблица 8.1-Гидравлический расчет

№	Элемент системы	Ду, мм	Ден, мм	G	Расход, м ³ /ч	Скорость потока, м/с	Уд. сопр., Су, мм.ч/(м ⁵ .м)	Характеристики элемента	Кол-во, шт.	Падение напора, м.в.ст.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Подающий трубопровод (внешний контур)</i>											
1	Участок трубопровода	100	100	Go	9,31	0,3291	0,01867	Длина	0,20	1	0,0003
2	Кран шаровый (JIP)	100	100	Go	9,31	0,3291	0,01867	Kvs	620,00	1	0,0023
3	Отвод круглоизогнутый	100	100	Go	9,31	0,3291	0,01867	Экв.длина	1,65	1	0,0027
4	Грязевик	100	100	Go	9,31	0,3291	0,01867	Экв.длина	40,00	1	0,0647
5	Участок трубопровода	100	100	Go	9,31	0,3291	0,01867	Длина	0,20	1	0,0003
6	Узел учета тепла							Расчет	-	1	0,0000
7	Участок трубопровода	100	100	Go	9,31	0,3291	0,01867	Длина	0,20	1	0,0003
8	Тройник (за ответвл. прямо)	100	100	Go	9,31	0,3291	0,01867	Экв.длина	3,30	1	0,0053
9	Участок трубопровода	100	100	Go	4,12	0,1456	0,01867	Длина	0,20	1	0,0001
10	Тройник (за ответвл. прямо)	100	100	Go	4,12	0,1456	0,01867	Экв.длина	3,30	1	0,0010
11	Участок трубопровода	100	100	Go	1,56	0,0553	0,01867	Длина	0,20	1	0,0000
12	Конфузор	100	100	Go	1,56	0,0553	0,01867	Экв.длина	0,98	1	0,0000
13	Участок трубопровода	40	40	Go	1,56	0,3455	2,29284	Длина	0,20	1	0,0011
10	Тройник (за ответвл. вверх)	40	40	Go	1,56	0,3455	2,29284	Экв.длина	1,45	1	0,0081
11	Участок трубопровода	40	40	Go	1,56	0,3455	2,29284	Длина	0,20	1	0,0011
12	Отвод круглоизогнутый	40	40	Go	1,56	0,3455	2,29284	Экв.длина	0,48	1	0,0027
13	Участок трубопровода	40	40	Go	1,56	0,3455	2,29284	Длина	0,20	1	0,0011
14	Кран шаровый (IVR)	40	40	Go	1,56	0,3455	2,29284	Kvs	180,00	1	0,0008
15	Участок трубопровода	40	40	Go	1,56	0,3455	2,29284	Длина	0,20	1	0,0011
16	Конфузор	40	40	Go	1,56	0,3455	2,29284	Экв.длина	0,14	1	0,0008
17	Клапан отопления							Расчет	-	1	0,0000
18	Диффузор	25	27	Got	1,56	0,7583	18,05218	Экв.длина	0,32	1	0,0141
19	Участок трубопровода	40	40	Got	1,56	0,3455	2,29284	Длина	0,20	1	0,0011
20	Конфузор	40	40	Got	1,56	0,3455	2,29284	Экв.длина	0,14	1	0,0008
21	Теплообменник отопления			Got						1	1,1200
<i>Суммарное падение напора на участке, м.в.ст.</i>										1,230	
<i>Подающий трубопровод (внутренний контур)</i>											

Продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	Конфузор	32	33	G _{от} ВНУТР	2,81	0,9137	6,29493	Экв.длина	0,11	1	0,0055
23	Участок трубопровода	50	51	G _{от} ВНУТР	2,81	0,3826	0,64039	Длина	4,20	1	0,0213
24	Отвод крутоизогнутый	50	51	G _{от} ВНУТР	2,81	0,3826	0,64039	Экв.длина	0,65	4	0,0132
25	Диффузор	50	51	G _{от} ВНУТР	2,81	0,3826	0,64039	Экв.длина	0,54	1	0,0027
26	Участок трубопровода	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Длина	0,15	1	0,0000
27	Тройник (за ответвл. прямо)	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Экв.длина	3,30	1	0,0005
26	Участок трубопровода	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Длина	0,20	1	0,0000
27	Тройник (за ответвл. прямо)	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Экв.длина	3,30	1	0,0005
28	Участок трубопровода	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Длина	0,20	1	0,0000
29	Тройник (за ответвл. прямо)	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Экв.длина	3,30	1	0,0005
28	Участок трубопровода	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Длина	0,20	1	0,0000
29	Тройник (за ответвл. прямо)	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Экв.длина	3,30	1	0,0005
30	Участок трубопровода	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Длина	0,20	1	0,0000
31	Тройник (за ответвл. прямо)	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Экв.длина	3,30	1	0,0005
30	Участок трубопровода	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Длина	0,20	1	0,0000
31	Тройник (за ответвл. прямо)	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Экв.длина	3,30	1	0,0005
32	Участок трубопровода	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Длина	0,20	1	0,0000
33	Тройник (за ответвл. прямо)	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Экв.длина	3,30	1	0,0005
32	Участок трубопровода	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Длина	0,20	1	0,0000
33	Тройник (за ответвл. прямо)	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Экв.длина	3,30	1	0,0005
28	Участок трубопровода	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Длина	0,20	1	0,0000
29	Тройник (за ответвл. вверх)	100	100	G _{от} ВНУТР	2,81	0,0995	0,01867	Экв.длина	4,95	1	0,0007
4	Участок трубопровода	50	51	G ₄ ВНУТР	4,50	0,6119	0,64039	Длина	0,10	1	0,0013
5	Дисковый затвор	50	51	G ₂	4,50	0,6119	0,64039	Kvs	160,00	1	0,0079
4	Участок трубопровода	50	51	G ₄ ВНУТР	4,50	0,6119	0,64039	Длина	15,00	1	0,1945
4	Отвод крутоизогнутый	50	51	G ₄ ВНУТР	4,50	0,6119	0,64039	Экв.длина	0,65	5	0,0421
Суммарное падение напора на участке, м.в.ст. 0,293											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Отвод крутоизогнутый	50	51	G ₄ ВНУТР	4,50	0,6119	0,64039	Экв.длина	0,65	5	0,0421
4	Участок трубопровода	50	51	G ₄ ВНУТР	4,50	0,6119	0,64039	Длина	15,00	1	0,1945
5	Дисковый затвор	50	51	G ₂	4,50	0,6119	0,64039	Kvs	160,00	1	0,0079
6	Участок трубопровода	50	51	G ₄ ВНУТР	4,50	0,6119	0,64039	Длина	0,20	1	0,0026
30	Тройник (за сл. поворот)	100	100	G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Экв.длина	6,6	1	0,0025

Продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
31	Участок трубопровода	100	100	G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Длина	0,20	1	0,0001
32	Тройник (за сл. прямо)	100	100	G ₃ +G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Экв.длина	4,90	1	0,0019
33	Участок трубопровода	100	100	G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Длина	0,20	1	0,0001
34	Тройник (за сл. прямо)	100	100	G ₃ +G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Экв.длина	4,90	1	0,0019
35	Участок трубопровода	100	100	G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Длина	0,20	1	0,0001
36	Тройник (за сл. прямо)	100	100	G ₃ +G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Экв.длина	4,90	1	0,0019
37	Участок трубопровода	100	100	G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Длина	0,20	1	0,0001
38	Тройник (за сл. прямо)	100	100	G ₃ +G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Экв.длина	4,90	1	0,0019
39	Участок трубопровода	100	100	G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Длина	0,20	1	0,0001
40	Тройник (за сл. прямо)	100	100	G ₃ +G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Экв.длина	4,90	1	0,0019
41	Участок трубопровода	100	100	G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Длина	0,20	1	0,0001
42	Тройник (за сл. прямо)	100	100	G ₃ +G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Экв.длина	4,90	1	0,0019
43	Участок трубопровода	100	100	G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Длина	0,20	1	0,0001
44	Тройник (за сл. прямо)	100	100	G ₃ +G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Экв.длина	4,90	1	0,0019
45	Участок трубопровода	100	100	G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Длина	0,20	1	0,0001
46	Тройник (за сл. прямо)	100	100	G ₃ +G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Экв.длина	4,90	1	0,0019
47	Участок трубопровода	100	100	G ₄ ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Длина	0,20	1	0,0001
48	Конфузор	100	100	G _{0Т} ВНУТР	4,50	0,1592	0,01867	Экв.длина	0,98	1	0,0004
49	Отвод кругоизогнутый	50	51	G _{0Т} ВНУТР	4,50	0,6119	0,64039	Экв.длина	0,65	3	0,0253
50	Участок трубопровода	50	51	G _{0Т} ВНУТР	4,50	0,6119	0,64039	Длина	2,70	1	0,0350
51	Дисковый затвор	50	51	G ₂	4,50	0,6119	0,64039	Kvs	160,00	1	0,0079
52	Участок трубопровода	50	51	G _{0Т} ВНУТР	4,50	0,6119	0,64039	Длина	0,20	1	0,0026
53	Конфузор	50	51	G _{0Т} ВНУТР	4,50	0,6119	0,64039	Экв.длина	0,2	1	0,0026
54	Насос				4,50						
55	Диффузор	40	40	G _{0Т} ВНУТР	4,50	0,9947	2,29284	Экв.длина	0,49	1	0,0228
56	Участок трубопровода	50	51	G _{0Т} ВНУТР	4,50	0,6119	0,64039	Длина	0,10	1	0,0013
57	Дисковый затвор	50	51	G ₂	4,50	0,6119	0,64039	Kvs	160,00	1	0,0079
58	Отвод кругоизогнутый	50	80	G _{0Т} ВНУТР	4,50	0,2487	0,64039	Экв.длина	0,65	1	0,0084
59	Участок трубопровода	50	51	G _{0Т} ВНУТР	4,50	0,6119	0,64039	Длина	0,40	1	0,0052
60	Диффузор	50	51	G _{0Т} ВНУТР	4,50	0,6119	0,64039	Экв.длина	0,54	1	0,0070
61	Теплообменник отопления			G _{0Т} ВНУТР						1	1,8200
										Суммарное падение напора на участке, м.в.ст.	
										1	2,212

Продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Обратный трубопровод (внешний контур)</i>											
62	Конфузор	32	33	1,56	0,5076	6,29493	Экв.длина	0,11	1	0,0017	
63	Участок трубопровода	40	40	1,56	0,3455	2,29284	Длина	2,00	1	0,0112	
64	Отвод круглоизогнутый	40	40	1,56	0,3455	2,29284	Экв.длина	0,48	2	0,0054	
65	Кран шаровый(IVR)	40	40	1,56	0,3455	2,29284	Kvs	180,00	1	0,0008	
66	Участок трубопровода	40	40	1,56	0,3455	2,29284	Длина	0,30	1	0,0017	
67	Диффузор	40	40	1,56	0,3455	2,29284	Экв.длина	0,49	1	0,0027	
68	Участок трубопровода	100	100	1,56	0,0553	0,01867	Длина	0,30	1	0,0000	
69	Тройник (за сл. прямо)	100	100	1,56	0,0553	0,01867	Экв.длина	4,9	1	0,0002	
70	Участок трубопровода	100	100	4,12	0,1456	0,01867	Длина	0,20	1	0,0001	
71	Тройник (за сл. прямо)	100	100	4,12	0,1456	0,01867	Экв.длина	4,9	1	0,0016	
72	Участок трубопровода	100	100	9,31	0,3291	0,01867	Длина	0,20	1	0,0003	
73	Узел учета тепла										
74	Участок трубопровода	100	100	9,31	0,3291	0,01867	Длина	0,20	1	0,0003	
75	Конфузор	100	100	9,31	0,3291	0,01867	Экв.длина	0,98	1	0,0016	
76	Регулятор						Расчет	-	1	0,0000	
77	Диффузор	32	33	9,31	3,0220	6,29493	Экв.длина	0,4	1	0,2180	
78	Отвод круглоизогнутый	100	100	9,31	0,3291	0,01867	Экв.длина	1,65	2	0,0053	
79	Кран шаровый (JIP)	100	100	9,31	0,3291	0,01867	Kvs	1025,00	1	0,0008	
80	Участок трубопровода	100	100	9,31	0,3291	0,01867	Длина	0,20	0	0,0003	
<i>Суммарное падение напора на участке, м.в.ст.</i>											
0,252											
ВЕТКА ГВС											
<i>Подающий трубопровод (внешний контур)</i>											
1	Участок трубопровода	40	40	2,55	0,5646	2,29284	Длина	0,25	1	0,0037	
2	Отвод круглоизогнутый	40	40	2,55	0,5646	2,29284	Экв.длина	0,48	1	0,0072	
3	Участок трубопровода	40	40	2,55	0,5646	2,29284	Длина	0,10	1	0,0015	
4	Кран шаровый(IVR)	40	40	2,55	0,5646	2,29284	Kvs	180,00	1	0,0020	
5	Участок трубопровода	40	40	2,55	0,5646	2,29284	Длина	0,20	1	0,0030	
6	Конфузор	40	40	2,55	0,5646	2,29284	Экв.длина	0,14	1	0,0021	
7	Регулирующий клапан						Расчет	-	1	0,0000	
8	Диффузор	25	27	2,55	1,2391	18,05218	Экв.длина	0,49	1	0,0577	

Продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	Участок трубопровода	40	40	Gz	2,55	0,5646	2,29284	Длина	1,30	1	0,0194
10	Отвод круглоизогнутый	40	40	Gz	2,55	0,5646	2,29284	Экв.длина	0,48	1	0,0072
11	Теплообменник							Расчет	-	1	1,1400
Суммарное падение напора, м.в.ст.											1,244
Подпитка											
1	Участок трубопровода	25	27	Слодпитка	0,88	0,4269	18,05218	Длина	0,30	1	0,0042
2	Отвод пнутый (R=4D)	25	27	Слодпитка	0,88	0,4269	18,05218	Экв.длина	0,29	1	0,0041
3	Кран шаровый(IVR)	25	27	Слодпитка	0,88	0,4269	18,05218	Kvs	70,00	1	0,0016
4	Участок трубопровода	25	27	Слодпитка	0,88	0,4269	18,05218	Длина	0,20	1	0,0028
5	Узел учета тепла	25	27	Слодпитка	0,88						
6	Участок трубопровода	25	27	Слодпитка	0,88	0,4269	18,05218	Длина	0,20	1	0,0028
7	Насос							Расчет	-	1	0,0000
8	Участок трубопровода	25	27	Слодпитка	0,00	0,0000	18,05218	Длина	0,20	1	0,0000
9	Кран шаровый(IVR)	25	27	Слодпитка	0,88	0,4269	18,05218	Kvs	70,00	1	0,0016
10	Клапан обратный Eurostop	25	27	Слодпитка	0,88	0,4269	18,05218	Kvs	13,50	1	0,0425
11	Участок трубопровода	25	27	Слодпитка	0,88	0,4269	18,05218	Длина	3,00	1	0,0419
12	Отвод пнутый (R=4D)	25	27	Слодпитка	0,88	0,4269	18,05218	Экв.длина	0,17	2	0,0048
Суммарное падение напора на участке, м.в.ст.											0,1062

ВЕНТИЛЯЦИЯ

№	Элемент системы	Ду, мм	Ден, мм	G	Расх од, м ³ /ч	Скорость потока, м/с	Уд. сопр., Су, мм·ч/(м ⁶ ·м)	Характеристики элемента	Кол -во, шт	Падени е напора, м.в.ст.	
											Подающий трубопровод (внешний контур)
1	Участок трубопровода	100	100	Gв	5,19	0,1835	0,01867	Длина	0,10	1	0,0001
2	Дисковый затвор	100	100	Gв	5,19	0,1835	0,01867	Kvs	530,00	1	0,0010
3	Участок трубопровода	100	100	Gв	5,19	0,1835	0,01867	Длина	0,20	1	0,0001
4	Конфузор	100	100	Gz	5,19	0,1835	0,01867	Экв.длина	0,98	1	0,0005
5	Регулирующий клапан							Расчет	-	1	0,0000
6	Диффузор	50	51	Gz	5,19	0,7054	0,64039	Экв.длина	0,49	1	0,0084

Продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	Участок трубопровода	100	100	G _B	5,19	0,1835	0,01867	Длина	4,90	1	0,0025
8	Отвод круглоизогнутый	100	100	G _B	5,19	0,1835	0,01867	Экв.длина	1,65	3	0,0025
9	Тройник (расходящийся поток)	100	100	G _B	5,19	0,1835	0,01867	Экв.длина	6,6	1	0,0033
10	Участок трубопровода	65	70	G _B	2,59	0,1872	0,12146	Длина	0,20	1	0,0002
11	Дисковый затвор	65	70	G _B	2,59	0,1872	0,12146	Kvs	220,00	1	0,0014
12	Участок трубопровода	65	70	G _B	2,59	0,1872	0,12146	Длина	0,20	1	0,0002
13	Теплообменник										1,1500
Суммарное падение напора, м.в.ст. 1,170											
Обратный трубопровод (внутренний контур)											
14	Отвод круглоизогнутый	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Экв.длина	1,65	2	0,0037
15	Участок трубопровода	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Длина	0,90	1	0,0010
16	Дисковый затвор	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Kvs	530,00	1	0,0022
17	Фильтр	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Экв.длина	0,20	1	0,0002
18	Участок трубопровода	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Длина	0,10	1	0,0001
19	Дисковый затвор	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Kvs	530,00	1	0,0022
20	Отвод круглоизогнутый	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Экв.длина	1,65	1	0,0019
21	Участок трубопровода	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Длина	0,30	1	0,0003
22	Конфузор	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Экв.длина	0,98	1	0,0011
23	Насос							Расчет	-	1	0,0000
24	Диффузор	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Экв.длина	1,4	1	0,0016
25	Участок трубопровода	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Длина	0,30	1	0,0003
26	Отвод круглоизогнутый	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Экв.длина	1,65	1	0,0019
27	Дисковый затвор	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Kvs	530,00	1	0,0022
28	Участок трубопровода	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Длина	3,00	1	0,0034
29	Тройник (за сл. прямо)	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Экв.длина	4,9	1	0,0055
30	Участок трубопровода	65	70	G _B	3,89	0,2808	0,12146	Длина	4,20	1	0,0077
31	Отвод круглоизогнутый	65	70	G _B	3,89	0,2808	0,12146	Экв.длина	1	2	0,0037
32	Дисковый затвор	65	70	G _B	3,89	0,2808	0,12146	Kvs	220,00	1	0,0031
33	Теплообменник										1,2900
Суммарное падение напора, м.в.ст. 1,332											
Подающий трубопровод (внутренний контур)											

Окончание таблицы 8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
31	Участок трубопровода	65	70	G _B	3,89	0,2808	0,12146	Длина	0,20	1	0,0004
32	Дисковый затвор	65	70	G _B	3,89	0,2808	0,12146	Kvs	220,00	1	0,0031
33	Участок трубопровода	65	70	G _B	3,89	0,2808	0,12146	Длина	0,20	1	0,0004
34	Тройник (за сл. поворот)	65	70	G ₂	3,89	0,2808	0,12146	Экв.длина	4	1	0,0074
35	Участок трубопровода	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Длина	7,00	1	0,0079
36	Отвод крутоизогнутый	100	100	G _B	7,78	0,2752	0,01867	Экв.длина	1,65	4	0,0075
Суммарное падение напора, м.в.ст. 0,027											
Обратный трубопровод (внешний контур)											
37	Дисковый затвор	65	70	G _B	2,59	0,1872	0,12146	Kvs	220,00	1	0,0014
38	Отвод крутоизогнутый	65	70	G _B	2,59	0,1872	0,12146	Экв.длина	1	2	0,0016
39	Участок трубопровода	65	70	G _B	2,59	0,1872	0,12146	Длина	3,00	1	0,0025
40	Тройник (за сл. поворот)	65	70	G ₂	2,59	0,1872	0,12146	Экв.длина	4	1	0,0033
41	Участок трубопровода	100	100	G _B	5,19	0,1835	0,01867	Длина	3,00	1	0,0015
42	Отвод крутоизогнутый	100	100	G _B	5,19	0,1835	0,01867	Экв.длина	1,65	1	0,0008
43	Конфузор	100	100	G ₂ ВНУТР	5,19	0,1835	0,01867	Экв.длина	0,98	1	0,0005
44	Клапан балансировочный							Расчет	-	1	0,0000
45	Диффузор	65	70	G ₂ ВНУТР	5,19	0,3745	0,12146	Экв.длина	0,63	1	0,0021
Суммарное падение напора, м.в.ст. 0,014											

Система теплоснабжения (тепловые сети, котельная) представляет сложную гидравлическую систему, где местные системы связаны друг с другом. Если в какой-либо точке сети изменится расход воды, это может привести к изменению давления и расхода теплоносителя, эти отклонения могут нарушить бесперебойность работы систем.

Переменный расход воды, обусловлен, переменным расходом сетевой воды для горячего водоснабжения, особенно коммунальных предприятий: прачечные, бани и т.п., а с другой, - различного рода переключениями (отключение и подключение абонентов и т.п.). Переменный расход сетевой воды на ГВС вызывается сезонными колебаниями температуры сетевой воды и неравномерностью суточного графика разбора горячей воды. Ввиду этого отопительные установки работают в переменном режиме.

Сохранение заданного гидравлического режима затрудняется низкой гидравлической устойчивостью, свойственной системе теплоснабжения ввиду большего сопротивления сети по сравнению с местными системами.

Способы, которые позволяют ограничить возможные колебания давления в тепловых сетях:

- 1) правильный выбор нейтральной точки, которую поддерживает подпиточный насос;
- 2) установка регуляторов расхода;
- 3) поглощение избыточных напоров на тепловых вводах;
- 4) ликвидация перемычек на тепловых вводах;
- 5) соблюдение строгой дисциплины в расходовании расчетных норм воды.

Отключение и включение местных систем может осуществляться только с разрешения персонала котельной. Несоблюдение этого правила может привести к нарушению безопасности местных систем.

									Лист
									47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.230.21 ПЗ				

9 КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ, АВТОМАТИКА

9.1 Описание схемы КИПиА

Согласно [2] средства автоматизации и контроля должны обеспечивать работу тепловых пунктов без постоянного обслуживающего персонала (с пребыванием персонала не более 50% рабочего времени).

Автоматизация тепловых пунктов закрытых и открытых систем теплоснабжения обеспечивает:

- поддержание заданной температуры воды, поступающей в систему горячего водоснабжения;
- регулирование подачи теплоты (теплового потока) в системы отопления в зависимости от изменения параметров наружного воздуха с целью поддержания заданной температуры воздуха в отапливаемых помещениях;
- ограничение максимального расхода воды из тепловой сети на тепловой пункт путем прикрытия клапана регулятора расхода;
- поддержание требуемого перепада давлений воды в подающем и обратном трубопроводах тепловых сетей на вводе в центральные тепловые пункты или индивидуальные тепловые пункты при превышении фактического перепада давлений над требуемым более чем на 200 кПа;
- минимальное заданное давление в обратном трубопроводе системы отопления при возможном его снижении;
- поддержание требуемого перепада давлений воды в подающем и обратном трубопроводах систем отопления в закрытых системах теплоснабжения при отсутствии регуляторов расхода теплоты на отопление, на перемычке между обратным и подающим трубопроводами тепловой сети;
- включение и выключение подпиточных устройств для поддержания статического давления в системах теплоснабжения при их независимом присоединении;
- защиту систем теплоснабжения от повышения давления или температуры воды в них, при возможности превышения допустимых параметров;
- поддержание заданного давления воды в системе горячего водоснабжения;
- включение и выключение циркуляционных насосов;
- блокировку включения резервного насоса при отключении рабочего;
- защиту системы отопления от опорожнения.

Квалификационной работой разработана функциональная схема автоматизации ИТП. Проект выполнен в соответствии со СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети»[25] и СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов»[2].

Данной работой предусмотрено:

- контроль параметров теплоносителя;
- регулирование расхода теплоносителя и распределение его по системам потребления теплоты;
- отключение систем потребления теплоты;
- автоматизация узла управления.

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Работа теплового пункта предусматривает автоматический режим без присутствия постоянного обслуживающего персонала. Для регулирования температуры воды в системе отопления по температурному графику предусмотрена установка контроллера ECL 310 с ключом A368 производства фирмы "Danfoss", Дания [10]. Его функция – поддержание температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления, пропорционально температуре наружного воздуха и поддержание заданной температуры в системе горячего водоснабжения. Эта функция выполняется подключением к регулятору датчиков температур наружного воздуха и теплоносителя путем управления регулирующими клапанами.

Датчик температуры наружного воздуха измеряет температуру и отправляет сигнал на контроллер (электронный регулятор температуры). Контроллер определяет оптимальную температуру воды в подающем трубопроводе, и сравнивает ее с фактической. В зависимости от разбаланса сигналов контроллер подает сигнал на электропривод регулирующего клапана на его открытие или закрытие. Этим достигается погодозависимое регулирование температуры теплоносителя в системе отопления. Тип данного регулирования – качественный.

Регулирующим органом в системе отопления служит клапан VM2 с исполнительным механизмом - электроприводом AMV10 производства фирмы "Danfoss", Дания [10].

Регулирующим органом в системе ГВС служит клапан VB2 с исполнительным механизмом - электроприводом AMV30 производства фирмы "Danfoss", Дания [10].

Для регулирования температуры воды в системе теплоснабжения калориферов предусмотрена установка контроллера ECL 310 с ключом A368 производства фирмы "Danfoss", Дания [10].

Регулирующим органом в системе теплоснабжения калориферов служит клапан VB2 с исполнительным механизмом - электроприводом AMV20 производства фирмы "Danfoss", Дания [10].

Для дополнительной защиты насосов от сухого хода предусмотрена установка реле давления KPI-35 производства фирмы "Danfoss", Дания [10].

Для предварительной балансировки веток системы теплоснабжения калориферов в проекте предусмотрена установка на распределительной гребенке ручных балансировочных клапанов MSV-BD и MSV-F2 фирмы "Danfoss", Дания [10].

Для поддержания необходимого перепада на теплоснабжение системы вентиляции (в контуре тепловой сети) установлен регулятор перепада давления AFP/VFG2 производства фирмы "Danfoss", Дания [10].

Для поддержания необходимого перепада на теплоснабжение системы отопления и ГВС (в контуре тепловой сети) предусмотрен регулятор перепада давления AVR производства фирмы "Danfoss", Дания [10].

Для поддержания необходимого перепада на ветках систем отопления предусмотрена установка на распределительной гребенке автоматических

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.230.21 ПЗ

балансировочных клапанов в паре с запорными клапанами ASV-PV (ASV-M) фирмы "Danfoss", Дания [10].

9.2 Выбор приборов регулирования

Подбор оборудования выполнен согласно рекомендациям, указанным в «Теплотехнические измерения и приборы» [26] и «Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учебник для студентов вузов»[27].

9.2.1 Выбор регулирующего клапана температуры ГВС

Пропускная способность полностью открытого клапана (9.1):

$$K_{VS} = \frac{G_{ГВС}}{\sqrt{0,1 \cdot \Delta h_{max}}} , \quad (9.1)$$

где $G_{ГВС} = 2,554 \text{ м}^3/\text{ч}$ – максимальный расход теплоносителя
 $\Delta h_{max} = 2,7 \text{ м. в. ст.}$ – максимальная допустимая потеря давления на открытом клапане

$$K_{VS} = \frac{2,554}{\sqrt{0,1 \cdot 2,7}} = 4,915 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Согласно полученным данным и начальным ограничением выбираем клапан с электроприводом – тип AVM30 / VB2, $D_y=32 \text{ мм}$ [10].

Пропускная способность $K_{VS} = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$

Потери давления на клапане (9.2):

$$\Delta h = \frac{10 G_{ГВС}^2}{K_{VS}^2} , \quad (9.2)$$

$$\Delta h = \frac{10 \cdot 2,554^2}{16^2} = 0,255 \text{ м. в. ст.}$$

9.2.2 Выбор регулирующего клапана температуры системы отопления

Пропускная способность полностью открытого клапана (9.3):

$$K_{VS} = \frac{G_o}{\sqrt{0,1 \cdot \Delta h_{max}}} , \quad (9.3)$$

где $G_o = 1,563 \text{ м}^3/\text{ч}$ – максимальный расход теплоносителя

$\Delta h_{max} = 3 \text{ м. в. ст.}$ – максимальная допустимая потеря давления на открытом клапане

$$K_{VS} = \frac{1,563}{\sqrt{0,1 \cdot 3}} = 2,854 \text{ м}^3/\text{ч}$$

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Согласно полученным данным и начальным ограничением выбираем клапан с электроприводом – тип AVM10 / VM2, $D_v=25$ мм [10].

Пропускная способность $K_{VS} = 6,3$ м³/ч

Потери давления на клапане (9.4):

$$\Delta h = \frac{10G_0^2}{K_{VS}^2}, \quad (9.4)$$

$$\Delta h = \frac{10 \cdot 1,563^2}{6,3^2} = 0,616 \text{ м. в. ст.}$$

9.2.3 Выбор регулирующего клапана температуры теплоснабжения калориферов

Пропускная способность полностью открытого клапана (9.5):

$$K_{VS} = \frac{G_B}{\sqrt{0,1 \cdot \Delta h_{max}}}, \quad (9.5)$$

где $G_B = 5,188$ м³/ч – максимальный расход теплоносителя

$\Delta h_{max} = 3$ м. в. ст. – максимальная допустимая потеря давления на открытом клапане

$$K_{VS} = \frac{5,188}{\sqrt{0,1 \cdot 3}} = 9,472 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Согласно полученным данным и начальным ограничением выбираем клапан с электроприводом – тип AVM20/ VB2, $D_v=40$ мм [10].

Пропускная способность $K_{VS} = 25$ м³/ч

Потери давления на клапане (9.6):

$$\Delta h = \frac{10G_B^2}{K_{VS}^2}, \quad (9.6)$$

$$\Delta h = \frac{10 \cdot 5,188^2}{25^2} = 0,431 \text{ м. в. ст.}$$

9.2.4 Выбор регулятора перепада давления для системы теплоснабжения калориферов

Пропускная способность полностью открытого клапана (9.7):

$$K_{VS} = \frac{G_B}{\sqrt{0,1 \cdot \Delta h_{max}}}, \quad (9.7)$$

где $G_B = 5,188$ м³/ч – максимальный расход теплоносителя

$\Delta h_{max} = 18,3$ м. в. ст. – максимальная допустимая потеря давления на открытом клапане

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

$$K_{VS} = \frac{5,188}{\sqrt{0,1 \cdot 18,3}} = 3,835 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Согласно полученным данным и начальным ограничением выбираем клапан с электроприводом – тип VFG2/AFP, $D_y=32$ мм [10].

Пропускная способность $K_{VS} = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$

Потери давления на клапане (9.8):

$$\Delta h = \frac{10G_B^2}{K_{VS}^2}, \quad (9.8)$$

$$\Delta h = \frac{10 \cdot 5,188^2}{16^2} = 1,051 \text{ м. в. ст.}$$

9.2.5 Выбор регулятора перепада давления для системы отопления и ГВС

Пропускная способность полностью открытого клапана (9.9):

$$K_{VS} = \frac{G_{0,ГВС}}{\sqrt{0,1 \cdot \Delta h_{max}}}, \quad (9.9)$$

где $G_{0,ГВС} = 1,563 + 2,554 = 4,117 \text{ м}^3/\text{ч}$ – максимальный расход теплоносителя

$\Delta h_{max} = 18,3 \text{ м. в. ст.}$ – максимальная допустимая потеря давления на открытом клапане

$$K_{VS} = \frac{4,117}{\sqrt{0,1 \cdot 18,3}} = 3,043 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Согласно полученным данным и начальным ограничением выбираем клапан с электроприводом – тип AVR, $D_y=25$ мм [10].

Пропускная способность $K_{VS} = 8 \text{ м}^3/\text{ч}$

Потери давления на клапане (9.10):

$$\Delta h = \frac{10G_{0,ГВС}^2}{K_{VS}^2}, \quad (9.10)$$

$$\Delta h = \frac{10 \cdot 4,117^2}{8^2} = 2,648 \text{ м. в. ст.}$$

Функциональная схема КИПиА представлена в таблице 9.1.

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Таблица 9.1-Функциональная схема КИПиА

Наименование	Кол-во,шт
Расходомер 2WR7, Ду-65 мм	2
Счетчик горячей воды ETWi, Ду-15 мм	1
Термосопротивление КТСП-Н	2
Поверхностный датчик температуры ESM-11	1
Датчик температуры наружного воздуха ESMT	1
Поверхностный датчик температуры ESM-11	2
Электропривод AMV10	1
Регулирующий клапан VM2, Ду-25 мм	1
Регулирующий клапан VB2, Ду-32 мм	1
Электропривод AMV30	1
Реле давления KPI-35	1
Насос WILO TOP-SD 40/10	1
Реле давления KPI-35	1
Насос WILO TOP-Z 25/6	1
Реле давления KPI-35	1
Электромагнитный н-з клапан, EV220B, Ду-15 мм	1
Поверхностный датчик температуры ESM-11	2
Регулирующий клапан VB2, Ду-40 мм	1
Электропривод AMV20	1
Реле давления KPI-35	1
Насос WILO TOP-SD 80/20	1
Датчик уровня Minimatic	1
Реле давления KPI-35	1
Насос WILO MHI-204	1
Реле давления KPI-35	1
Электромагнитный н-з клапан, EV220B, Ду-15 мм	1
Манометр ТМ-310-63, до 10 бар, корпус-сталь	53
Манометр ТМ-310-63, до 10 бар, переносной	1

10 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

10.1 Основные направления энергосбережения в тепловых пунктах

Регулятор расхода (РР) предназначен для поддержания постоянного расхода воды в системах отопления. Установка регуляторов расхода во всех абонентских вводах может достичь полной гидравлической устойчивости системы теплоснабжения, так как при этом действительный расход воды будет равен расчётному, независимо от колебаний напоров и расхода воды в тепловой сети.

Регуляторы расхода следует устанавливать в тепловых пунктах со смешанной нагрузкой отопления и ГВС при двухступенчатой последовательной схеме подогревателей горячего водоснабжения. На отопительных вводах их установка целесообразна в конце тепловой сети, при наличии потребителей с большой нагрузкой горячего водоснабжения (прачечные, бани и т.п.), которые создают большую разность давлений из-за переменного расхода воды на ГВС при ограниченных располагаемых напорах.

Установка РР в элеваторных узлах при получении сетевой воды от теплового пункта с последовательной схемой горячего водоснабжения исключается, так как не даёт возможности покрывать максимум горячего водоснабжения за счёт недодачи воды в отопительную систему [2,6,28-31].

10.2 Применяемые энергосберегающие технологии

При проектировании объекта были внедрены энергосберегающие технологии и мероприятия обозначенные приказом Министерства экономического развития РФ от 17 февраля 2010 г. № 61 «Об утверждении примерного перечня мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, который может быть использован в целях разработки региональных, муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности», а именно:

1. Автоматизация систем отопления, вентиляции и ГВС.
2. Для изоляции трубопроводов применена защитно-покровная оболочка из современных материалов.
3. Повышение энергетической эффективности оборудования тепловых пунктов.
4. Внедрение циркуляционных систем ГВС, проведение гидравлической регулировки, автоматической/ручной балансировки распределительных систем отопления и стояков..
5. Установка частотного регулирования приводов насосов позволяет экономить электрическую энергию и обеспечить эффективную работу насосов
6. Учет отпуска и потребления тепловой энергии.

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

11 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

11.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Объектом квалификационной работы является индивидуальный тепловой пункт, предназначенный для присоединения к тепловым сетям систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения объекта социальной сферы. Помещение ИТП расположено непосредственно в здании на первом этаже. Занимаемая площадь 36,9 м².

В помещении расположены циркуляционные насосы, теплообменное оборудование, трубопроводы с повышенной температурой, регулирующая арматура с электрическими приводами, мембранные баки, электрические щиты управления.

Согласно ГОСТ 12.0.003-80 ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [32] к основным опасным и вредным факторам рабочей среды рассматриваемого объекта относятся:

1. Физические

- температура и влажность воздуха
- повышенная температура поверхностей оборудования и трубопроводов
- повышенный уровень шума на рабочем месте
- повышенный уровень вибрации
- отсутствие естественного света
- повышенный уровень электромагнитных излучений приборов управления и автоматики

Возможными объектами и причинами травмирования человека являются:

- электрическая опасность
- пожароопасность
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях инструментов и оборудования
- элементы оборудования с повышенной температурой
- трубопроводы и сосуды, работающие под давлением
- движущиеся механизмы или машины
- повреждения, полученные при падениях

К возможным аварийным ситуациям можно отнести:

- разгерметизация трубопроводов, мембранных баков, работающих под давлением
- пожар, угрожающий персоналу, оборудованию. А так же цепям дистанционного управления, отключающей арматуре
- вскипание горячей воды в насосе из-за образовавшегося вакуума и его разрыв или разрыв трубопровода
- отключение электроэнергии, которое привело к остановке оборудования
- отказ запорной и регулирующей арматуры

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

11.2 Безопасность производственных процессов и оборудования

При эксплуатации производственного оборудования (техническое обслуживание и ремонт) должна обеспечиваться безопасность рабочих.

Материалы конструкции производственного оборудования не должны оказывать опасное и вредное воздействие на организм человека для любого режима эксплуатации, а также создавать пожароопасные и взрывоопасные ситуации.

Согласно ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» [33]:

Элементы конструкции производственного оборудования не должны иметь острых углов, кромок, заусенцев и поверхностей с неровностями, представляющих опасность для персонала теплового пункта.

Части производственного оборудования (в том числе трубопроводы, предохранительные клапана, кабели), механическое повреждение которых может вызвать возникновение опасности, должны быть защищены ограждениями или расположены так, чтобы предотвратить их случайное повреждение персоналом.

Требования безопасности при эксплуатации сосудов, цистерн, бочек, баллонов, барокамер, работающих под избыточным давлением устанавливаются ПБ 03-576-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» [34] и ГОСТ 12.2.085-2002 ССБТ. «Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные. Требования безопасности» [35].

Конструкция сосудов под давлением должна обеспечивать надежность и безопасность эксплуатации в течение расчетного срока службы и предусматривать возможность проведения технического освидетельствования, очистки, промывки, полного опорожнения, продувки, ремонта, эксплуатационного контроля металла и соединений.

Для каждого сосуда должен быть установлен и указан в паспорте расчетный срок службы с учетом условий эксплуатации. На каждом сосуде должны быть предусмотрены вентиль, кран или другое устройство, позволяющее осуществлять контроль отсутствия давления в сосуде перед его открыванием; при этом отвод среды должен быть направлен в безопасное место.

Монтаж, наладка и ремонт сосудов и их элементов должны выполняться специализированными организациями, располагающими техническими средствами, необходимыми для качественного выполнения работ.

Механическая прочность оборудования обеспечивается предварительными испытаниями на прочность, путем проверки качества сварных швов, гидравлических испытаний.

Все трубопроводы имеют в верхних точках воздушники, а в нижних точках и застойных зонах – дренажные устройства, соединенные непосредственно с атмосферой.

Для управления работой и обеспечения безопасных условий эксплуатации сосуда в зависимости от назначения должны быть оснащены:

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

- приборами для измерения температуры;
- предохранительными устройствами;
- указателями уровня жидкости.

Сосуд должен быть немедленно остановлен в случаях, предусмотренных инструкцией по режиму работы и безопасному обслуживанию, в частности:

- если давление в сосуде поднялось выше разрешенного и не снижается, несмотря на меры, принятые персоналом;
- при выявлении неисправности предохранительных устройств от повышения давления;
- при обнаружении в сосуде и его элементах, работающих под давлением, неплотностей, выпучин, разрыва прокладок;
- при неисправности манометра и невозможности определить давление по другим приборам;

Для обеспечения безопасности обслуживания оборудования в тепловом пункте предусматриваются следующие мероприятия:

- оснащение оборудования необходимыми средствами защиты, которые обеспечивают контроль рабочих параметров;
- тепловыделяющее оборудование и трубопроводы должны быть изолированы (температура на поверхности изоляции менее 45 °С);
- трубопроводы маркируются наклейками, указывающими направление и характеристику среды.
- трубопроводы красят в соответствующие транспортируемой среде и ее параметрам цвета.
- оборудование оснащается необходимыми средствами защиты и сигнализацией об отклонении от рабочих параметров
- предусмотрено требуемое нормами освещение помещения и оборудования.

Опознавательная окраска трубопроводов выполняется сплошной по всей поверхности трубопроводов и иных коммуникаций согласно ГОСТ 12.4.026-2001 ССБТ «Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная» [36].

Согласно СНиП 2.04.14-88 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» [37] для трубопроводов, арматуры, оборудования и фланцевых соединений должна предусматриваться тепловая изоляция, обеспечивающая температуру на поверхности теплоизоляционной конструкции, расположенной в рабочей или обслуживаемой зоне помещения, для теплоносителей с температурой выше 100 °С не более 45 °С, а с температурой ниже 100 °С не более 35 °С.

В соответствии с ПОТ Р О-14000-002-98 «Положение. Обеспечение безопасности производственного оборудования» [38] для сервисного обслуживания оборудования должен быть обеспечен свободный доступ к нему. Ширина проходов должна быть не менее 0,7 м, высота 2 м для обеспечения травмобезопасности персонала. При прокладке оборудования по полу необходимо предусмотреть проход через него в виде перекидных тралов.

Персоналу, который по роду своих обязанностей соприкасается с горячим оборудованием, во избежание получения ожогов от горячих поверхностей и сред, в соответствии с ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ «Средства защиты работающих. Общие

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

требования и классификация» [39] должен быть обеспечен спецодеждой, обувью, индивидуальными средствами защиты и обязан пользоваться ими во время работы.

Согласно ГОСТ 12.2.063-81 ССБТ И – 1.05.87. «Арматура промышленная трубопроводная. Общие требования безопасности» [40] на вентилях, задвижках при отключении соответствующих трубопроводах, а также на пусковых устройствах насосов, должны быть вывешены плакаты «Не включать, работают люди»; при этом у пусковых устройств агрегатов должны быть сняты плавкие вставки.

Исходя из требований ГОСТ 12.2.007.1-75 ССБТ. «Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности. При работе с движущимися механизмами» [41] необходимо предусмотреть мероприятия по защите от попадания в них элементов гардероба или частей тела персонала. При обслуживании оборудования оно должно быть выключено, рукава должны быть заправлены, длинные волосы убраны в головной убор.

11.3 Электробезопасность

Конструкция производственного оборудования, приводимого в действие электрической энергией, должна включать устройства (средства) для обеспечения, электробезопасности.

Производственное оборудование должно быть выполнено так, чтобы исключить накопление зарядов статического электричества в количестве, представляющего опасность для работающего, и исключить возможность пожара и взрыва.

Электрооборудование и инструмент являются источниками электрической опасности. При наладочных работах и при пуске ИТП требуется подводка питания к электрооборудованию и электроинструменту: насосам, автоматике, электродрели, перфоратору, сварочному аппарату. Необходимо учитывать все требования по электробезопасности, поэтому следует руководствоваться следующими нормативными документами:

ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ И – 1.01.86. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защит [42];

ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ И – 1.08.87. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление [43];

ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ И – 1.04.88. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [44].

Причинами поражения электрическим током рабочего персонала могут быть: прикосновения к токоведущим частям, поражения при поврежденной изоляции; вследствие ошибочного включения установки, а также при возникновении шагового напряжения в результате замыкания провода на земле.

Стандартом ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ И – 1.04.88. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [44]. Установлены предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека, предназначенные для проектирования

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

способов и средств защиты людей, при взаимодействии их с электроустановками производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц.

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов установлены, для путей тока от одной руки к другой и от руки к ногам.

Напряжения прикосновения и токи протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок не должны превышать значений указанных в таблице 11.1.

Таблица 11.1 – Напряжение прикосновения и токи при нормальных режимах работы электроустановок [44].

Род тока	U, В	I, mA
	Не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Примечания:

1. Напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения.

2. Напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях низких температур (выше 25°C) и влажности (относительная влажность более 75%), должны быть уменьшены в три раза.

Продолжительность воздействия допустимых значений указаны в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Продолжительность воздействия допустимых значений напряжения и токов прикосновения [44]

Продолжительность воздействия, сек	Нормируемая величина	
	Напряжение, В	Сила тока, mA
0,01–0,08	220	220
0,1	200	200
0,2	100	100
0,3	70	70
0,4	55	55
0,5	50	50
0,6	40	40
0,7	35	35
0,8	30	30
0,9	27	27

Помещение теплового пункта по поражению электрическим током относится к помещениям с повышенной опасностью. Основными электроприемниками являются электроосвещение, насосы, приборы регулирования и автоматики.

Согласно ГОСТ 12.4.011-96 ССБТ «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация» [45] основными мероприятиями по защите рабочих от поражения электрическим током являются:

1. Конструкционные и технические:

- защитное заземление
- электрическая блокировка
- двойная изоляция
- малые напряжения

2. Организационные:

- инструктаж по технике безопасности
- проведение допуска к работе
- надзор за контролем электрической изоляции
- выбор рациональных режимов работы персонала по обслуживанию электроустановок, ограничение мест и времени пребывания рабочего персонала в зоне воздействия электрического тока.

В качестве индивидуальных средств защиты от электрического тока применяются экранирующие комплекты (костюмы, перчатки, обувь), коврики, подставки, контактные выводы и перемычки, проводники с зажимами и т.д.

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

11.4 Пожаровзрывобезопасность

Возникновение пожаров связано с нарушением противопожарного режима и неосторожным обращением с огнем, что может явиться следствием нарушения мер пожарной безопасности при проектировании и строительстве объекта.

Производственное оборудование должно быть пожаро- и взрывобезопасным в предусмотренных условиях эксплуатации.

При проектировании теплового пункта необходимо соблюдать положения следующих нормативных документов:

- ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» [46]
- СНиП 2.08.02-89 «Общественные здания и сооружения» [47]
- СНиП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов» [2]

Согласно СНиП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов» [2] по пожарной и взрывопожарной опасности помещение тепловых пунктов следует относить к категории Д. Степень огнестойкости здания II.

Согласно ГОСТ 27331-87 (СТ СЭВ 5637-86) "Пожарная техника. Классификация пожаров" [48] класс пожара Е (горение установок и оборудования, находящихся под электрическим напряжением), А2 (Горение твердых веществ, не сопровождаемое тлением (каучук, пластмассы и др.))

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Основными причинами пожара являются:

- несоблюдение требований ППБ на рабочих местах;
- неисправности оборудования, освещения, нарушение их эксплуатации;
- возникновение искры при пользовании слесарным инструментом в загазованном помещении
- неправильное расположение технических средств от статического электричества атмосферных разрядов.

Внутренние поверхности стен помещения следует окрашивать влагостойкими красками. Полы ИТП необходимо выполнять из негорючих материалов с негладкой и не скользящей поверхностью; они должны быть ровными и иметь устройства для отвода воды в канализацию. Входные двери должны иметь пороги для предотвращения попадания воды за пределы котельной при аварии трубопроводов и устройства для удаления ее в канализацию. Помещение необходимо содержать в чистоте, не допускать захламления проходов и рабочих мест.

Здание должно быть оборудовано пожарными кранами с рукавами и шлангами. У помещения теплового пункта должны быть установлены пожарные щиты с набором пенных и углекислотных огнетушителей, плотного полотна, ломов, багров, топоров. Рядом с пожарным щитом располагают ящик с песком. Пожарные щиты устанавливаются в легкодоступных местах, по возможности ближе к выходам из помещений. Все средства пожаротушения, пожарное оборудование и инвентарь следует содержать в исправном состоянии.

										Лист
										61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.230.21 ПЗ					

12 ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ

Работа теплового пункта не оказывает серьезного негативного влияния на окружающую среду, но для обеспечения надёжной, долговечной и безаварийной работы системы теплоснабжения необходима качественная подготовка сетевой и подпиточной воды[57-62].

В связи с этим проблема снижения потерь воды и теплоносителя, и как следствие уменьшение объемов подпиточной воды, представляет в настоящее время одну из актуальнейших задач, особенно, в эксплуатационной деятельности теплоснабжающих организаций.

Подпиточная вода не должна вызывать образования накипи и выделения шлама в подогревателях, трубопроводах и местных системах, а также коррозию металла.

Согласно Правилам технической эксплуатации сетевая и подпиточная вода теплосетей должна удовлетворять следующим нормам:

- содержание кислорода не более 0,05 мг/л;
- содержание взвешенных частиц не более 5,0 мг/л;
- при наличии в системе теплоснабжения пиковых водогрейных котлов остаточная карбонатная жёсткость должна быть не более 400 мкг-экв/л при нулевом содержании свободной углекислоты;

- при отсутствии в системе пиковых водогрейных котлов остаточная карбонатная жёсткость может быть выше, но не более 700 мкг-экв/л, содержание свободной углекислоты не нормируется;

- значение рН для закрытых систем теплоснабжения в пределах 8,3-9,5; для открытых систем 8,3-9,0; при этом верхний предел рН допускается при глубоком умягчении воды, а нижний с разрешения энергосистемы может корректироваться в зависимости от интенсивности коррозионных явлений в системе теплоснабжения. Для закрытых систем верхний предел рН допускается поддерживать на уровне до 10,5 при одновременном уменьшении карбонатного индекса до 0,1 (мг-экв/дм³)²;

Для удовлетворения норм Правил технической эксплуатации вода, которая используется для подпитки тепловых сетей, должна быть очищена. Под обработкой подпиточной воды подразумевается удаление из неё кислорода O₂ и диоксида углерода CO₂ - основных коррозионных агентов, и создание таких условий, при которых соли временной жёсткости, не распадались бы в системе и не вызывали образования накипи и шлама. Для подпитки тепловых сетей должна применяться деаэрированная вода.

Умягчение воды. Снижение карбонатной жёсткости воды, используемой для подпитки тепловых сетей, производится в катионитных фильтрах заполненных катионными материалами (сульфоуголь, сильнокислотный катионит, леватитS-100 и др.).

Нормами в открытых системах теплоснабжения может допускаться обработка подпиточной воды посредством её подкисления улучшенной контактной серной кислотой (ГОСТ 2184-77*).

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Деаэрация воды. Коррозия стальных трубопроводов и оборудования может быть вызвана растворёнными в воде газами: кислородом O₂, диоксидом углерода CO₂, а также хлоридами Cl⁻ и сульфатами SO₄⁻².

При некачественной водоподготовке на поверхностях нагрева теплообменного оборудования, образуются отложения, которые ухудшают теплопередачу и повышают гидравлическое сопротивление.

Причина образования железистых отложений, заключается в неудовлетворительной работе деаэрационных установок и в нарушении правил консервации водогрейных котлов.

Применение реагентных методов обработки подпиточной воды связано со сбросом засоленных вод, это ограничивается экологическими требованиями. Поэтому целесообразна разработка экономичных безреагентных методов обработки воды — магнитной и др.

На-катионитные фильтры, должны иметь систему трубопроводов для сбора засоленных вод и их утилизации.

Рациональное использование сбросных вод, своевременное переключение подачи их по заданному режиму может быть достигнуто только при оснащении ВПУ автоматическими надежно действующими малоинерционными регуляторами с кондуктометрическими датчиками и надежной арматурой.

При полной недопустимости сброса сточных вод в водоем может быть применено умягчение и выпаривание сточных вод досуха — "сжигание" концентрированных сбросных вод во взвешенном состоянии для получения твердых солей (NaCl, CaCl₂ и др.).

Тепловые сети не стоят на месте, они постоянно развиваются, обновляются и модернизируются. В 1985г. подпитка тепловых сетей одного района доходила до 1000 т/ч. Это огромное количество воды. Во-первых, это огромное количество затрат на обработку воды, а во вторых, увеличение сточных вод из системы водоподготовки ТЭЦ. При эксплуатации системы водоподготовки ТЭЦ возникают стоки от склада реагентов, промывок механических фильтров, удаления шламовых вод осветлителей, регенерации ионитных фильтров. Эти воды несут значительное количество солей кальция, магния, натрия, алюминия, железа. Например, на ТЭЦ имеющей производительность химводоочистки 2000 т/ч, сбрасываемых солей - до 2,5 т/ч. Поэтому тепловые сети обязаны вести борьбу за уменьшение подпитки.

В соответствии с РД 34.20.501-95. «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» среднегодовая утечка теплоносителя из водяных тепловых сетей должна быть не более 0,25 % среднегодового объема воды в тепловой сети и присоединенных к ней системах теплопотребления в час независимо от схемы их присоединения (за исключением систем горячего водоснабжения, присоединенных через водоподогреватели). Сезонная норма утечки теплоносителя устанавливается в пределах среднегодового значения. При определении утечки теплоносителя не должен учитываться расход воды на наполнение теплопроводов и систем

										Лист
										63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.230.21 ПЗ

теплопотребления при их плановом ремонте и подключении новых участков сети и потребителей.

Систематический контроль за утечками теплоносителя производится в зависимости от величины подпитки тепловых сетей. При утечке теплоносителя, превышающей установленные нормы, следует принять срочные меры к обнаружению места утечки и устранению неплотностей.

Одним из способов снижения утечек является применение красителей сетевой воды. В соответствии с МДК 4-02.2001. «Типовая инструкция по технической эксплуатации тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения» в отдельных случаях для контроля за герметичностью систем теплопотребления и несанкционированным разбором горячей воды из систем отопления при отсутствии горячего водоснабжения по согласованию с местными органами санитарно-эпидемиологического надзора с предварительным оповещением населения допускается использование флуоресцеинадинатриевой соли (уранин А).

Этот способ используется, как правило, эпизодически. Раз в год производят ввод красителя в тепловую сеть. Существующие в теплотрассах прорывы выявляются визуально протечками изумрудно-зеленого цвета, проводится ремонт трубопроводов.

Потери воды в тепловых сетях с 1985г. по настоящее время уменьшились в 10 раз, и значит, уменьшился сброс воды. Во многом это было достигнуто с помощью модернизации оборудования и совершенствования технологического процесса тепловых сетей. Были пересмотрены планово-предупредительные ремонты. Если раньше менялось 2-3км теплотрасс в год, то сейчас производится замена 25-30км в год. Большое внимание уделяется качеству строительных и ремонтных работ. В процессе работы были пересмотрены принципы и модели работы: ушли от аварийных работ к плановым, разработали систему деления района на участки, закрепили каждый участок за бригадой, обновили коллектив предприятия, создали молодую профессиональную команду единомышленников. Обходы тепловых сетей стали не аварийными, а текущими.

										Лист
										64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.230.21 ПЗ					

13 ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе рассматривается проект повышение эффективности котельной АБК «УКС» в г. Нефтеюганске за счет разработки индивидуального теплового пункта с погодозависимым регулированием. В силу существенной стоимости реализации данного проекта требуется провести оценку экономической эффективности принятых технических решений, а так же провести анализ проблем реализации данного проекта и разработать ряд мероприятий по повышению энергетической эффективности и ресурсосберегающих действий при реализации принятых технических решений.

С целью оценки экономической эффективности предлагаемого проекта выпускной квалификационной работы определим капитальные затраты на реализацию принятых технических решений, сравним текущие затраты до и после реализации проекта, рассчитаем срок окупаемости мероприятий.

В работе сравниваются два варианта:

1. ИТП с погодозависимым регулированием.
2. ИТП с ручным регулированием.

13.1 Исходные данные

Расчет выполнен по методике пособий «Экономико-управленческая часть выпускных квалификационных работ» [49] и «Экономика предприятий энергетического комплекса» [50].

Исходными данными служат результаты расчета тепловой схемы теплового пункта, полученные при выполнении основной части работы (п4,п5).

Исходные данные указаны в таблице 13.1.

Таблица 13.1 – Исходные данные

Величина	Обозначение	Значение	Единица измерения
Расчетный расход тепла на отопление	Q'_o	145,375	кВт
Расчетный расход тепла на вентиляцию	$Q'_в$	482,645	кВт
Расчетный расход тепла на ГВС	$Q_{ГВС}^3$	158,401	кВт
Суммарная расчетная тепловая нагрузка	Q'	786,421	кВт
Общий годовой расход тепла	$Q_{год}$	$4,157 \cdot 10^6$	МДж
Расчетный расход сетевой воды	G	2363,328	м ³ /ч
Установленная мощность электрооборудования	$N_э$	19	кВт
Годовой расход электроэнергии	$Q_э$	138,4	МВт·ч

13.2 Смета капитальных затрат для ИТП с погодозависимым регулированием (вариант 1)

Для определения капитальных затрат по объекту проектирования необходимо определить стоимость устанавливаемого оборудования. Стоимость оборудования рассчитана по данным электронных каталогов ООО «Уралводоприбор»; ООО «Данфосс»; ООО «ВИЛО РУС» [51,52,53].

Стоимость устанавливаемого оборудования указана в таблице 13.2.

Таблица 13.2 – Стоимость оборудования

Наименование	Цена, тыс. руб.	Кол-во	Сумма, тыс. руб.
Теплообменник ТПР12-40	97,06	1	97,06
Теплообменник ТПР0,5-40/40	80,39	1	80,39
Теплообменник ТПР1-52/52	163,76	1	163,76
Насос Wilo TOP-SD 40/10	34,09	1	34,09
Насос Wilo TOP-SD 80/20	115,01	1	115,01
Насос Wilo TOP-Z 25/6	14,07	1	14,07
Насос Wilo MHI-204	11,39	1	11,39
Насос SalmsonSubson 10	5,01	1	5,01
Мембранный бак Wester Line WRV 500 л	26,36	1	26,36
Мембранный бак Wester Line WRV 100 л	4,02	1	4,02
Подпиточный бак Aquatech ATV 500 л	7,20	1	7,20
Тепловычислитель «ВКТ-7-02»	11,38	1	11,38
Контроллер ECL 310	22,94	2	45,88
Регулирующий клапан Danfoss VM2	17,00	1	17,00
Регулирующий клапан Danfoss VB2	19,46	2	38,92
Электропривод Danfoss AMV 10	19,06	1	19,06
Электропривод Danfoss AMV 30	27,83	1	27,83
Электропривод Danfoss AMV 20	23,04	1	23,04
Регулятор перепуска Danfoss AFP-9/VFG2	47,35	1	47,35
Автоматический балансировочный клапан ASV-PV	8,83	3	26,51
Трубопроводы	401,14	-	401,14
Трубопроводная арматура	911,67	-	911,67
Изоляция трубопроводов	25,56	-	25,56
Прочее	77,63	-	77,63
Итого			2 231,40

Капитальные затраты по объекту проектирования складываются из следующих статей (по ценам ООО НПО «ЮжУралЭнергоСервис» и ООО «Уралводоприбор» [51,54]):

										Лист
										66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.230.21 ПЗ					

$K_{1\text{ пр}}$ – затраты на проектно-изыскательские работы.....130,20 тыс. руб.;
 $K_{2\text{ об}}$ – затраты на приобретение нового оборудования.....2231,40 тыс. руб.;
 $K_{3\text{ тр}}$ – затраты на транспортировку нового оборудования.....111,57 тыс. руб.;
 $K_{4\text{ дем}}$ – затраты на демонтаж старого оборудования.....66,94 тыс. руб.
 $K_{5\text{ мон}}$ – затраты на монтажные работы по установке нового оборудования.....669,42 тыс. руб.;
 $K_{6\text{ рез}}$ – резерв средств на непредвиденные расходы.....95,00 тыс.руб.;

Сумма капитальных затрат по варианту 1

$$K_1 = 130,20 + 2231,40 + 111,57 + 669,42 + 66,94 + 95,00 = 3304,53 \text{ тыс. руб.}$$

13.3 Расчет текущих затрат на теплоснабжение (вариант 1)

Годовые затраты на электроэнергию(13.1):

$$I_э = Q_э C_э, \quad (13.1)$$

где $Q_э$, кВт · ч – годовой расход электроэнергии
 $C_э$, руб/кВт · ч – цена электроэнергии [55]

$$I_э = 138,40 \cdot 1,69 = 233,86 \text{ тыс. руб./год}$$

Годовые затраты на тепловую энергию (13.2):

$$I_т = Q_{\text{год}} C_т, \quad (13.2)$$

где $Q_{\text{год}}$, Гкал – общий годовой расход тепла

$C_т$, руб/Гкал – цена тепловой энергии [56]

$$I_т = 993,677 \cdot 779,59 = 774,66 \text{ тыс. руб./год}$$

Заработная плата персонала (по данным бухгалтерии ООО «РН-Юганскнефтегаз»):

$$\Phi_{\text{зп}} = 2 \cdot 35,00 \cdot 12 = 840,00 \text{ тыс. руб./год}$$

Расчет фонда заработной платы персонала производится с учетом того, что на тепловом пункте работает два дежурных слесаря с должностным окладом 35,00 руб.

Затраты на содержание оборудования в части материалов и запчастей для ремонта составляют 2 % от стоимости оборудования:

$$I_{\text{зап}} = 0,02 \cdot 2231,40 = 44,62 \text{ тыс. руб./год}$$

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Амортизационные отчисления (13.3):

$$I_a = N_a \cdot Ob, \quad (13.3)$$

где $N_a, \%$ – норма амортизации

Ob – общая стоимость оборудования

$$I_a = 0,1 \cdot 2231,40 = 223,14 \text{ тыс. руб./год}$$

Прочие производственные расходы, составляют 10% от фонда заработной платы:

$$I_{пр} = 0,1 \cdot 840,00 = 84,00 \text{ тыс. руб./год}$$

Отчисления на социальные нужды определяются величиной единого социального налога. В 2019 году ставка ЕСН составляет 30% от фонда оплаты труда.

$$I_{ЕСН} = 0,3 \cdot 840,00 = 252,00 \text{ тыс. руб./год}$$

Калькуляция текущих затрат представлена в таблице 13.3.

Таблица 13.3 – Калькуляция текущих затрат

Наименование затрат	Сумма, тыс. руб./год
1	2
Электроэнергия	233,86
Тепловая энергия	774,66
Фонд заработной платы	840,00
Отчисления на социальные нужды	252,00
Содержание оборудования в части материалов и запчастей для ремонта	44,62
Амортизация оборудования	223,14
Прочие производственные расходы	84,00
Итого	2452,22

13.4 Расчет экономической эффективности капитальных вложений для ИТП с ручным регулированием

В качестве объекта-аналога рассмотрим схему теплового пункта без применения системы погодозависимого регулирования.

Стоимость системы погодозависимого регулирования указана в таблице 13.4.

Таблица 13.4 – Стоимость системы погодозависимого регулирования

Наименование	Цена, тыс.руб	Кол-во	Сумма, тыс.руб
1	2	3	4
Контроллер ECL 310	22,94	2	45,880
Регулирующий клапан Danfoss VM2	17,002	1	17,002
Регулирующий клапан Danfoss VB2	19,464	2	38,928
Электропривод Danfoss AMV 10	19,060	1	19,060
Электропривод Danfoss AMV 30	27,838	1	27,838
Электропривод Danfoss AMV 20	23,042	1	23,042
Прочее	7,543	-	7,546
Итого			179,29

Таким образом, стоимость оборудования составит:

$$Об = 2231,40 - 179,29 = 2052,11 \text{ тыс.руб}$$

Капитальные затраты по объекту проектирования варианта 2 складываются из следующих статей [51,54]:

$K_{1 \text{ пр}}$ – затраты на проектно-изыскательские работы.....120,95 тыс. руб.;
 $K_{2 \text{ об}}$ – затраты на приобретение нового оборудования.....2052,11 тыс. руб.;
 $K_{3 \text{ тр}}$ – затраты на транспортировку нового оборудования.....102,55 тыс. руб.;
 $K_{4 \text{ дем}}$ – затраты на демонтаж старого оборудования.....61,53 тыс. руб.;
 $K_{5 \text{ мон}}$ – затраты на монтажные работы по установке нового оборудования.....615,33 тыс. руб.;
 $K_{6 \text{ рез}}$ – резерв средств на непредвиденные расходы.....95,00 тыс.руб.;
 Сумма капитальных затрат по варианту 2:

$$K_2 = 120,95 + 2052,11 + 102,55 + 61,53 + 615,33 + 95,00 = 3046,47 \text{ тыс.руб.}$$

Амортизационные отчисления составят:

$$И_{a_2} = 0,1 \cdot 2051,21 = 205,21 \text{ тыс.руб./год}$$

Согласно статистическим и эксплуатационным данным [10] применение погодазависимого регулирования подаваемого теплоносителя приводит к экономии тепловой энергии по сравнению с ручным регулированием с незначительным вмешательством на 10 %.

Тогда годовые затраты на тепловую энергию составят (13.4):

$$I_{T2} = I_T / (1 - 0,1) , \quad (13.4)$$

$$I_T = \frac{774\,661}{1 - 0,1} = 860,00 \text{ тыс. руб./год}$$

Калькуляция текущих затрат объекта-аналога указана в таблице 13.5.

Таблица 13.5 – Калькуляция текущих затрат объекта-аналога (вариант №2)

Наименование затрат	Сумма, тыс.руб./год
Электроэнергия	233,86
Тепловая энергия	860,00
Фонд заработной платы	840,00
Отчисления на социальные нужды	252,00
Содержание оборудования в части материалов и запчастей для ремонта	44,62
Амортизация оборудования	205,21
Прочие производственные расходы	84,00
Итого	2519,69

Экономия текущих затрат составляет:

$$\Delta I = I_2 - I_1 = 2519,69 - 2452,22 = 67,47 \text{ тыс. руб./год}$$

где I_2 - текущие затраты объекта аналога (вариант №2)

I_1 - текущие затраты (вариант №1)

Дополнительные капитальные затраты:

$$\Delta K = K_1 - K_2 = 3719,53 - 3441,47 = 258,06 \text{ тыс. руб.}$$

Общий годовой экономический эффект от применения погодазависимого регулирования: (13.5)

$$\mathcal{E}_T = \Delta I + E_H \Delta K, (13.5)$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, принимается с учетом среднегодовой инфляции и риска проекта

$$\dot{E}_r = 67,47 + 0,15 \cdot (-258,06) = 28,76 \text{ тыс. руб./год}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных затрат (13.6):

$K_{\text{ликв}}$ – продажа старого оборудования по ликвидационной стоимости, (цена лома), равная: $X = 50,40$ тыс.руб.(по данным бухгалтерии ООО «РН-Юганскнктегаз»):

$$T = \frac{K - K_{\text{ликв}}}{\Delta И} = \frac{258,06 - 50,40}{67,47} = 3,07$$

Таким образом, применение погодозависимого регулирования является экономически эффективным, так как срок окупаемости ниже нормативного, который для объектов энергетики составляет 5-7 лет.

13.5 Качественный анализ вариантов проектных решений

SWOT– анализ является одной из методик анализа сильных (S) и слабых сторон (W) вариантов реконструкции на предприятия, его внешних благоприятных возможностей (O) и угроз (T). Он дает возможность анализировать варианты технических или других управленческих решений.

SWOT-анализ варианта «Тепловой пункт с погодозависимым регулированием» показан в таблице 13.6.

Таблица 13.6 – SWOT– анализ варианта «Тепловой пункт с погодозависимым регулированием»

S: сильные стороны	W: слабые стороны
1) Мобильность и быстрое изменение нагрузки при изменении температур наружного воздуха 2) Снижение оплаты за тепловую энергию 3) Снижение влияния человеческого фактора, низкая аварийность 4) Быстрая окупаемость проекта	1) Требуется дополнительные капитальные затраты 2) Сложность оборудования и его обслуживания
O: внешние благоприятные факторы	T: внешние угрозы предприятию
1) Налаженные связи с поставщиками	1) Увеличение цен на запасные части 2) Задержка с поставкой оборудования.

SWOT- анализ варианта «Тепловой пункт с погодозависимым регулированием» показан в таблице 13.7.

Таблица 13.7–SWOT-анализ варианта«Тепловой пункт с ручным регулирования параметров теплоносителя»

S: сильные стороны	W: слабые стороны
1) Простота обслуживания 2) Снижение требований к качеству теплоносителя	1) Необходимость ручного регулирования 2) Повышение расхода тепловой энергии 3) Перетопзданияв межсезонный период, нарушение микроклимата
O: внешние благоприятные факторы	T: внешние угрозы предприятию
1) Возможность появления новых технология	1) Отсутствие субсидий от государства на ремонтные работы

В ходе проведения качественного анализа сравниваемых вариантов, выяснилось, что тепловой пункт с погодзависимым регулированием имеет мало слабых сторон, при этом позволяет экономить значительное количество тепловой энергии, а главное обеспечить требуемые параметры микроклимата, независимо от погодных условий и других внешних факторов, что является важным для рассмотренного объекта социальной сферы.

Рассмотрев SWOT – анализ, можно сделать заключение, что этот проект является более целесообразным по наличию благоприятных возможностей, сильных и слабых сторон предприятия, определяющих пути его развития.

13.6 Планирование целей предприятия и проекта

Планирование целей предприятия и проекта выполняется для предложенных технических решений по техническому совершенствованию котельной с целью повышения ее эффективности по критериям экономической эффективности

На рисунке 13.1 приведена пирамида целеполагания котельной АБК «УКС» в г. Нефтеюганске.

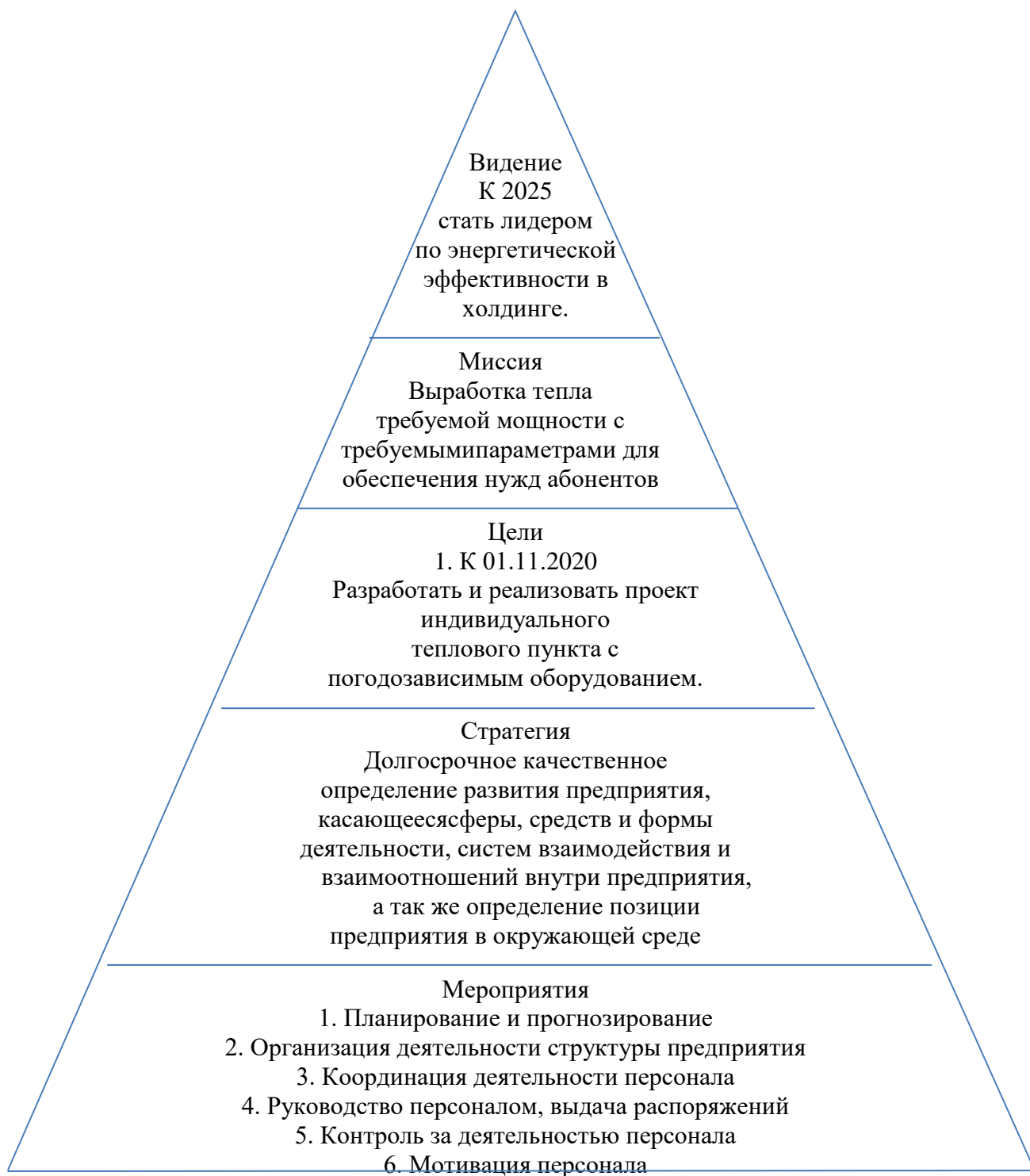


Рисунок 13.1 – Пирамида целеполагания ИТП АБК «УКС» г.Нефтеюганска

13.7 Планирование целей проекта в дереве целей

Дерево целей представляет собой структурную модель, показывающую подчиненность и связь целей подразделений в иерархии управления. На рисунке 13.2 представлено дерево целей проекта повышения эффективности котельной АБК "УКС" в г.Нефтеюганске за счет автоматизации технологического процесса выработки тепла.

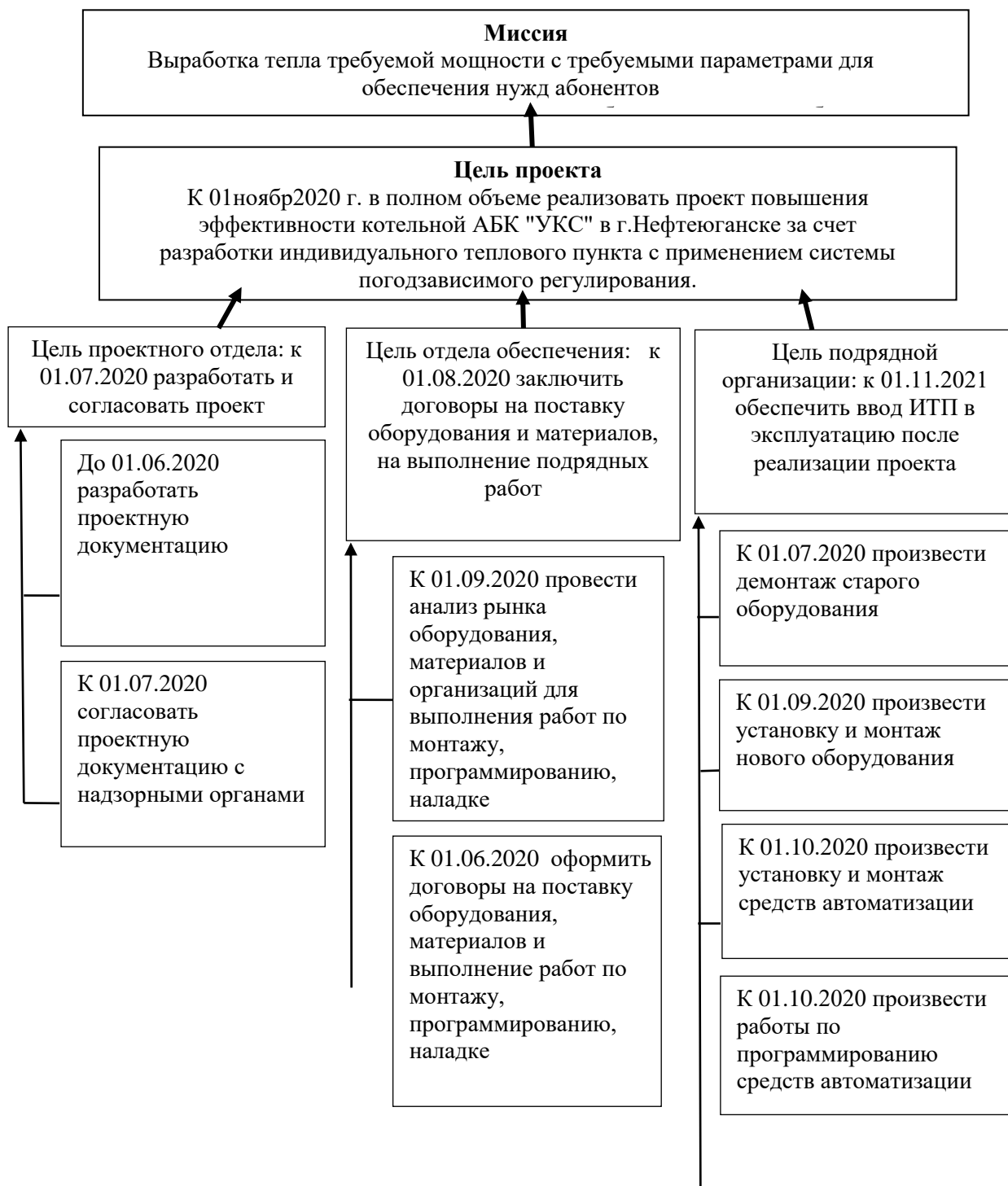


Рисунок 13.2 – Дерево целей проекта

Построение дерева целей начинается с главной цели (миссии) проекта. Каждую цель более высокого уровня можно представить как самостоятельную систему, включающую в себя цели более низкого уровня (подцели) как ее элементы. Признаком завершения построения дерева целей является формулировка таких целей, которые дальше не расчлняются и дают конечные результаты, определенные главной целью [33].

13.8 Модель поля сил эффективности реализации проекта

Поле сил характеризует организационную надежность состояния предприятия, устойчивость и направленность его развития. Наличие потенциала изменений, преобладание тех или иных сил определяет формулировки проблемы и целей. Приступая, к реализации проекта, оценим влияние различных факторов на достижение цели. К. Левин предположил существование двух групп сил-факторов противоположного типа, сохраняющих стабильность предприятия. Интегрированная схема и модель анализа устойчивости системы управления может быть построена на основе объединения способа оценки влияния внешних и внутренних факторов, схемы поля сил Левина и метода SWOT-анализа, на которой толщина стрелок означает мощность сил. Толщина стрелки показывает её относительную мощность при реализации темы проекта.

Для наглядности используют модель поля сил, где отображают влияние движущих сил для реализации цели и сдерживающих сил. Препятствующих этой реализации. Данное поле характеризует организационную надежность состояния предприятия, устойчивость и направленность его развития.

Перед реализацией проекта, оценим влияние различных факторов на достижение цели разработки индивидуального теплового пункта.

Основной движущей силой является наличие свободных денежных средств, так как на реализацию проекта необходимы большие финансовые затраты, которыми «РН-Юганскнефтегаз» располагает в полной мере. Без наличия денежных средств невозможна реализация проекта. Средней по мощности силой является своевременные поставки оборудования и сроки выполнения работ, так как несвоевременная поставка оборудования и сроки могут привести к уменьшению экономической эффективности проекта. Наименее сильной движущей силой является наличие квалифицированного персонала с многолетним опытом работы, так как для строительства ИТП и ввода его в эксплуатацию, необходимо наличие квалифицированного и опытного персонала

Наконец, компетентность руководства, так как для реализации проекта, должна быть проведена большая работа по рассмотрению вариантов строительства ИТП, произведению расчетов, созданию чертежей, схем, закупке оборудования.

Основной сдерживающей силой для достижения цели проекта является в первую очередь рост цен на покупку и доставку оборудования, так как устанавливаемое оборудование в основном является импортным, существует риск повышения курса валюты, оборудование может подорожать, это приведет к уменьшению экономической эффективности проекта. Существует еще один фактор сдерживающей силы – это отставание от графиков работ. И еще проблемы со сроками согласования документов предприятия с гос. структурами. По данному полю сил можно сделать вывод о том, что движущие силы преобладают над сдерживающими. Это значит, что проект может быть успешно реализован и по окончании работ будет разработан тепловой пункт с применением системы погодозависимого регулирования.

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

Соотношение влияния движущих и сдерживающих сил показан на рисунке 13.3.

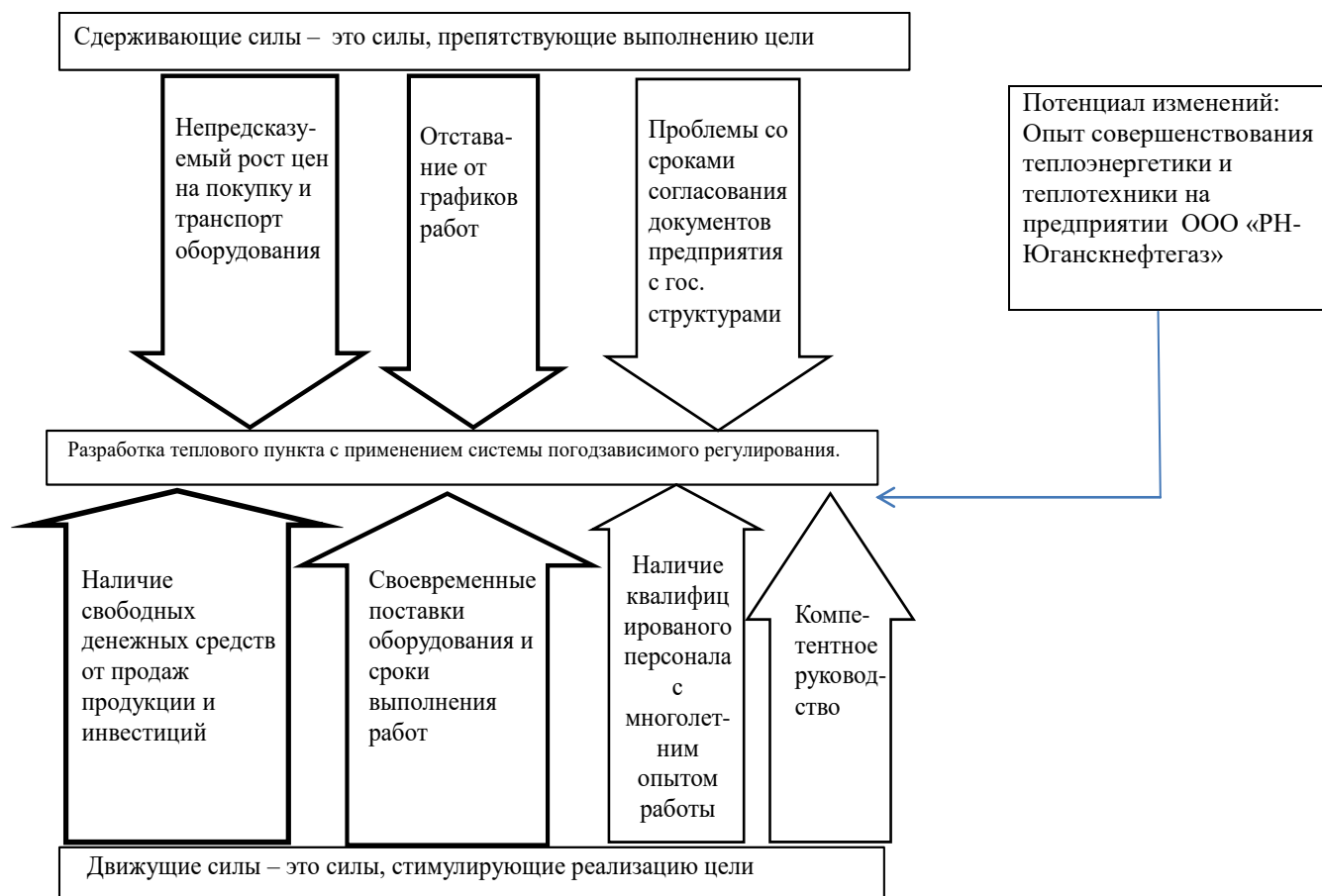


Рисунок 13.3 – Поле сил К. Левина

Вывод: по данному полю сил можно сделать вывод о том, что движущие силы преобладают над сдерживающими. Это значит, что проект может быть успешно реализован и по окончании работ будет разработан тепловой пункт с применением системы погодозависимого регулирования.

13.9 Планирование мероприятий по реализации работы. График Ганта

Небольшой комплекс работ может быть показан в виде ленточного графика по этапам работ при выполнении целей проекта. Такой график – график Ганта – позволяет визуальную оценку последовательности задач, их протяженности и протяженности проекта в целом, сопоставить реальный и планируемый ход реализации проекта [18].

График Ганта отображен в таблице 13.8

										Лист
										76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.230.21 ПЗ					

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вопрос совершенствования схемы теплоснабжения административного здания «Управление капитального строительства» ООО «РН-Юганскнефтегаз» актуален и продиктован изменением тепловых нагрузок и гидравлического режима потребителя. В виду этих обстоятельств возникла необходимость разработки теплового пункта для подключения новых систем теплоснабжения здания.

Для решения данного вопроса были проведены следующие расчеты и предложены указанные мероприятия.

1. Рассчитаны сезонные и круглогодичные тепловые нагрузки, построен график продолжительности суммарной тепловой нагрузки. Годовое потребление тепла составляет 4338,171 Мдж.

2. Произведен расчет температур сетевой воды, по его результату построен температурных график. Определены расходы сетевой воды на нужды отопления, вентиляции и ГВС, общий расход при расчетной температуре – 2,346 кг/с, построен график расходов.

3. Разработана тепловая схема, произведен расчет основного оборудования. Определены расходы теплоносителя, необходимые напоры. По этим параметрам подобраны циркуляционные насосы WILLO, производительностью и по 5,51 м³/ч ; 15,6 м³/ч; 8,25 м³/ч и подпиточный насос с подачей 1,05 м³/ч. В ходе расчета подобраны расширительные баки, объемом 500 и 100 литров. Выполнен тепловой и гидравлический расчет теплообменников. Тепловая нагрузка теплообменников составляет 158,2 кВт, 145,5 кВт и 482,4 кВт.

4. С учетом выбранного оборудования составлены принципиальная схема ИТП и схема трубопроводов. Произведен гидравлический расчет, по результатам которого построен пьезометрический график.

5. Составлена функциональная схема КИПиА. Осуществлен подбор приборов регулирования.

Кроме того рассмотрены основные направлений энергосбережения, вопросы безопасности жизнедеятельности и экологии, доказана безопасность проекта и соответствие его всем предъявляемым требованиям. Дана оценка экономической эффективности в сравнении с показателями объекта-аналога. Определены сильные и слабые стороны проекта, оценены движущие и сдерживающие силы, построен график Ганта для проведения работ по реализации проекта.

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений составляет 3 года 1 месяц.

Таким образом считаю, что цель выпускной квалификационной работы достигнута, поставленные задачи – решены.

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Богословский, В. Н. Отопление :Учеб.для вузов/ В. Н. Богословский, А. И. Сканави. – М.: Стройиздат , 2005. – 736 с.
- 2 СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. – М.: ГУП ЦПП, 1997. – 79
- 3 Ширакс, З. Э. / Теплоснабжение: Авториз. перев.с латыш. О. И. Шапиро/ З. Э. Ширакс. – М.: Энергия , 2006. – 255 с.
- 4 Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов / Е. Я. Соколов. – М.: Издательство МЭИ, 2006. – 472 с.
- 5 Сканави, А.Н. Отопление: Учеб.для вузов / А.Н. Сканави, Л.М. Махов – М.: Издательство АСВ, 2008. – 575 с.
- 6 Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации.
- 7 Федеральный закон Российской Федерации от 27 июля 2010 г. N 190-ФЗ.О теплоснабжении
- 8 Распоряжение Правительства РФ от 31.11.2009 №1715-Р. ОбЭнергетической стратегии России на период до 2030 года.
- 9 Постановление Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. N 1034. О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя.
- 10 Оборудование Danfoss.– <http://www.danfoss.com/Russia/Products/Categories/>
- 11 Информационный проспект "Циркуляционные насосы для систем отопления и ГВС. – <http://www.wilo.ru/glavnaja-stranica/library/>
- 12 Технологические преимущества мембранных баков Wester. – <http://www.wester-heating.ru/advantages/>
- 13 Вычислитель количества теплоты ВКТ-7. – <http://www.teplocom-sale.ru/upload/iblock/c30/VKT-7.pdf>
- 14 СНиП 23-01-99. Строительная климатология / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2005. – 109 с.
- 15 Постановление Правительства Российской Федерации от 23 мая 2006г. № 307. О порядке предоставления коммунальных услуг гражданам.
- 16 Хрусталеv, Б. М / Теплоснабжение и вентиляция : Курсовое и дипломное проектирование: учеб.пособие для вузов / Б. М. Хрусталеv– М.: Ассоциация строительных вузов , 2008. – 784 с.
- 17 EnEV 2002 - ФРГ. Постановление об энергосберегающей тепловой защите и энергосберегающих отопительных установках зданий от 16.11.2001. – <http://www.enev.de/>
- 18 Пырков, В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. / В.В. Пырков – Киев: Такісправи, 2007. – 252 с.
- 19 Веригин, И.С. Компрессорные и насосные установки / И.С. Веригин. – М.: Изд-во Академия, 2007. – 288 с.
- 20 Стомахина, Г.И Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Справочное пособие / Г.И Стомахина – М.: Пантори, 2005. – 308с.

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

- 21 Теория теплообмена. Пластинчатые теплообменники. – <http://local.alfalaval.com/ru-ru/key-industries/hvac/comfort-literature/Documents/>
- 22 Виноградов С.Н Выбор и расчет теплообменников: Учебное пособие. / С.Н Виноградов, К.В Таранцев, О.С. Виноградов – Пенза: Изд-во ПГУ, 2011. – 100 с.
- 23 А. С. Юрьев Справочник по расчетам гидравлических и вентиляционных систем / А. С. Юрьев – СПб.: Мир и Семья: Профессионал, 2006. – 1154 с.
- 24 Идельчик, И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И. Е Идельчик, под ред. М. О. Штейнберга – М.: Машинострой, 2013. – 672 с.
- 25 СНиП 41-02-2003. Тепловые сети / Госстрой России. – М. Норматив-Информ, 2005. – 82 с.
- 26 Иванова, Г.М. Теплотехнические измерения и приборы. / Г.М.Иванова, Н.Д. Кузнецов, В.С. Чистяков – М.: Изд-во МЭИ, 2007. – 460 с.
- 27 Плетнев Г.П., Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учебник для студентов вузов / Г.П. Плетнев. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 352 с.
- 28 Лисиенко, В. Г. Хрестоматия энергосбережения Кн. 1 Справочник: В 2 кн./ В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев. - М. Теплотехник, 2005. – 688 с.
- 29 Юртаев, М.А. Энергосбережение за счет автоматизации центральных тепловых пунктов / М.А.Юртаев, Т.Б.Жиргалова, А.Ф.Минникаев// Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т.1, №1. – с.304-307
- 30 Потапенко, А.Н. Возможности повышения эффективности процесса отопления зданий в автоматизированных ИТП / А.Н. Потапенко, Е.А. Потапенко // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2005. №5-6. – с.79-88
- 31 Белкин, А.П. Повышение энергоэффективности эксплуатации сетевых насосов тепловых пунктов / А.П. Белкин // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т.1, №1. – с.61-63
- 32 ГОСТ 12.0.003-80 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Издательство стандартов, 1980. – 88с.
- 33 ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – М.: Издательство стандартов, 2001. – 9с.
- 34 ПБ 03-576-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. – 141 с.
- 35 ГОСТ 12.2.085-2002 ССБТ. Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные. Требования безопасности. – Минск Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. – 11 с.
- 36 ГОСТ 12.4.026-2001 ССБТ.Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. – М.: Издательство стандартов, 2001. – 72 с.

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

37 СНиП 2.04.14-88.Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 32 с.

38 ПОТ Р О-14000-002-98.Положение. Обеспечение безопасности производственного оборудования. – М.: «Безопасность труда и жизни», 2003. – 65с.

39 ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ.Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1990. – 10 с.

40 ГОСТ 12.2.063-81 ССБТ. Арматура промышленная трубопроводная. Общие требования безопасности. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам 1987. – 6 с.

41 ГОСТ 12.2.007.1-75 ССБТ. Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности.При работе с движущимися механизмами. – М.: Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР, 1975. – 10 с.

42 ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защит. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1987. – 6 с.

43 ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. – М.: Издательство стандартов, 2001. – 24 с.

44 ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1982. – 6 с.

45 ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1990. – 10 с.

46 ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ.Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Издательство стандартов , 2000. – 64 с.

47 СНиП 2.08.02-89. Общественные здания и сооружения. – М.: ФГУП ЦПП, 2006. – 38 с.

48 ГОСТ 27331-87. Пожарная техника. Классификация пожаров. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1988. – 4 с.

49 Алабугин, А. А.Экономико управленческая часть выпускных квалификационных работ для направления подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника»: учебное пособие / А.А. Алабугин, Р.А. Алабугина – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2018.-40 с.

50 Самсонов, В. С. Экономика предприятий энергетического комплекса: учеб.для вузов / В. С. Самсонов, М. А. Вяткин. – М. : Высшая школа , 2013. – 415 с.

51 Уралводоприбор Услуги. – <http://uwr.ru/products/>

52 DanfossПрайс-лист. – <http://www.danfoss.com/Russia/Price.htm>

53 Wilo-Online каталог. – <http://productfinder.wilo.com/ru/RU/start>

54 Строительно-монтажные работы ЮжУралЭнергоСервис. – <http://южуралэнергосервис.рф/stroitelno-montazhnye-raboty>

					13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

55 Постановление государственного комитета «Единый тарифный орган Тюменской области» № 58/7 от 19 декабря 2019 года «Об установлении цен (тарифов) на электрическую энергию для населения и приравненным к нему категориям потребителей на территории Тюменско области»

56 Челябинск Тарифы ОАО «УТСК». – <http://www.ytck.ru/info-for-consumers/tariffs/chelyabinsk/>

57 РД 34.20.501-95. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – СПб.: ДЕАН, 2000. – 350с

58 РД 34.37.506-88. Методические указания по водоподготовке и водно-химическому режиму водогрейного оборудования и тепловых сетей. – М.: Изд-во МЭИ, 1996. – 22 с.

59 МДК 4-02.2001. Типовая инструкция по технической эксплуатации тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения. – СПб.: ДЕАН, 2001. – 79 с.

60 Федеральный закон Российской Федерации от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ. Об охране окружающей среды.

61 Копылов, А.С. Водоподготовка в энергетике/ А.С. Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф. Очков. – М.: Изд-во МЭИ, 2006. – 309 с.

62 Пономарев, Н.А. Анализ воздействия систем теплоснабжения на экосистемы окружающей среды// Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Серия: социально-экономические науки. – 2008. –№4. – С.42-48

63Мадорский, Б.М. Эксплуатация центральных тепловых пунктов, систем отопления и горячего водоснабжения /Б.М.Мадорский,В.А.Шмидт– М.:Стройиздат,1971.–168 с.

										13.04.01.2020.230.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							82