

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,
Начальник отдела МНПКУ и ТЭР
Министерства тарифного регулирования и
энергетики Челябинской области
_____ Е.С.Просвирина
« ____ » _____ 2020 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
«Промышленная теплоэнергетика»,
к.т.н., доцент
_____ К.В. Осинцев
« ____ » _____ 2020 г.

**Совершенствование системы теплоснабжения Верхнеуральского городского
поселения с целью снижения тепловых потерь**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ПО ПРОГРАММЕ МАГИСТРАТУРЫ
«ОПТИМИЗАЦИЯ ТОПЛИВОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ»
ЮУрГУ–13.04.01.2020.122.07.ПЗ ВКР

Руководитель магистерской
программы доцент
_____ С.В. Пашнин
« ____ » _____ 2019 г.

Руководитель работы
доцент
_____ С.В. Пашнин
« ____ » _____ 2019 г.

Автор работы,
магистрант группы ПЗ-389
_____ Т.С. Коровина
« ____ » _____ 2019 г.

Челябинск 2020

АННОТАЦИЯ

Коровина Т.С. Совершенствование системы теплоснабжения Верхнеуральского городского поселения с целью снижения тепловых потерь. – Челябинск: ЮУрГУ, ЗФ, 2020, 116 с., 18 ил., 27 табл., билиогр. список – 72 наим., 10 прил., 5 листов чертежей ф. А1, 2 листа плаката ф. А1.

В Верхнеуральском городском поселении Челябинской области было принято решение о совершенствовании системы теплоснабжения.

Целью выпускной квалификационной работы (ВКР) является совершенствование системы теплоснабжения с целью снижения тепловых потерь посредством замены физически устаревших сетей на сети с изоляционным покрытием из пенополиуретана, а также внедрение современных систем контроля за состоянием как самой изоляции так и всей системы централизованного теплоснабжения в целом.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 12-ти глав, заключения, библиографического списка и приложений.

В работе выполнен расчёт тепловых нагрузок на отопление и вентиляцию общественных зданий, расчёт расходов теплоносителя по всему городскому поселению и на каждого потребителя в отдельности, разработан температурный график в зависимости от температуры наружного воздуха, при этом регулирование тепловой нагрузки осуществляется качественным методом. Произведён гидравлический расчёт тепловых сетей, а также произведён расчёт гидравлических параметров в условиях аварийного режима в системе теплоснабжения.

В научно-исследовательской части выпускной квалификационной работы было предложено повышение энергетической эффективности системы теплоснабжения с целью уменьшения нормативных потерь тепловой энергии, теплоносителя, электроэнергии и конечного тарифа для населения. В связи с чем были произведены расчёты нормативных потерь тепловой энергии для двух проектных решений – для изоляции тепловых сетей с ППУ покрытием, и с покрытием из минераловатных плит. Предложено проектное решение по внедрению автоматического регулятора гидравлического режима сети, а также автоматической системы для поддержания параметров в случаях аварийных порывов тепловых сетей. Для безаварийной и экономически эффективной работы тепловых сетей с ППУ изоляцией предусмотрен комплекс систем по оперативному дистанционному контролю.

Выполнен расчёт технико-экономических показателей выбора проектного решения, а также разработаны разделы «Энергосбережение», «КИП и Автоматика», «Безопасность жизнедеятельности» и «Экономика и управление».

В пояснительной записке приведены необходимые рисунки, схемы, чертежи. Графическая часть выполнена с применением программы AutoCAD – системы автоматизированного проектирования на 7 листах формата А1.

					<i>13.04.01.2020.122.07 ПЗ</i>							
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Выполнил</i>	<i>Коровина Т.С.</i>				<i>Совершенствование системы теплоснабжения Верхнеуральского городского поселения с целью снижения тепловых потерь</i>			<i>В</i>	<i>К</i>	<i>Р</i>		
<i>Руковод.</i>	<i>Пашин С.В.</i>										<i>3</i>	<i>116</i>
<i>Н.контр.</i>	<i>Пашин С.В.</i>							<i>ЮУрГУ</i>				
<i>Зав.каф.</i>	<i>Осинцев К.В.</i>							<i>Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»</i>				

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АКТУАЛЬНОСТЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ВЕРХНЕУРАЛЬСКОГО ГОРОДСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ	8
2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ	9
3 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ	11
4 РАСЧЁТ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК НА ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЮ И ГВС	
4.1 Сезонная нагрузка	14
4.1.1 Расход тепла на отопление	14
4.2 Расход теплоты на горячее водоснабжение	16
4.3 Расход теплоты на вентиляцию	17
4.4 Расчёт годового потребления тепла	19
5 РАСЧЁТ И ПОСТРОЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАФИКА	21
5.1 Расчёт расходов теплоносителя.....	24
5.2 Построение графика расходов теплоносителя на котельной	28
5.3 Проверка работоспособности тепловой сети в условиях аварийного гидравлического режима.....	29
6 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ	
6.1 Суммарные падения напора до абонентов	41
6.2 Расчёт располагаемых напоров в характерных точках тепловой сети... ..	42
6.3 Расчёт объёма сетей теплоснабжения.....	43
6.4 Гидравлический расчёт тепловой сети в условиях аварийного режима.....	44
7 КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ВЕРХНЕУРАЛЬСКОГО ГОРОДСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ	
7.1 Регулировка температурного и гидравлического режимов тепловых сетей.....	46
7.2 Система автоматического поддержания параметров в случаях аварийных порывов тепловых сетей	49
7.3 Диагностика тепловых сетей	51
7.4 Современная тепловая изоляция теплопроводов	51
7.5 Система оперативного дистанционного контроля	53
7.6 Расчёт нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя	55
7.6.1 Исходные данные для расчёта изоляции тепловых сетей тепла на отопление	55
7.7 Экономическая эффективность комплексного подхода к проблеме повышения энергетической эффективности тепловых сетей	65

					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

8 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, И РЕШЕНИЙ	
8.1 Структура	68
8.2 Схемы подключения	69
8.3 Конкуренция	70
8.4 Развитие централизованного теплоснабжения	70
8.5 Энергетическое планирование.....	71
8.6 Подключение	71
8.7 Тарифное регулирование.....	72
8.8 Собственность объектов теплоснабжения.....	73
9 ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ	
9.1 Структура	75
9.2 Атмосферный воздух	75
9.2.1 Система автоматического поддержания параметров в случаях аварийных порывов тепловых сетей.....	76
9.3 Экологический мониторинг и контроль	76
9.3.1 Экологический мониторинг почвенного покрова	77
9.3.2 Экологический мониторинг за состоянием атмосферного воздуха	77
9.3.3 Экологический мониторинг за состоянием поверхностных и подземных вод.....	78
9.4 Аварийные ситуации	78
10 АВТОМАТИЗАЦИЯ	
10.1 Общие сведения	80
10.2 Условия применимости схемы	81
10.3 Основные положения.....	81
10.4 Автоматизация и КИП.....	82
10.5 Эффекты достигаемые за счёт действия автоматики.....	83
11 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
11.1 Функциональные обязанности персонала	84
11.2 Тепловые сети.....	84
11.3 Безопасность при проведении регламентных работ	85
11.4 Рекомендации по охране окружающей среды в процессе производства строительно-монтажных работ.....	85
11.5 Противопожарные мероприятия	86
11.6 Мероприятия по охране труда.....	86
11.7 Оценка шумового воздействия в период строительства и эксплуатации	87
11.8 Охрана земель от воздействия объекта строительства	88
11.9 Мероприятия по защите от шума и физических факторов воздействия в период строительства.....	88
12 ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ	
12.1 Сметы капитальных затрат реализации проекта	90
12.2 Основные показатели деятельности регулируемого объекта	

ем из пенополиуретана, а также внедрение современных систем контроля за состоянием как самой изоляции так и всей системы теплоснабжения в целом.

					<i>13.04.01.2020.122.07 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						8
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1 АКТУАЛЬНОСТЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛО СНАБЖЕНИЯ ВЕРХНЕУРАЛЬСКОГО ГОРОДСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ

С целью осуществления Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1] и создания условий для повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и устойчивого роста энергоэффективности экономики в Челябинской области с 2009 года по настоящее время проводится областная целевая программа усовершенствования энергетической эффективности экономики и приведение к минимуму энергетических издержек в бюджетном секторе на 2010–2020 годы, утверждённая постановлением правительства Челябинской области от 22 октября 2013 года № 346–П [2]. На начало 2017 года постановлением № 742–П [3] правительством Челябинской области были одобрены изменения, которые позже были внесены в государственную программу Челябинской области «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» на 2014–2020 годы.

По результатам энергоаудита систем теплоснабжения выявлено, что фактические потери в обследованных тепловых сетях превышают нормативные показатели в 1,2–2,0 раза. В связи с чем в рамках программы из областного бюджета было выделено более 900 млн. руб. на строительство подводящих и модернизацию существующих инженерных сетей для обеспечения безубыточной работы систем теплоснабжения. В частности, для Верхнеуральского муниципального района выплаты составили порядка 9 млн рублей. С 2011 года в рамках федеральных и региональных программ на всей территории Челябинской области принимаются и реализуются проекты по замене малоэффективных и убыточных комплексов централизованного теплоснабжения.

В настоящее время для транспортировки теплоносителя от источника теплоснабжения в Верхнеуральском городском поселении Челябинской области до потребителя используются сети протяжённостью 8,17 км с физическим износом более 50 %. С каждым годом тепловые сети подвергаются всё большему износу, а следовательно, снижается качество передаваемого теплоносителя и для производства 1 Гкал тепловой энергии требуется большее количество энергетических ресурсов, таких как топливо, техническая вода и электроэнергия, а это ведёт к дополнительным затратам, что в конечном итоге отражается на стоимости (тарифе) на тепловую энергию для потребителей.

На основании вышеизложенного было принято решение о совершенствовании системы теплоснабжения Верхнеуральского городского поселения Челябинской области посредством внедрения энергоэффективного теплоэнергетического комплекса по транспортировке и передаче тепловой энергии и теплоносителя.

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В главе 4 «расчёт тепловых нагрузок» была использована следующая литература, основным источником являлся справочник по наладке и эксплуатации тепловых сетей В.И. Манюк [4], а также следующие источники:

- документы и материалы, представленные Министерством тарифного регулирования и энергетики Челябинской области (МТриЭ ЧО) [5];
- СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» [6];
- «Теплофикация и тепловые сети», Е.Я. Соколов [7].

Были использованы справочные данные в соответствии с актуализированной схемой теплоснабжения [8], а также актуализированной схемой водоснабжения и водоотведения [9] Верхнеуральского городского поселения Челябинской области о количестве потребителей тепловой энергии, проживающих в городском поселении, о конструктивных особенностях зданий, а также о теплосетевой и гарантирующей организациях поставляющие услуги для рассматриваемого объекта.

2. В главе 5 «расчёт и построение температурного графика» был использован учебник «Теплофикация и тепловые сети» Е.Я. Соколов [7], а также использовался СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» [10].

3. В главе 6 «Гидравлический расчёт тепловой сети» расчёты были произведены в соответствии со справочником проектировщика «Проектирование тепловых сетей» под редакцией А.А. Николаева [11].

4. Составление и описание схемы системы автоматизации центрального теплового пункта в главе 10 «Автоматизация» было сделано с помощью следующей литературы:

- конспекта лекций Г.А. Кривинченко – сообщения и сигналы [12];
- ГОСТ 21.208–2013 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» [13].

5. Глава 11 «Безопасность жизнедеятельности» была разработана на основании таких литературных источников как СП 112.13330.2011 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» [14], а также на основании Федерального закона «Об охране окружающей среды» [15].

6. Глава 12 «Экономика и управление» была разработана при использовании следующей литературы:

- учебного пособия «Экономико-управленческая часть дипломного проекта» А.А. Алабугин, Р.А. Алабугина [16];
- приказа Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации об утверждении укрупнённых нормативных цен строительства «НЦС 81–02–13–2017. Сборник №13. Наружные тепловые сети» (далее – НЦС) от 21.07.2017 г. № 1011/пр [17];
- Федерального закона «О теплоснабжении» от 27.07.2010 г. № 190–ФЗ [18];
- Постановления Правительства Российской Федерации о ценообразовании в сфере теплоснабжения от 22.10.2012 г. № 1075 [19];
- методических указаний [20];
- документов и материалов, представленных МТриЭ ЧО [5].

					<i>13.04.01.2020.122.07 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						<i>10</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

7. Научно-исследовательская часть выпускной квалификационной работы выполнена в соответствии с:

- учебным пособием по теплоснабжению В.М. Копко [21];
- материалами XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» [22];
- порядком определения тепловых потерь, утверждённым Минэнерго РФ [23];
- ГОСТ Р 51541–99. Энергетическая эффективность [24].

					<i>13.04.01.2020.122.07 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						<i>11</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

3 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

По данным Минстроя РФ, около трети тепловых сетей по всей стране имеют физический износ более 90 % и требуют замены. При этом бюджетные средства на их обновление не выделяются в необходимом объёме. Такая проблема сложилась в результате системного многолетнего неэффективного финансирования отрасли, а также значительных платёжных задолженностей со стороны, организаций, занимающихся непосредственно транспортировкой тепловой энергии конечному потребителю. В 96 % случаев к повреждениям теплосетей приводит внешняя коррозия металла. Чаще всего дождевые и талые воды попадают в лотки тепло-трассы именно из-за неисправности или полного отсутствия ливневых систем, что ускоряет износ трубопроводов [25].

За первые три месяца отопительного сезона 2019–2020, по данным представителей УрФО, в регионах Уральского федерального округа произошло более 2 тысяч нештатных ситуаций в сфере ЖКХ [26]. С каждым месяцем число аварий только возрастёт, поэтому для их предотвращения так необходимо заниматься разработкой и внедрением энергоэффективных и энергосберегающих мероприятий и технологий в сфере жилищно-коммунального хозяйства. Основными эффектами от внедрения мероприятий, направленных на повышение эффективного использования и объектов сферы ЖКХ являются:

- сокращение потерь тепловой, а также энергетических ресурсов, прежде всего электрической энергии, технической и сетевой воды, а также природного газа;
- снижение показателей удельного потребления электрической, тепловой энергии, воды и природного газа;
- развития конкурентной среды.

Во всех регионах страны существуют государственные программы по развитию энергетической безопасности, в соответствии с которыми предполагается постоянно проводить оценку систем энергоснабжения и энергопотребления. Целью анализа является, как выявление неэффективно используемого энергетического оборудования, так и совершенствование использования энергетических ресурсов.

На основе исследований разрабатываются мероприятия по энергосбережению, которые в свою очередь муниципальные образования отображают в рамках разработки и актуализации схем тепло- и водоснабжения. Челябинская область также не является исключением. В Челябинской области также существует подобная программа, направленная на повышение энергетической эффективности экономики и сокращения энергетических издержек в бюджетном секторе на 2010–2020 годы [2].

На основании постановления Правительства Челябинской области [3] совместно с государственной программой Челябинской области [2] в результате реализации государственной программы в 2020 году планируется:

- добиться значительного снижения удельного потребления топливно-энергетических ресурсов на 2,6 % по сравнению с 2014 годом (на 17,6 % по сравнению с 2009 годом);

					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	Лист
						12
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

– добиться значительного снижения затрат энергетических ресурсов в размере 1,93 тыс. т у.т.

Также необходимо отметить важность роли населения при реализации проектов

по повышению энергетической эффективности систем теплоснабжения. К данной сфере работы прежде всего относятся мероприятия по пропаганде энергосбережения, в том числе:

– создание демонстрационно-образовательных центров инноваций, энергосбережения и энергоэффективности;

– проведение социологических и аналитических исследований по проблеме энергосбережения;

– информирование потребителей ТЭР о возможности заключения энергосервисных договоров (контрактов) и об особенностях их заключения, об энергетической эффективности бытовых энергопотребляющих устройств и других товаров, в отношении которых в соответствии с законодательством Российской Федерации предусмотрено определение классов их энергетической эффективности либо применяется добровольная маркировка энергетической эффективности;

– внедрение информационных терминалов по энергосбережению для государственных (муниципальных) учреждений;

– разработка и распространение тематических брошюр;

– разработка, производство и размещение тематических аудио- и видеороликов.

Комплекс мероприятий, направленных на проработку вопросов связанных с возможностью доступного энергосбережения с населением должна стать одним из главных методов снижения расходов, в связи с выработкой у населения привычки к минимизации использования энергии, на что в конечном итоге и направлена информационная поддержка, методами пропаганды, обучением населения по основам энергосбережения.

В соответствии со статистическими данными Челябинской области на данный момент потребление энергоресурсов промышленностью составляет около 72,2 % от общего энергобаланса. В то же время технический потенциал экономии энергии равен 16,5 млн./т у.т. Данные статистики приведены на рисунке 3.1.

										Лист
										13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

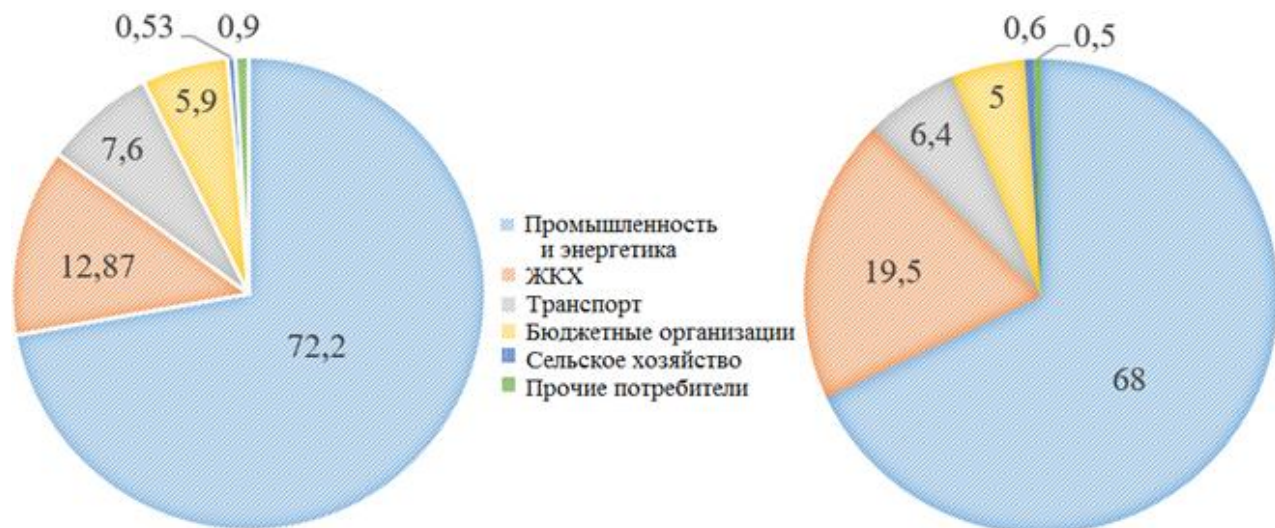


Рисунок 3.1 – Статистические данные по Челябинской области:
а) – энергобаланс; б) – потенциал [27]

В настоящее время система теплоснабжения Верхнеуральского городского поселения в целях реализации федерального закона № 261–ФЗ об энергосбережении [1] участвует в проекте повышения энергоэффективности Челябинской области. В качестве ресурсо- и энергосберегающих мероприятий при совершенствовании системы теплоснабжения для достижения необходимого качества реализации услуги по теплоснабжению необходимо выполнить следующие работы:

- составление режимных карт и руководств эксплуатации, обслуживания и управления системой теплоснабжения;
- установление приборов учёта расходов топлива, электроэнергии, воды и отпуская тепла;
- замена физически изношенных тепловых сетей на современные сети с пенополиуретановой изоляцией (далее – ППУ);
- установление системы оперативного диспетчерского контроля за состоянием тепловой изоляции сетей (далее – ОДК);
- проведение грамотной наладки тепловых сетей;
- установка автоматического регулятора гидравлического режима тепловых сетей;
- установка системы с автоматического поддержания заданных параметров теплоносителя по давлению на водогрейных котлах котельной и постоянной подачей теплоносителя в тепловую сеть в случаях аварийных порывов трубопроводов тепловой сети;
- использование современных методов диагностики состояния тепловых сетей;
- установки современного химического водоочистного оборудования для повышения качества водоподготовки;
- переход с зависимой на независимую систему присоединения потребителей к тепловым сетям.

С помощью проведения вышеперечисленных мероприятий можно добиться увеличения срока службы энергетического оборудования и повышения его надёжности, срока службы, а как следствие энергоэффективности.

Следует учитывать, что достижение более экономичного и энергоэффективного уровня эксплуатации систем теплоснабжения можно добиться только за счёт разностороннего подхода к решению технологических, конструктивных, экологических и технико-экономических проблем.

					<i>13.04.01.2020.122.07 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						<i>15</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

4 РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК НА ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЮ И ГВС

Котельная «Центральная» Верхнеуральского городского поселения обеспечивает тепловой энергией (отопление, вентиляция) систему теплоснабжения 93-х зданий: 67 жилых домов, 26 административных зданий. Исходные данные для расчёта взяты в соответствии с [6, 8]:

- расчётная температура наружного воздуха в холодный период года для проектирования отопления $t_{но} = -34$ °С;
- расчётная температура наружного воздуха в холодный период года для проектирования отопления $t_{нв} = -21$ °С;
- число жителей 6542 чел.;
- продолжительность работы системы отопления 221 сут.

4.1 Сезонная нагрузка

Сезонная нагрузка включает в себя нагрузки отопления и вентиляции.

При расчёте нагрузок учитывается температура воздуха внутри помещений, которая может быть +21 °С. По требованиям СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» [10] при температуре наружного воздуха для проектирования систем отопления $t_{но} \leq -30$ °С, температура воздуха внутри помещений принимается +21 °С, при $t_{но} > -30$ °С, температура воздуха внутри помещений +18 °С. Так как для Верхнеуральского городского поселения Челябинской области $t_{но} = -34$ °С, тогда принимаю $t_g = 21$ °С.

4.1.1 Расход тепла на отопление

Максимальный часовой расход тепла на отопление по укрупнённым показателям определяю по [4, с.141], формула (4.1):

$$Q_o^{max} = a \cdot q_0 \cdot V \cdot (t_g - t_{но}) \cdot 10^{-6}, \quad (4.1)$$

где a – поправочный коэффициент, учитывающий климатические условия района строительства здания;

q_0 – удельная тепловая характеристика здания при $t_{но} = -30$ °С, ккал/(м³·ч·°С);

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

$t_g = 21$ – средняя температура воздуха в помещениях отапливаемого здания, °С;

$t_{но} = -34$ – расчётная температура наружного воздуха в холодный период года для отопления, °С.

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

Рассчитаем сначала тепловую нагрузку отопления конкретных потребителей, а после рассчитаем общую нагрузку. Рассмотрим объект – жилой дом, расположенный по адресу: ул. Мира, д. 166. Поправочный коэффициент a определяется по [7, с. 42] формуле (4.2):

$$a = 0,54 + \frac{22}{t_g - t_{но}}, \quad (4.2)$$

$$a = 0,54 + \frac{22}{21 - (-34)} = 0,94$$

Удельная тепловая характеристика здания, [4, табл. 1.7]:

$$q_0 = 0,438 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$$

Строительный объем здания определяется по формуле (4.3):

$$V = S \cdot h, \quad (4.3)$$

где S, h – площадь и высота здания по адресу: ул. Мира, д. 166, м^2 , м.

$$V = 579,67 \cdot 9,6 = 5564,81 \text{ м}^3$$

Строительные объёмы остальных зданий рассчитываю аналогично. Расчётные данные сведены в ПРИЛОЖЕНИИ А (таблица А1).

Максимальный часовой расход тепла на отопление определяю по формуле (4.1):

$$Q_{oi}^{max} = \frac{0,94 \cdot 0,438 \cdot 5564,81 \cdot (21 + 34)}{10^6} = 0,126 \text{ Гкал}/\text{ч}$$

Максимальный часовой расход тепла на отопление остальных потребителей рассчитываю аналогично. Рассчитанные данные сведены в ПРИЛОЖЕНИИ А (таблица А1). Общая максимальная часовая тепловая нагрузка рассчитывается по формуле (4.4):

$$Q_{oi}^{max} = \sum Q_{oi}^{max} \cdot 1,163, \quad (4.4)$$

где i – порядковый номер подключённого потребителя.

					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q_o^{\max} = 5,99 \text{ Гкал/ч}$$

$$Q_o^{\max} = 5,99 \cdot 1,163 = 6,967 \text{ МВт}$$

Определим среднюю отопительную нагрузку по формуле (4.5):

$$Q_o^{cp} = Q_o^{\max} \cdot \frac{t_g - t_n^{cp.o}}{t_g - t_{HO}}, \quad (4.5)$$

где $t_n^{cp.o} = -7,5$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С, [7, прил. 1].

$$Q_o^{cp} = 6,967 \cdot \frac{21 + 7,5}{21 + 34} = 3,61 \text{ МВт}$$

Отопительная нагрузка при $t_n = 8$ °С определяется по формуле (4.6):

$$Q_o^{+8} = Q_o^{\max} \cdot \frac{(t_g - t_n)}{(t_g - t_{H.O.})}, \quad (4.6)$$

$$Q_o^{+8} = 6,967 \cdot \frac{(21 - 8)}{(21 + 34)} = 1,65 \text{ МВт}$$

При расчёте тепловых нагрузок в летний период, то есть при температуре наружного воздуха $t_n > 8$ °С, нагрузка на отопление будет равна 0,0 Гкал/ч. Рассчитанные значения Q_o сводятся в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Расчётные значения тепловых нагрузок на отопление

Наименование нагрузки	Температура наружного воздуха, °С			
	$t_{HO} = -34, \text{ °С}$	$t_n^{cp.o} = -7,5, \text{ °С}$	$t_n = 8, \text{ °С}$	$t_n > 8, \text{ °С}$
Отопительная, МВт	6,967	3,610	1,647	0,000

4.2. Расход теплоты на горячее водоснабжение

					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В Верхнеуральском городском поселении Челябинской области горячее водоснабжение (ГВС) обеспечивается за счёт работы газовых нагревательных колонок либо электрических нагревателей у потребителей. Поэтому в расчётах расход теплоты на ГВС не учитываю. Расход теплоты $Q_{гвс} = 0,0$ Гкал.

4.3 Расход теплоты на вентиляцию

Максимальный часовой расход тепла на вентиляцию в Гкал/час по укрупнённым показателям определяю по формуле (4.7):

$$Q_v = q_v \cdot V \cdot (t_v - t_{н.в.}) \cdot 10^{-6}, \quad (4.7)$$

где q_v – удельная тепловая характеристика здания для расчёта вентиляции, ккал/(м³·ч·°С);

t_v – средняя температура воздуха в помещениях вентилируемого здания, [6, табл. 1.10], °С;

$t_{н.в.}$ – расчётная температура наружного воздуха в холодный период года для вентиляции, °С.

Рассчитаем сначала тепловую нагрузку на вентиляцию конкретных потребителей, а затем рассчитаем общую нагрузку. Детский сад, ул. Мира, д. 169а. Удельная тепловая характеристика здания:

– $q_v = 0,11$ ккал/(м³·ч·°С) по [6, табл. 1.10];

– $t_v = 21$ – средняя температура воздуха в помещениях вентилируемого здания, [6, табл. 1.10], °С;

– $t_{н.в.} = -21$ – расчётная температура наружного воздуха в холодный период года для вентиляции, °С.

– строительный объём зданий – $V = 19286,0$ м³.

Максимальный часовой расход тепла на отопление определяю по формуле (4.7):

$$Q_{vi}^{max} = \frac{0,1 \cdot 19286,0 \cdot (21 + 21)}{10^6} = 0,081 \text{ Гкал/ч}$$

Максимальный часовой расход тепла на отопление при пересчёте на МВт получим:

$$Q_{vi}^{max} = 0,081 \cdot 1,163 = 0,094 \text{ МВт}$$

Остальных потребителей рассчитываю аналогично. Рассчитанные данные сведены в ПРИЛОЖЕНИИ А (таблица А1). Рассчитаем общую максимальную часовую тепловую нагрузку по формуле (4.8):

									Лист
									19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

$$Q_{ei}^{\max} = \sum Q_{ei}^{\max} \cdot 1,163, \quad (4.8)$$

$$\sum Q_{ei}^{\max} = 0,772 \text{ Гкал/ч} = 0,772 \cdot 1,163 = 0,897 \text{ МВт}$$

Определим среднюю нагрузку на вентиляцию по формуле (4.9):

$$Q_{\epsilon}^{cp} = Q_{\epsilon}^{\max} \cdot \frac{t_{\epsilon} - t_{н}^{cp.o}}{t_{\epsilon} - t_{н\epsilon}}, \quad (4.9)$$

$$Q_{\epsilon}^{cp} = 0,897 \cdot \frac{21 + 7,5}{21 + 21} = 0,609 \text{ МВт}$$

Определим нагрузку на вентиляцию при $t_{н} = 8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ по формуле (4.10):

$$Q_{\epsilon}^{+8} = Q_{\epsilon}^{\max} \cdot \frac{(t_{\epsilon} - t_{н})}{(t_{\epsilon} - t_{н.в.})} \quad (4.10)$$

$$Q_{\epsilon}^{+8} = 0,897 \cdot \frac{(21 + 8)}{(21 + 21)} = 0,278 \text{ МВт} = 0,239 \text{ Гкал/ч}$$

При летнем режиме $t_{н} > 8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ нагрузка вентиляции равна 0,0 Гкал. Рассчитанные значения Q_{ϵ} сводятся в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Расчётные значения тепловых нагрузок на вентиляцию

Наименование нагрузки	Температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$			
	$t_{нo} = -34, \text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{н}^{cp.o} = -7,5, \text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{н} = 8, \text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{н} > 8, \text{ }^{\circ}\text{C}$
Вентиляционная, МВт	0,897	0,609	0,278	0,000

По полученным данным построим графики сезонных нагрузок, рисунок 4.1

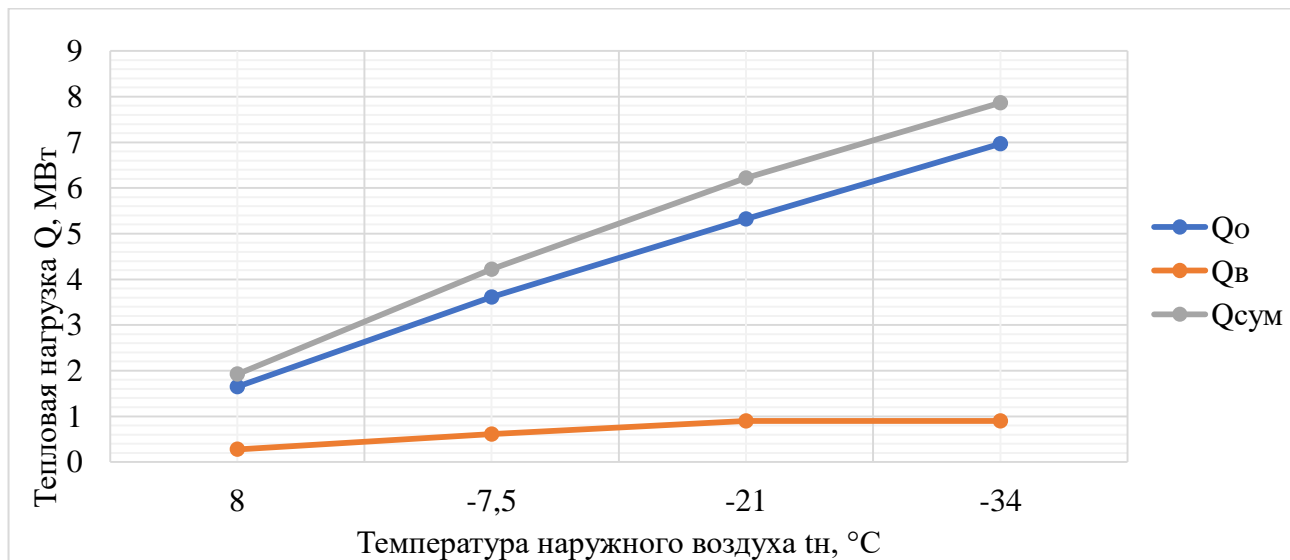


Рисунок 4.1 – График сезонных нагрузок

4.4 Расчёт годового потребления тепла

Расчётный расход теплоты на отопление – $Q'_o = 6,967$ МВт или 5,99 Гкал/ч. Расчётный расход теплоты на вентиляцию административных и общественных зданий – $Q'_в = 0,897$ МВт или 0,771 Гкал/ч. Суммарная расчётная нагрузка будет рассчитываться по формуле (4.11):

$$\sum Q' = Q'_в + Q'_o, \quad (4.11)$$

$$\sum Q' = 6,976 + 0,897 = 7,864 \text{ МВт} = 6,762 \text{ Гкал/ч}$$

Средняя за отопительный период нагрузка отопления:

$$Q_o^{cp} = 3,61 \text{ МВт} = 3,104 \text{ Гкал/ч}$$

Годовой расход теплоты на отопление определяется по формуле (4.12):

$$Q_o^{год} = Q_o^{cp} \cdot n_o, \quad (4.12)$$

Рассчитаем сначала годовую тепловую нагрузку отопления конкретных потребителей, а после рассчитаем общую годовую нагрузку. Рассчитаем тепловую нагрузку на отопление по объекту – жилой дом, расположенного по адресу: ул. Мира, д. 166. Годовой расход тепла на отопление определяем по формуле (4.5):

$$Q_{oi}^{zod} = 0,126 \cdot \frac{(21+7,5)}{(21+34)} \cdot 5304 = 345,98 \text{ Гкал/год}$$

Остальных потребителей рассчитываю аналогично. Рассчитанные данные сведены ПРИЛОЖЕНИИ А (таблица А1). Рассчитаем общую годовую нагрузку на отопление по формуле (4.13):

$$Q_o^{zod} = \sum Q_{oi}^{zod} \cdot 1,163, \quad (4.13)$$

$$Q_o^{zod} = 16464,053 \cdot 1,163 = 19148,631 \text{ МВт или } 16464,053 \text{ Гкал/год}$$

Годовой расход теплоты на вентиляцию по формуле (4.14):

$$Q_g^{zod} = Q_g^{cp} \cdot n_o, \quad (4.14)$$

Рассчитаем сначала годовую тепловую нагрузку отопления конкретных потребителей, а после рассчитаем общую годовую нагрузку. Рассчитаем тепловую нагрузку на отопление по объекту – детский сад, расположенного по адресу: ул. Мира, 169а. Годовой расход тепла на вентиляцию определяется по формуле (4.9):

$$Q_{ei}^{zod} = 0,081 \cdot \frac{(21+7,5)}{(21+21)} \cdot 5304 = 222,197 \text{ Гкал/год}$$

Остальных потребителей рассчитываю аналогично. Рассчитанные данные сведены в ПРИЛОЖЕНИИ А (таблица А1). Рассчитаем общую годовую нагрузку на вентиляцию по формуле (4.15):

$$Q_g^{zod} = \sum Q_{ei}^{zod} \cdot 1,163, \quad (4.15)$$

Общая годовая нагрузка на вентиляцию составит:

$$Q_o^{zod} = 2120,875 \cdot 1,163 = 2465,897 \text{ МВт или } 2120,875 \text{ Гкал/год}$$

Годовой расход тепловой энергии составит:

$$\sum Q^{zod} = 19148,631 + 2465,897 = 21614,528 \text{ МВт или } 18584,928 \text{ Гкал/год}$$

					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Полученная тепловая энергия в горячей воде используется на собственные нужды котельной, для теплоснабжения присоединённых потребителей.

Установленная тепловая мощность котельной – 12,0 Гкал/час, присоединённая тепловая нагрузка потребителей к системе теплоснабжения исходя из вышеприведённых расчётов составит – 6,762 Гкал/час, из которой на жилой фонд приходится – 4,605 Гкал/час, на объекты бюджетной сферы – 2,157 Гкал/час. Процентное соотношение показано на рисунке 4.2.

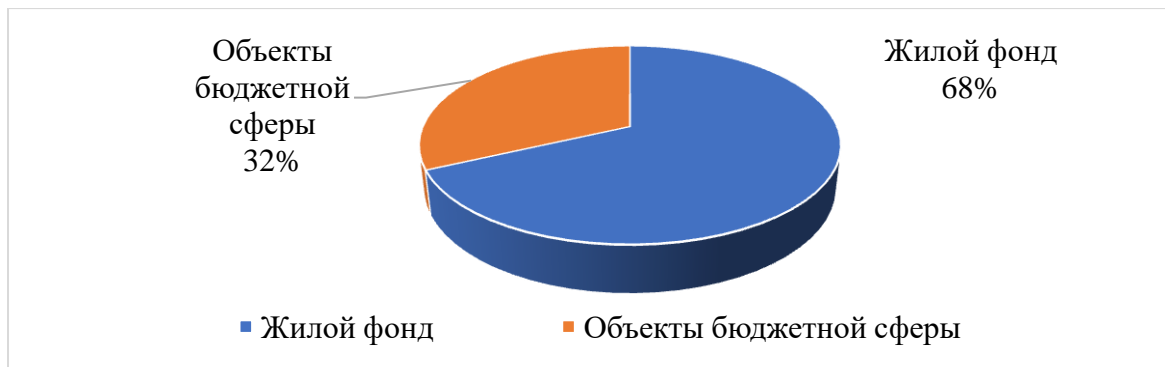


Рисунок 4.2 – Распределение присоединённой тепловой нагрузки по группам потребителей котельной Верхнеуральского городского поселения

5 РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАФИКА

Значения температур сетевой воды в зависимости от температур наружного воздуха определяются методом регулирования тепловых нагрузок и температурным графиком теплосети.

Температура воды в подающей линии теплосети $\tau'_{01} = 95 \text{ }^\circ\text{C}$.

Температура воды в обратной линии теплосети $\tau'_{02} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$.

Температура воды, поступающей в систему отопления $\tau'_{03} = 95 \text{ }^\circ\text{C}$.

Температура воздуха внутри отапливаемого помещения $t_g = +21 \text{ }^\circ\text{C}$.

Разность температур в подающей и обратной линиях в расчётном режиме определяется по формуле (5.1):

$$\delta_{\tau'_{01}} = \tau'_{01} - \tau'_{02} \quad (5.1)$$

$$\delta_{\tau'_{01}} = 95,0 - 70,0 = 25,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

Разность температур в местной системе отопления определяется по формуле (5.2):

$$\mathcal{G}'_0 = \tau'_{03} - \tau'_{02} \quad (5.2)$$

$$\mathcal{G}'_0 = 95,0 - 70,0 = 25,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

Температурный напор нагревательного прибора определяется по формуле (5.3):

$$\Delta t'_0 = \frac{\tau'_{03} + \tau'_{02}}{2} - t_g \quad (5.3)$$

$$\Delta t'_0 = \frac{95,0 + 70,0}{2,0} - 21,0 = 61,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Относительная величина тепловой нагрузки определяется по формуле (5.4):

$$\bar{Q} = \frac{Q_0}{Q'_0} = \frac{t_g - t_i}{t_g - t_{н.о.}}, \quad (5.4)$$

где Q_0 – текущее значение тепловой нагрузки, МВт;

					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Q_0' – расчётное значение тепловой нагрузки, МВт.

Величина тепловой нагрузки при температуре наружного воздуха $t_n = +8$ °С определяется по формуле (5.4):

$$\bar{Q} = \frac{Q_0'}{Q_0} = \frac{21,0 - 8,0}{21,0 + 34,0} = 0,236$$

Относительную величину тепловой нагрузки при остальных температурах наружного воздуха с шагом в 1 °С производим аналогично, результаты сводим в таблицу 5.1. Для составления температурного графика найдём температуры теплоносителя (сетевой воды) до и после отопительных установок.

Температуру теплоносителя (сетевой воды) перед отопительной установкой определяется по формуле (5.5):

$$\tau_{01} = t_g + \Delta t_0' \cdot \bar{Q}^{0,8} + \bar{Q} \cdot (\delta_{\tau_0}' - 0,5 \cdot g_0') \quad (5.5)$$

Для $t_n = +8$ °С рассчитаем температуру теплоносителя в подающем трубопроводе (перед отопительной установкой) по формуле (5.6):

$$\tau_{01} = 21,0 + 61,5 \cdot 0,236^{0,8} + 0,236 \cdot (25,0 - 0,5 \cdot 25,0) = 43,32 \text{ °С}$$

Расчёт температуры теплоносителя (сетевой воды) перед отопительной установкой при остальных температурах наружного воздуха с шагом в 1 °С производим аналогично. Результаты расчёта сведены в таблицу 5.1. Температура теплоносителя (сетевой воды) после отопительной установки определяется по формуле (5.6):

$$\tau_{02} = t_g + \Delta t_0' \cdot \bar{Q}^{0,8} - 0,5 \cdot g_0' \cdot \bar{Q} \quad (5.6)$$

Для $t_n = +8$ °С рассчитаем температуру теплоносителя после отопительной установки (в обратном трубопроводе) по формуле (5.6):

$$\tau_{02} = 21,0 + 61,5 \cdot 0,236^{0,8} - 0,5 \cdot 25,0 \cdot 0,236 = 37,42 \text{ °С}$$

					<i>13.04.01.2020.122.07 ПЗ</i>	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчёт температуры теплоносителя (сетевой воды) после отопительной установки при остальных температурах наружного воздуха с шагом в 1 °С производим аналогично, результаты сводим в таблицу 5.1

Таблица 5.1 – Расчёт температурного графика отопительной котельной Верхнеуральского городского поселения, 95/70 °С.

Температура наружного воздуха t_n , °С	Относительная величина тепловой нагрузки, \bar{Q}_o	Температура теплоносителя до отопительных установок (в подающем трубопроводе) τ_{01} , °С	Температура теплоносителя после отопительных установок (в обратном трубопроводе) τ_{02} , °С
1	2	3	4
8	0,236	43,32	37,42
7	0,255	44,80	38,42
6	0,273	46,18	39,35
5	0,291	47,55	40,27
4	0,309	48,90	41,17
3	0,327	50,24	42,06
2	0,345	51,56	42,94
1	0,364	52,95	43,85
0	0,382	54,25	44,70
-1	0,400	55,55	45,55
-2	0,418	56,83	46,38
-3	0,436	58,11	47,21
-4	0,455	59,44	48,07
-5	0,473	60,70	48,88
-6	0,491	61,95	49,68
-7	0,509	63,19	50,47
-8	0,527	64,43	51,25
-9	0,545	65,66	52,03
-10	0,564	66,95	52,85
-11	0,582	68,16	53,61
-12	0,600	69,37	54,37
-13	0,618	70,57	55,12
-14	0,636	71,77	55,87
-15	0,655	73,03	56,65
-16	0,673	74,21	57,39
-17	0,691	75,39	58,12
-18	0,709	76,57	58,85
-19	0,727	77,74	59,57
-20	0,745	78,91	60,28
-21	0,764	80,13	61,03
-22	0,782	81,29	61,74
-23	0,800	82,45	62,45
-24	0,818	83,59	63,14
-25	0,836	84,74	63,84

-26	0,855	85,94	64,57
-27	0,873	87,08	65,26
-28	0,891	88,21	65,94
-29	0,909	89,34	66,62

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4
-30	0,927	90,47	67,29
-31	0,945	91,59	67,97
-32	0,964	92,77	68,67
-33	0,982	93,89	69,34
-34	1,000	95,00	70,00

По полученным данным построим температурный график сетевой воды от отопительной котельной Верхнеуральского городского поселения – рисунок 5.1.

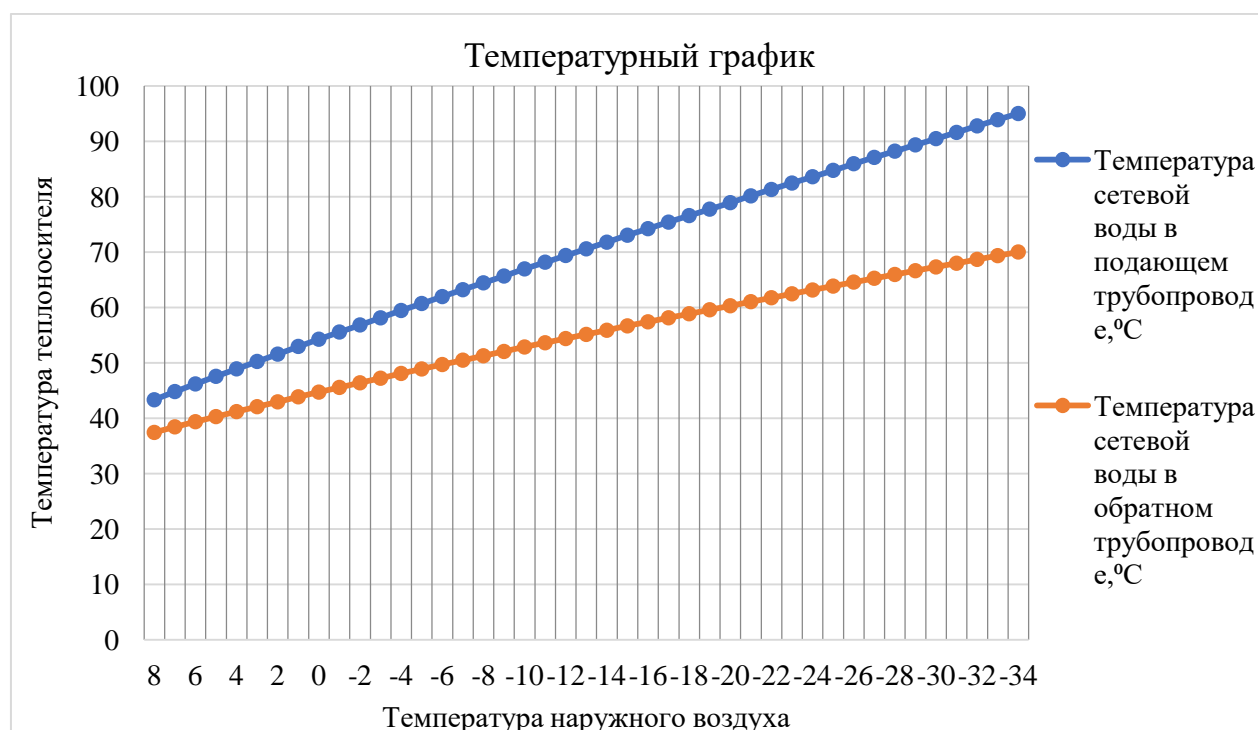


Рисунок 5.1 – Температурный график зависимости температуры теплоносителя (сетевой воды) от температуры наружного воздуха

5.1 Расчёт расходов теплоносителя

Расходы теплоносителя на каждого потребителя зависят от вида потребляемой тепловой нагрузки. В Верхнеуральском городском поселении тепловая нагрузка рассчитывается для покрытия нагрузок на отопление и вентиляцию общественных зданий. Рассчитаем сначала годовую тепловую нагрузку отопления конкретных потребителей, а после рассчитаем общую годовую нагрузку. Жилой дом, ул.

Мира,
(4.5):

д. 166. Годовой расход тепла на отопление определяю по формуле

$$Q_{oi}^{год} = 0,126 \cdot \frac{(21 + 7,5)}{(21 + 34)} \cdot 5304 = 345,98 \text{ Гкал/год}$$

Остальных потребителей рассчитываю аналогично. Рассчитанные данные сведены в таблице 5.2. Расход воды на отопление определяется по формуле (5.7):

$$G_0' = \frac{Q_0'}{c_p \cdot (\tau_{01}'' - \tau_{02}'')}, \quad (5.7)$$

где $c_p = 4,19$ – теплоёмкость теплоносителя (воды), кДж/(кг·К).

Расход воды на вентиляцию находим по формуле (5.8):

$$G_в' = \frac{Q_в'}{c_p \cdot (\tau_{01}'' - \tau_{02}'')}, \quad (5.8)$$

Найдём расходы воды на отопление и вентиляцию конкретных потребителей по формулам (5.7) и (5.8), а после рассчитаем общий расход. Для объекта – жилой дом, ул. Мира, д. 166 расход воды на отопление составит:

$$G_0' = \frac{0,126 \cdot 10^3}{(95,0 - 70,0)} = 5,035 \text{ т/ч}$$

Расход воды для детской сада, ул. Мира, д. 169а расход воды на отопление составит:

$$G_в' = \frac{0,081 \cdot 10^3}{(95,0 - 70,0)} = 3,234 \text{ т/ч}$$

Расчёт расходов теплоносителя (сетевой воды) для других потребителей производится аналогично. Результаты сведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 Расчётные значения расхода теплоносителя на отопление всех потребителей

Адрес потребителя	Тип потребителя	Расход теплоносителя на отопление G_0' , т/ч	Расход теплоносителя на вентиляцию $G_в'$, т/ч	Суммарный расход G' , т/ч

1	2	3	4	5
ул. Первомайская, 81	Административное здание	0,558	0,279	0,837
ул. Первомайская, 81(1)	Проходная	0,119	0,060	0,179
ул. Комсомольская, 23	Ж/Д	5,145	0,000	5,145

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5
ул. Комсомольская, 21	Ж/Д	1,916	0,000	1,916
ул. Комсомольская, 19	Ж/Д	3,453	0,000	3,453
ул. Комсомольская, 17	Ж/Д	3,536	0,000	3,536
ул. Пушкина, 2	Ж/Д	2,927	0,000	2,927
ул. Комсомольская, 25	Ж/Д	3,049	0,000	3,049
ул. Комсомольская, 20	Ж/Д	2,974	0,000	2,974
ул. Комсомольская, 10	Ж/Д	4,535	0,000	4,535
ул. Октябрьская, 187	Ж/Д +2 магазина	3,285	0,215	3,500
ул. Октябрьская, 178	ж/д +парикмахерская	1,763	0,092	1,855
ул. Октябрьская, 185	ж/д +салон красоты	4,038	0,276	4,314
ул. Пушкина, 4	ж/д	2,908	0,000	2,908
ул. Мира, 169	ж/д	2,948	0,000	2,948
ул. Мира, 168а	ж/д	4,464	0,000	4,464
ул. Мира, 168	ж/д	2,876	0,000	2,876
ул. Мира, 174	ж/д	2,850	0,000	2,850
ул. Мира, 169а	Детский сад №2	6,468	3,234	9,702
ул. Мира, 173	ж/д	3,213	0,000	3,213
ул. Мира, 167	ж/д	3,486	0,000	3,486
ул. Мира, 166	ж/д	5,035	0,000	5,035
ул. Комсомольская, 27	ж/д	3,016	0,000	3,016
ул. Комсомольская, 29	ж/д	3,027	0,000	3,027
ул. Комсомольская, 31	ж/д	3,020	0,000	3,020
ул. Октябрьская, 180	ж/д	3,083	0,000	3,083
ул. Октябрьская, 189	ж/д	4,093	0,000	4,093
ул. Октябрьская, 191	ж/д	3,086	0,000	3,086
ул. Октябрьская, 193	ж/д	3,032	0,000	3,032
ул. Октябрьская, 195	ж/д	3,032	0,000	3,032
ул. Первомайская, 79	ч/д	0,464	0,000	0,464
ул. Первомайская, 78	ч/д	0,492	0,000	0,492
ул. Первомайская, 77	ч/д	0,389	0,000	0,389
ул. Первомайская, 76	ч/д	0,329	0,000	0,329
ул. Первомайская, 75а	ч/д	0,442	0,000	0,442
ул. Комсомольская, 6	ч/д	0,821	0,000	0,821
ул. Комсомольская, 11	ч/д	0,932	0,000	0,932
ул. Комсомольская, 4	ч/д	0,872	0,000	0,872
ул. Комсомольская, 4а	ч/д	0,872	0,000	0,872
ул. Комсомольская, 2	ч/д	0,932	0,000	0,932

					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

ул. Партизанская, 2а	ч/д	0,324	0,000	0,324
ул. Партизанская, 1а	ч/д	0,272	0,000	0,272
ул. Октябрьская, 176	ч/д	0,815	0,000	0,815
ул. Октябрьская, 172	ч/д	0,416	0,000	0,416
ул. Октябрьская, 170а	ч/д	0,480	0,000	0,480
ул. Пушкина, 4а	магазин	0,307	0,154	0,461
ул. Пушкина, 4б	магазин	0,307	0,154	0,461

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5
ул. Мира, 171	ж/д	2,762	0,000	2,762
ул. Мира, 170	ж/д	3,912	0,000	3,912
ул. Мира, 164а	ж/д	4,852	0,000	4,852
ул. Мира, 164	ж/д	3,276	0,000	3,276
ул. Мира, 165	ж/д	3,182	0,000	3,182
ул. Мира, 172	ж/д	3,474	0,000	3,474
ул. Пушкина, 8	ж/д + почта, магазины, гостиница	3,523	0,307	3,830
ул. Мира, 163	ж/д + магазины, аптека	4,975	0,061	5,036
ул. Пушкина, 19	ж/д	3,394	0,000	3,394
ул. Советская, 110	районная больница	6,501	3,251	9,752
ул. Советская, 110к1	родильное отделение	4,512	2,256	6,768
ул. Советская, 110 (сооружение)	пищеблок	0,642	0,321	0,963
ул. Советская, 110 (сооружение)	гараж+прачечная	1,063	0,531	1,594
ул. Советская, 110 к2	инфекционный корпус	1,489	0,744	2,233
ул. Советская, 110а	морг	0,165	0,082	0,247
ул. Мира, 125	ж/д + административное здание	4,284	0,245	4,529
ул. Мира, 115 СОШ№1	школа	12,935	6,468	19,403
ул. Магнитогорская, 2	баня	0,569	0,285	0,854
ул. Магнитогорская, 2 (сооружение)	кпп	0,027	0,013	0,040
ул. Магнитогорская, 2/1	гараж+склад	1,082	0,541	1,623
ул. Магнитогорская, 2/2	Верхнеуральский дом интернат для престарелых и инвалидов	17,847	8,924	26,771
ул. Энергетиков, 104	д/с	1,604	0,802	2,406
ул. Братьев Кашириных, 100	ж/д	2,937	0,000	2,937
ул. Энергетиков, 1в	пожарная часть	0,215	0,108	0,323

					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

ул. Ленина, 83	ж/д + магазин	2,702	0,203	2,905
ул. Ленина, 89	ж/д	5,043	0,000	5,043
ул. Титова, 3	ж/д + магазин	2,181	0,331	2,512
ул. Ленина, 81а	ж/д	3,897	0,000	3,897
ул. Ленина, 87	ж/д	4,817	0,000	4,817
ул. Ленина, 79	ж/д	2,870	0,000	2,870
ул. Ленина, 81	ж/д	3,355	0,000	3,355

Окончание таблицы 5.2

1	2	3	4	5
ул. Ленина, 77	ж/д	1,971	0,000	1,971
ул. Ленина, 85	лечебный кабинет	0,081	0,041	0,122
ул. Титова, 6 Д/С №5	д/с	1,604	0,802	2,406
ул. Титова, 6 (сооружение)	прачечная	0,176	0,088	0,264
ул. Розы Люксембург, 107	ж/д	4,642	0,000	4,642
ул. Титова, 16	ж/д	3,016	0,000	3,016
ул. Братьев Кашириных, 92	ж/д	2,952	0,000	2,952
ул. Братьев Кашириных, 94	ж/д	4,684	0,000	4,684
Итого по объектам:		239,614	30,868	270,482

5.2 Построение графика расходов теплоносителя на котельной

Как видно из предыдущего раздела расход теплоносителя на отопление и вентиляцию по Верхнеуральскому городскому поселению составляет 270,482 т/ч. Для построения графика расходов необходимо знать следующие величины:

1. Расход теплоносителя (сетевой воды) после отопительной котельной в интервале температур $t_{нк} = +8 \text{ }^\circ\text{C}$ до $t_{но} = -34 \text{ }^\circ\text{C}$ постоянен, так как регулирование тепловой нагрузки производится качественным методом, и равен суммарному расходу теплоносителя:

$$G_{под} = 270,482 \text{ т/ч}$$

					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

2. Расход сетевой воды после отопительных установок на входе в котельную принимаем равным расходу сетевой воды в подающем трубопроводе без учёта потерь теплоносителя в тепловых сетях и местных системах отопления:

$$G_{обр} = 270,482 \text{ т/ч}$$

По полученным данным построим график расходов теплоносителя на отопительной котельной Верхнеуральского городского поселения – рисунок 5.2.

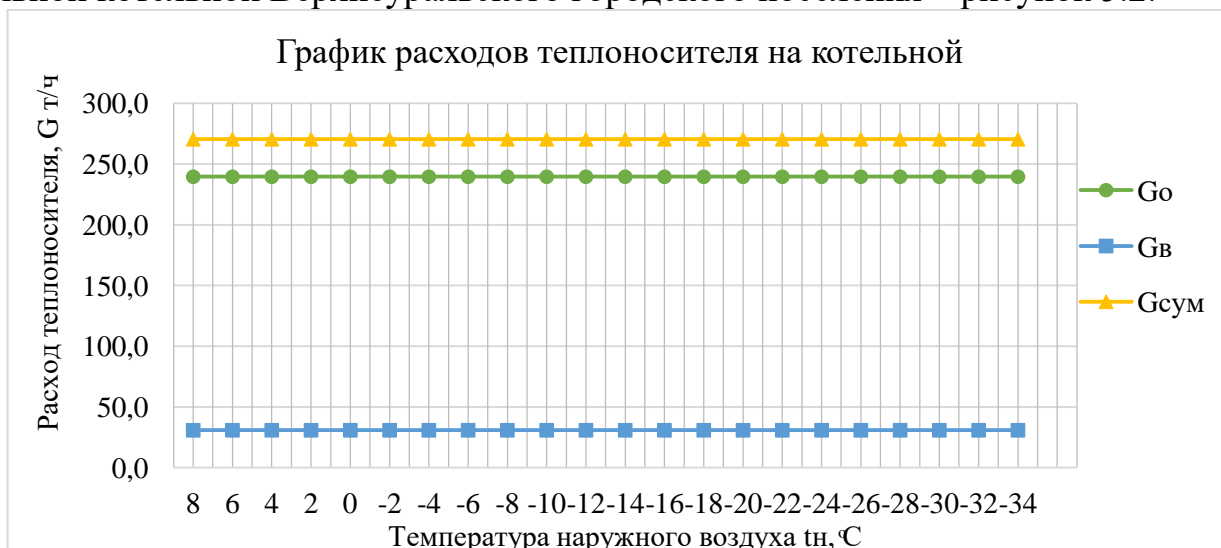


Рисунок 5.2 – График зависимости расходов сетевой воды от температуры наружного воздуха

5.3 Проверка работоспособности тепловой сети в условиях аварийного гидравлического режима

Гидравлический режим – одна из важнейших характеристик водяной сети, в частности тепловой сети. Гидравлическим режимом определяется взаимосвязь между расходом теплоносителя и давлением в различных точках системы в данный момент времени. Водяные системы теплоснабжения представляют собой сложные гидравлические системы, в которых работа отдельных звеньев находится во взаимной зависимости. Для правильного управления и регулирования необходимо знать гидравлические характеристики работающего оборудования — циркуляционных насосов и сети. Гидравлический режим системы определяется точкой пересечения гидравлических характеристик насоса и сети [10].

Для водяных тепловых сетей следует предусматривать следующие гидравлические режимы:

- расчётный – по расчётным расходам сетевой воды. Расчётный гидравлический режим характеризуется распределением теплоносителя в соответствии с расчётной тепловой нагрузкой абонентов. Давление в узловых точках сети и на абонентских вводах равно расчётному;

- летний – при максимальной нагрузке горячего водоснабжения в неотапительный период;
- аварийный [10].

Для системы теплоснабжения Верхнеуральского городского поселения предусмотрены только расчётный и аварийный гидравлические режимы так как нагрузка котельной на нужды ГВС отсутствует. Расчётным методом проверим возможность работы тепловой сети в условиях аварийного гидравлического режима тепловой сети. Подробнее рассмотрим, что собой представляет аварийный гидравлический режим тепловой сети.

Под аварийным режимом тепловой сети понимается – ограничение и прекращение подачи тепловой энергии потребителям. Аварийный режим может вводиться в следующих случаях:

- неисполнение или ненадлежащее исполнение потребителем обязательств по оплате тепловой энергии (мощности) и (или) теплоносителя, в том числе обязательств по их предварительной оплате, если такое условие предусмотрено договором, а также нарушение условий договора о количестве, качестве и значениях термодинамических параметров возвращаемого теплоносителя и (или) нарушения режима потребления тепловой энергии, существенно влияющих на теплоснабжение других потребителей в данной системе теплоснабжения, а также в случае несоблюдения установленных техническими регламентами обязательных требований безопасной эксплуатации теплотребляющих установок;
- прекращение обязательств сторон по договору теплоснабжения;
- выявление фактов бездоговорного потребления тепловой энергии (мощности) и (или) теплоносителя;
- возникновение (угроза возникновения) аварийных ситуаций в системе теплоснабжения;
- наличие обращения потребителя о введении ограничения;
- иные случаи, предусмотренные нормативными правовыми актами Российской Федерации или договором теплоснабжения [28].

В дипломной работе будет рассмотрен случай перехода системы в аварийный режим из-за возникновения (угрозы возникновения) аварийных ситуаций в системе теплоснабжения.

В случае возникновения аварийных ситуаций в системе теплоснабжения для недопущения длительного и глубокого нарушения температурных и гидравлических режимов систем теплоснабжения, санитарно-гигиенических требований к качеству теплоносителя допускается полное и (или) частичное ограничение режима потребления (далее – аварийное ограничение), в том числе без согласования с потребителем при необходимости принятия неотложных мер. В таком случае аварийное ограничение вводится при условии невозможности предотвращения аварийной ситуации за счёт использования резервов тепловой мощности путём частичного понижения тепловой нагрузки объектов (за исключением социально значимым категориям потребителей).

					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

К социально значимым категориям потребителей (объектам потребителей) относятся:

- органы государственной власти;
- медицинские учреждения;
- учебные заведения начального и среднего образования;
- учреждения социального обеспечения;
- метрополитен;
- воинские части Министерства обороны Российской Федерации, Министерства внутренних дел Российской Федерации, Федеральной службы безопасности, Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Федеральной службы охраны Российской Федерации;
- исправительно-трудовые учреждения, следственные изоляторы, тюрьмы;
- федеральные ядерные центры и объекты, работающие с ядерным топливом и материалами;
- объекты по производству взрывчатых веществ и боеприпасов, выполняющие государственный оборонный заказ, с непрерывным технологическим процессом, требующим поставок тепловой энергии;
- животноводческие и птицеводческие хозяйства, теплицы;
- объекты вентиляции, водоотлива и основные подъёмные устройства угольных и горнорудных организаций;
- объекты систем диспетчерского управления железнодорожного, водного и воздушного транспорта.

Территориально к зоне теплоснабжения котельной Верхнеуральского городского поселения, расположенной по адресу: ул. Первомайская, 83 относятся следующие социально-значимые объекты:

- ул. Титова, д. 6 и ул. Мира, д. 169а – детские садики;
- ул. Советская, д. 110 – районная больница;
- ул. Советская, д. 110, к. 1 – родильное отделение;
- ул. Советская, д. 110, к. 2 – инфекционный корпус;
- ул. Мира, д. 115 «СОШ №1» – общеобразовательные учреждения;
- ул. Магнитогорская, д. 2/2 – дом интернат для престарелых и инвалидов;
- ул. Энергетиков, д. 1в – действующая пожарная часть;
- ул. Ленина, д. 85 – отделение поликлиники.

Аварийные ограничения осуществляются в соответствии с графиками аварийного ограничения. Необходимость введения аварийных ограничений может возникнуть в следующих случаях:

- понижение температуры наружного воздуха ниже расчётных значений более чем на 10 градусов на срок более 3 суток;
- возникновение недостатка топлива на источниках тепловой энергии;
- возникновение недостатка тепловой мощности вследствие аварийной остановки или выхода из строя основного теплогенерирующего оборудования источников тепловой энергии (паровых и водогрейных котлов, водоподогревателей и

					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

другого оборудования), требующего восстановления более 6 часов в отопительный период;

– нарушение или угроза нарушения гидравлического режима тепловой сети по причине сокращения расхода подпиточной воды из-за неисправности оборудования в схеме подпитки или химводоочистки, а также прекращение подачи воды на источник тепловой энергии от системы водоснабжения;

– нарушение гидравлического режима тепловой сети по причине аварийного прекращения электропитания сетевых и подпиточных насосов на источнике тепловой энергии и подкачивающих насосов на тепловой сети;

– повреждения тепловой сети, требующие полного или частичного отключения

магистральных и распределительных трубопроводов, по которым отсутствует резервирование.

Размер ограничиваемой нагрузки потребителей по расходу сетевой воды определяется исходя из конкретных нарушений, происшедших на источниках тепловой энергии или в тепловых сетях, к которым подключены потребители.

Размер ограничиваемой нагрузки потребителей по расходу сетевой воды определим исходя из следующих параметров:

– $t_g = 21$ – средняя температура воздуха в помещениях вентилируемого здания, [6, табл. 1.10], °С (для социально значимых объектов);

– $t_g = 16$ – средняя температура воздуха в помещениях вентилируемого здания, [6, табл. 1.10], °С (для прочих объектов);

– $t_{н.в.} = -21$ – расчётная температура наружного воздуха в холодный период года для вентиляции, °С

– $t_{но} = -34$ – расчётная температура наружного воздуха в холодный период года для отопления, °С.

Аналогично ранее проведённым расчётам в соответствии с пунктом 4.1 рассчитаем отопительные нагрузки при температурах наружного воздуха: $t_n = 8$ °С;

$t_n^{cp.o} = -7,5$ °С; $t_{но} = -34$ °С; $t_n > 8$ °С. Рассчитанные значения Q_o сводим в таблицу 5.3. Аналогично ранее проведённым расчётам в соответствии с пунктом 4.3

рассчитаем вентиляционные и суммарные нагрузки при температурах наружного воздуха: $t_n = 8$ °С; $t_n^{cp.o} = -7,5$ °С; $t_{но} = -34$ °С; $t_n > 8$ °С. Рассчитанные значения

Q_o^a сводим в таблицу 5.3. В соответствии с п. 4.4 рассчитаем сначала тепловую нагрузку на отопление каждого потребителя, в соответствии с формулами 4.11–4.13, а после рассчитаем общую нагрузку на отопление объекта теплоснабжения – Верхнеуральского городского поселения в целом. Все полученные значения сведём в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Расчётные значения тепловых нагрузок с учётом аварийного режима

Таблица 5.3 – Расчётные значения тепловых нагрузок с учётом аварийного режима

					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Наименование нагрузки	Температура наружного воздуха, °С			
	$t_{но} = -34, °С$	$t_n^{cp.o} = -7,5, °С$	$t_n = 8, °С$	$t_n > 8, °С$
Отопительная, Q_o^a МВт	6,475	3,043	1,036	0,000
Вентиляционная, $Q_в^a$ МВт	0,883	0,561	0,191	0,000
Суммарная, $Q_{сумм}^a$ МВт	7,357	3,604	1,227	0,000

Рассчитаем, в соответствии с п. 4.4, тепловые нагрузки на вентиляцию и отопление каждого потребителя и общую нагрузку всего поселения в соответствии с формулами 4.14–4.15. Все полученные значения годовых тепловых нагрузок на отопление и вентиляцию сведём в таблицу 5.4.

					<i>13.04.01.2020.122.07 ПЗ</i>	Лист
						36
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Таблица 5.4 – Тепловые нагрузки по потребителям с учётом аварийного режима

Адрес подключения	Максимальный часовой расход тепла на отопление, Q_o^{max} МВт	Максимальный часовой расход тепла на вентиляцию, Q_v^{max} МВт	Годовой расход тепла на отопление, $Q_o^{год}$ МВт	Годовой расход тепла на вентиляцию, $Q_v^{год}$ МВт	Объём отапливаемой части здания, V м ³
1	2	3	4	5	6
ул. Первомайская, 81	0,015	0,007	36,645	17,699	1 659,250
ул. Первомайская, 81 (1)	0,003	0,002	7,728	3,739	354,600
ул. Комсомольская, 23	0,136	0,000	339,032	0,000	5 653,910
ул. Комсомольская, 21	0,051	0,000	126,140	0,000	2 105,790
ул. Комсомольская, 19	0,091	0,000	227,600	0,000	3 794,330
ул. Комсомольская, 17	0,094	0,000	233,084	0,000	3 886,060
ул. Пушкина, 2	0,077	0,000	192,949	0,000	3 216,690
ул. Комсомольская, 25	0,081	0,000	200,926	0,000	3 350,440
ул. Комсомольская, 20	0,079	0,000	195,940	0,000	3 268,180
ул. Комсомольская, 10	0,120	0,000	298,896	0,000	4 983,940
ул. Октябрьская, 187	0,087	0,006	216,382	13,711	3 610,250
ул. Октябрьская, 178	0,047	0,002	116,168	5,734	1 937,800
ул. Октябрьская, 185	0,107	0,007	265,990	17,699	4 438,150
ул. Пушкина, 4	0,077	0,000	191,703	0,000	3 195,970
ул. Мира, 169	0,078	0,000	194,195	0,000	3 240,360
ул. Мира, 168а	0,118	0,000	294,160	0,000	4 906,410
ул. Мира, 168	0,076	0,000	189,459	0,000	3 160,460
ул. Мира, 174	0,075	0,000	187,714	0,000	3 132,050
ул. Мира, 169а	0,188	0,094	468,661	234,331	19 286,000
ул. Мира, 173	0,085	0,000	211,646	0,000	3 530,960
ул. Мира, 167	0,092	0,000	229,844	0,000	3 831,610
ул. Мира, 166	0,133	0,000	331,802	0,000	5 564,810
ул. Комсомольская, 27	0,080	0,000	198,683	0,000	3 314,930
ул. Комсомольская, 29	0,080	0,000	199,430	0,000	3 326,770

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6
ул. Комсомольская, 31	0,080	0,000	198,932	0,000	3 318,480
ул. Октябрьская, 180	0,082	0,000	203,170	0,000	3 388,320
ул. Октябрьская, 189	0,108	0,000	269,730	0,000	4 498,030
ул. Октябрьская, 191	0,082	0,000	203,419	0,000	3 391,280
ул. Октябрьская, 193	0,080	0,000	199,680	0,000	3 332,100
ул. Октябрьская, 195	0,080	0,000	199,680	0,000	3 332,100
ул. Первомайская, 79	0,012	0,000	30,662	0,000	510,170
ул. Первомайская, 78	0,013	0,000	32,407	0,000	540,360
ул. Первомайская, 77	0,010	0,000	25,677	0,000	427,900
ул. Первомайская, 76	0,009	0,000	21,688	0,000	361,030
ул. Первомайская, 75а	0,012	0,000	29,167	0,000	485,310
ул. Комсомольская, 6	0,022	0,000	54,096	0,000	902,570
ул. Комсомольская, 11	0,025	0,000	61,325	0,000	1 023,890
ул. Комсомольская, 4	0,023	0,000	57,586	0,000	958,790
ул. Комсомольская, 4а	0,023	0,000	57,586	0,000	958,790
ул. Комсомольская, 4	0,025	0,000	61,325	0,000	1 023,890
ул. Партизанская, 2а	0,009	0,000	21,439	0,000	356,290
ул. Партизанская, 1а	0,007	0,000	17,949	0,000	299,470
ул. Октябрьская, 176	0,022	0,000	53,597	0,000	895,460
ул. Октябрьская, 172	0,011	0,000	27,422	0,000	457,500
ул. Октябрьская, 170а	0,013	0,000	31,660	0,000	527,340
ул. Пушкина, 4а	0,008	0,004	20,192	9,722	914,580
ул. Пушкина, 4б	0,008	0,004	20,192	9,722	914,580
ул. Мира, 171	0,073	0,000	181,980	0,000	3 034,990
ул. Мира, 170	0,103	0,000	257,764	0,000	4 299,760
ул. Мира, 164а	0,128	0,000	319,587	0,000	5 332,420
ул. Мира, 164	0,087	0,000	215,883	0,000	3 600,200
ул. Мира, 165	0,084	0,000	209,651	0,000	3 496,630
ул. Мира, 172	0,092	0,000	228,846	0,000	3 817,410

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6
ул. Пушкина, 8	0,093	0,008	232,087	19,694	3 871,420
ул. Мира, 163	0,132	0,002	327,814	3,989	5 468,040
ул. Пушкина, 19	0,090	0,000	223,611	0,000	3 730,410
ул. Советская, 110	0,189	0,095	471,154	235,577	19 349,030
ул. Советская, 110к1	0,131	0,066	327,066	163,533	13 428,630
ул. Советская, 110 (сооружение)	0,017	0,008	42,379	20,442	1 911,410
ул. Советская, 110 (сооружение)	0,028	0,014	70,050	33,903	3 162,370
ул. Советская, 110 к2	0,043	0,022	107,942	53,846	4 430,080
ул. Советская, 110а	0,005	0,002	11,966	5,983	490,530
ул. Мира, 125	0,113	0,006	282,194	15,705	4 707,800
ул. Мира, 115 СОШ№1	0,376	0,188	937,572	468,661	38 497,600
ул. Магнитогорская, 2	0,015	0,007	37,643	18,198	1 694,710
ул. Магнитогорская, 2 (сооружение)	0,001	0,000	1,745	0,748	79,790
ул. Магнитогорская, 2/1	0,029	0,014	71,296	34,651	3 220,490
ул. Магнитогорская, 2/2	0,519	0,260	1 293,555	646,902	53 116,130
ул. Энергетиков, 104	0,047	0,023	116,168	58,084	4 774,830
ул. Братьев Кашириных, 100	0,078	0,000	193,448	0,000	3 227,340
ул. Энергетиков, 1в	0,006	0,003	15,705	7,728	640,260
ул. Ленина, 83	0,071	0,005	177,992	12,963	2 969,670
ул. Ленина, 89	0,133	0,000	332,301	0,000	5 542,050
ул. Титова, 3	0,058	0,009	143,590	21,190	2 396,470
ул. Ленина, 81а	0,103	0,000	256,767	0,000	4 283,190
ул. Ленина, 87	0,127	0,000	317,344	0,000	5 294,070
ул. Ленина, 79	0,076	0,000	189,210	0,000	3 153,950

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

Окончание таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6
ул. Ленина, 81	0,089	0,000	221,119	0,000	3 687,200
ул. Ленина, 77	0,052	0,000	129,879	0,000	2 166,280
ул. Ленина, 85	0,002	0,001	5,983	2,992	89,110
ул. Титова, 6 (Д/С №5)	0,047	0,023	116,168	58,084	4 774,830
ул. Титова, 6 (сооруже- ние)	0,005	0,002	11,717	5,734	524,520
ул. Розы Люксембург, 107	0,123	0,000	305,876	0,000	5 101,120
ул. Титова, 16	0,080	0,000	198,683	0,000	3 314,340
ул. Братьев Кашириных, 92	0,078	0,000	194,445	0,000	3 243,910
ул. Братьев Кашириных, 94	0,124	0,000	308,619	0,000	5 147,290
Итого:			16 140,151	2 200,964	13 878,289

По полученным данным построим графики сезонных нагрузок с учётом аварийного режима, рисунок 5.3.

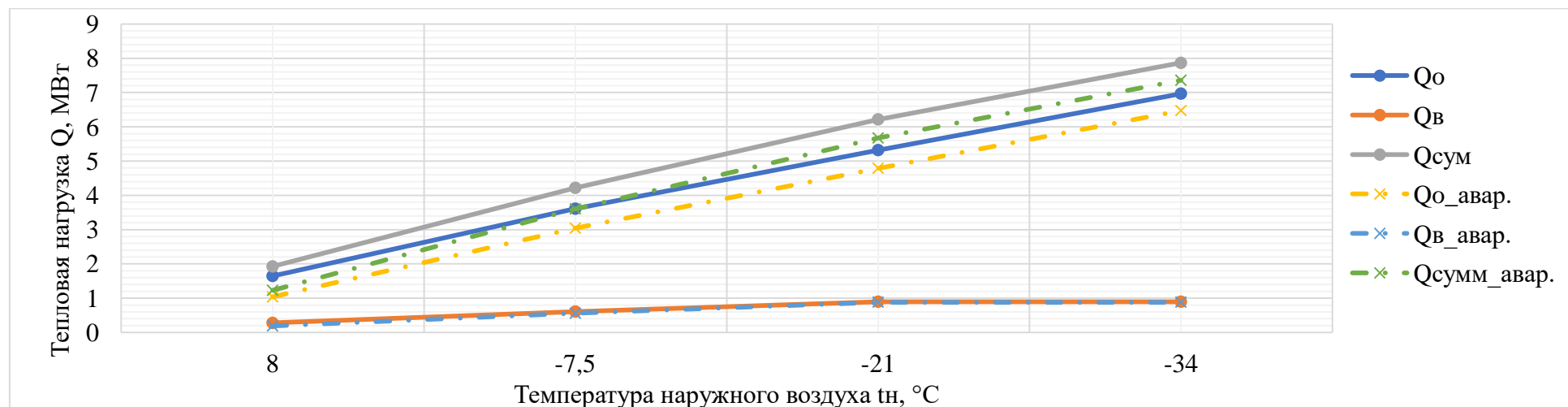


Рисунок 5.3 – График сезонных нагрузок с учётом аварийного режима

Температурный график тепловой сети оставляем без изменений. Расчёт расходов теплоносителя (сетевой воды) для всех потребителей производится аналогично п. 5.1. Результаты сведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Расчёт расхода теплоносителя на отопление у потребителя с учётом аварийного режима

Адрес потребителя	Тип потребителя	Расход теплоносителя на отопление, G'_0 т/ч	Расход теплоносителя на вентиляцию, $G'_в$ т/ч	Суммарный расход, $\sum G'$ т/ч
1	2	3	4	5
ул. Первомайская, 81	Административное здание	0,507	0,246	0,753
ул. Первомайская, 81(1)	Проходная	0,108	0,052	0,160
ул. Комсомольская, 23	Ж/Д	4,677	0,000	4,677
ул. Комсомольская, 21	Ж/Д	1,742	0,000	1,742
ул. Комсомольская, 19	Ж/Д	3,139	0,000	3,139
ул. Комсомольская, 17	Ж/Д	3,215	0,000	3,215
ул. Пушкина, 2	Ж/Д	2,661	0,000	2,661
ул. Комсомольская, 25	Ж/Д	2,771	0,000	2,771
ул. Комсомольская, 20	Ж/Д	2,703	0,000	2,703
ул. Комсомольская, 10	Ж/Д	4,123	0,000	4,123
ул. Октябрьская, 187	Ж/Д + 2 магазина	2,986	0,189	3,175
ул. Октябрьская, 178	ж/д +парикмахерская	1,603	0,081	1,684
ул. Октябрьская, 185	ж/д +салон красоты	3,671	0,243	3,914
ул. Пушкина, 4	ж/д	2,644	0,000	2,644
ул. Мира, 169	ж/д	2,680	0,000	2,680
ул. Мира, 168а	ж/д	4,059	0,000	4,059
ул. Мира, 168	ж/д	2,614	0,000	2,614
ул. Мира, 174	ж/д	2,591	0,000	2,591
ул. Мира, 169а	Детский сад №2	6,468	3,234	9,702
ул. Мира, 173	ж/д	2,921	0,000	2,921
ул. Мира, 167	ж/д	3,170	0,000	3,170
ул. Мира, 166	ж/д	4,578	0,000	4,578
ул. Комсомольская, 27	ж/д	2,742	0,000	2,742
ул. Комсомольская, 29	ж/д	2,752	0,000	2,752

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

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

Лист

37

Продолжение таблицы 5.5

1	2	3	4	5
ул. Комсомольская, 31	ж/д	2,745	0,000	2,745
ул. Октябрьская, 180	ж/д	2,803	0,000	2,803
ул. Октябрьская, 189	ж/д	3,721	0,000	3,721
ул. Октябрьская, 191	ж/д	2,805	0,000	2,805
ул. Октябрьская, 193	ж/д	2,756	0,000	2,756
ул. Октябрьская, 195	ж/д	2,756	0,000	2,756
ул. Первомайская, 79	ч/д	0,422	0,000	0,422
ул. Первомайская, 78	ч/д	0,447	0,000	0,447
ул. Первомайская, 77	ч/д	0,354	0,000	0,354
ул. Первомайская, 76	ч/д	0,299	0,000	0,299
ул. Первомайская, 75а	ч/д	0,401	0,000	0,401
ул. Комсомольская, 6	ч/д	0,747	0,000	0,747
ул. Комсомольская, 11	ч/д	0,847	0,000	0,847
ул. Комсомольская, 4	ч/д	0,793	0,000	0,793
ул. Комсомольская, 4а	ч/д	0,793	0,000	0,793
ул. Комсомольская, 2	ч/д	0,847	0,000	0,847
ул. Партизанская, 2а	ч/д	0,295	0,000	0,295
ул. Партизанская, 1а	ч/д	0,248	0,000	0,248
ул. Октябрьская, 176	ч/д	0,741	0,000	0,741
ул. Октябрьская, 172	ч/д	0,378	0,000	0,378
ул. Октябрьская, 170а	ч/д	0,436	0,000	0,436
ул. Пушкина, 4а	магазин	0,279	0,135	0,414
ул. Пушкина, 4б	магазин	0,279	0,135	0,414
ул. Мира, 171	ж/д	2,511	0,000	2,511
ул. Мира, 170	ж/д	3,557	0,000	3,557
ул. Мира, 164а	ж/д	4,411	0,000	4,411
ул. Мира, 164	ж/д	2,978	0,000	2,978
ул. Мира, 165	ж/д	2,892	0,000	2,892
ул. Мира, 172	ж/д	3,158	0,000	3,158
ул. Пушкина, 8	ж/д + почта, магази- зины, гостиница	3,202	0,271	3,473
ул. Мира, 163	ж/д + магазины, аптека	4,523	0,054	4,577

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

Лист

38

Продолжение таблицы 5.5

1	2	3	4	5
ул. Пушкина, 19	ж/д	3,086	0,000	3,086
ул. Советская, 110	районная больница	6,501	3,251	9,752
ул. Советская, 110к1	родильное отделение	4,512	2,256	6,768
ул. Советская, 110 (сооружение)	пищеблок	0,584	0,283	0,867
ул. Советская, 110 (сооружение)	гараж+прачечная	0,966	0,468	1,434
ул. Советская, 110 к2	инфекционный корпус	1,489	0,744	2,233
ул. Советская, 110а	морг	0,165	0,082	0,247
ул. Мира, 125	ж/д + административное здание	3,894	0,216	4,110
ул. Мира, 115, СОШ№1	школа	12,935	6,468	19,403
ул. Магнитогорская, 2	баня	0,518	0,251	0,769
ул. Магнитогорская, 2 (сооружение)	кпп	0,024	0,012	0,036
ул. Магнитогорская, 2/1	гараж+склад	0,984	0,477	1,461
ул. Магнитогорская, 2/2	Верхнеуральский дом интернат для престарелых и инвалидов	17,847	8,924	26,771
ул. Энергетиков, 104	д/с	1,604	0,802	2,406
ул. Братьев Кашириных, 100	ж/д	2,670	0,000	2,670
ул. Энергетиков, 1в	пожарная часть	0,215	0,108	0,323
ул. Ленина, 83	ж/д + магазин	2,457	0,179	2,636
ул. Ленина, 89	ж/д	4,584	0,000	4,584
ул. Титова, 3	ж/д + магазин	1,982	0,292	2,274
ул. Ленина, 81а	ж/д	3,543	0,000	3,543
ул. Ленина, 87	ж/д	4,379	0,000	4,379
ул. Ленина, 79	ж/д	2,609	0,000	2,609
ул. Ленина, 81	ж/д	3,050	0,000	3,050
ул. Ленина, 77	ж/д	1,792	0,000	1,792
ул. Ленина, 85	лечебный кабинет	0,081	0,041	0,122
ул. Титова, 6, Д/С №5	д/с	1,604	0,802	2,406
ул. Титова, 6 (сооружение)	прачечная	0,160	0,078	0,238

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

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

Лист

39

Окончание таблицы 5.5

1	2	3	4	5
ул. Розы Люксембург, 107	ж/д	4,220	0,000	4,220
ул. Титова, 16	ж/д	2,742	0,000	2,742
ул. Братьев Кашириных, 92	ж/д	2,683	0,000	2,683
ул. Братьев Кашириных, 94	ж/д	4,258	0,000	4,258
Итого по объектам:		222,687	30,374	253,061

По полученным данным построим график расходов теплоносителя на отопительной котельной Верхнеуральского городского поселения с учётом аварийного режима – рисунок 5.4.

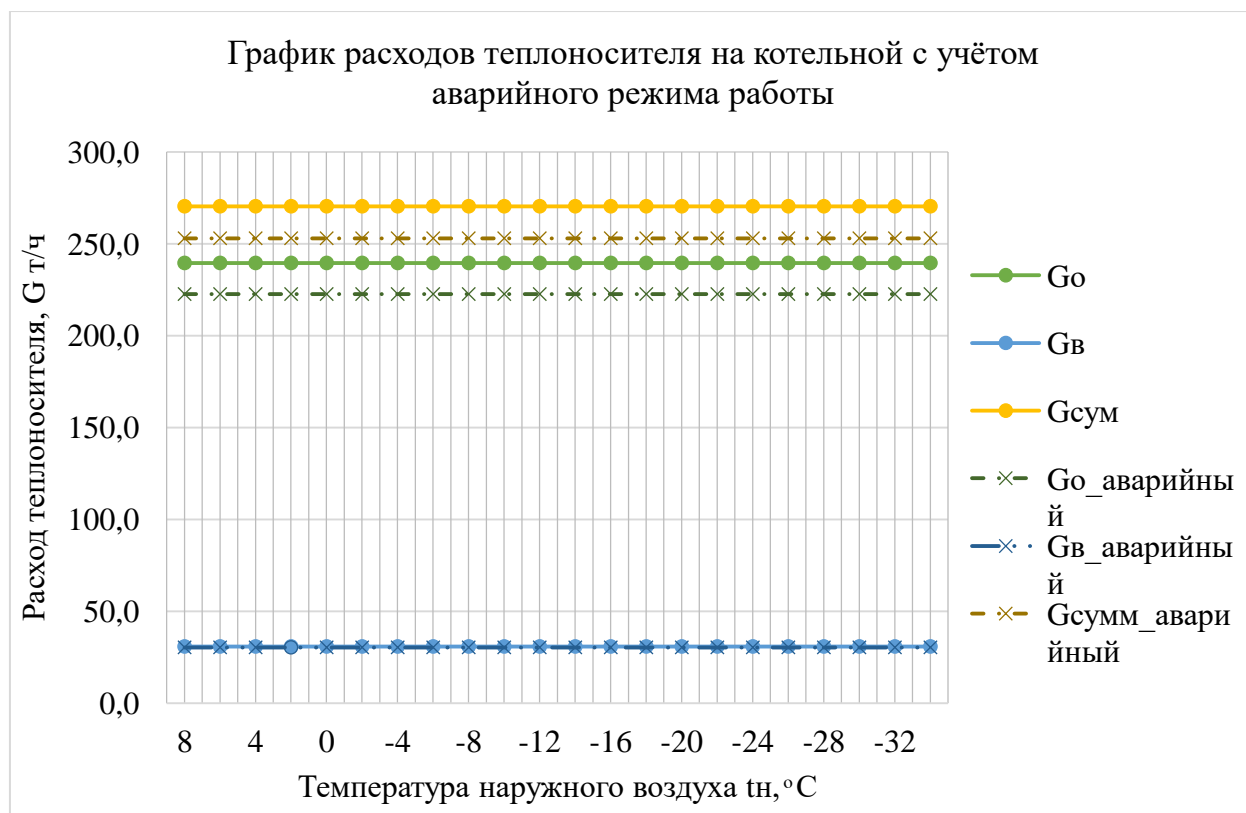


Рисунок 5.4 – График зависимости расходов сетевой воды от температуры наружного воздуха с учётом аварийного режима

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

6 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

Основной задачей гидравлического расчёта является определение диаметров трубопроводов и потерь давления при заданных расходах теплоносителя. В данной работе в гидравлическом расчёте определяются только потери давления по длине, т.к. используются существующей сети с существующими длинами и диаметрами. При разработке расчётных гидравлических режимов следует исходить из условия обеспечения надёжного теплоснабжения потребителей, экономической и безопасной работы системы при минимальных затратах на её реконструкцию.

6.1 Суммарные падения напора до абонентов

Рассчитаем один участок трубопровода. Остальные расчёты произведём аналогично. Порядок гидравлического расчёта для участка трубопровода «Котельная № 83 – ТК1». Потерю давления на участке трубопровода определяют по формуле (6.1):

$$\Delta H = \Delta H_{тр} + \Delta H_{м} = \Delta h \cdot l_{пр}, \quad (6.1)$$

где $\Delta H_{тр}$ – потеря давления на трение, кгс/м²;

$\Delta H_{м}$ – потеря давления в местных сопротивлениях, кгс/м²;

Δh – удельная потеря давления на трение [11, табл. 9.11], кг/м²;

$l_{пр}$ – приведённая длина трубопровода, м.

Приведённую длину трубопровода определяют по формуле (6.2):

$$l_{пр} = l + l_{э}, \quad (6.2)$$

где l – длина участка трубопровода по генеральному плану, м;

$l_{э}$ – эквивалентную длину местных сопротивлений, м.

Эквивалентную длину местных сопротивлений найдём по формуле (6.3):

$$l_{э} = \alpha \cdot l, \quad (6.3)$$

где α – коэффициент, учитывающий долю падения давления в местных сопротивлениях по отношению к падению давления на трение, принимаем в зависимости от условного прохода трубопроводов [11, табл. 9.5].

						Лист
					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Эквивалентную длину для рассматриваемого участка определим по формуле (6.3):

$$l_э = 0,3 \cdot 43,0 = 21,5 \text{ м}$$

Приведённую длину трубопровода определим по формуле (6.2):

$$l_{np} = 43,0 + 21,5 = 64,5 \text{ м}$$

Определим потерю давления на данном участке трубопровода по формуле (6.1):

$$\Delta H = 3,82 \cdot 64,5 = 246,65 \text{ кгс/м}^2 \text{ } 0,247 \text{ м. вод. ст.}$$

Остальные участки просчитываем подобным образом и сводим в ПРИЛОЖЕНИЕ Б (таблица Б.1). Суммарное падение напора из котельной до потребителей определяется путём суммирования падений напора соответствующих последовательно включённых участков.

6.2 Расчёт располагаемых напоров в характерных точках тепловой сети

Располагаемый напор есть разность полных напоров в подающей и обратной линиях тепловой сети. Полный напор – это сумма геометрического, пьезометрического и динамического напоров. При расчёте не учитывается динамический напор, так как он играет, незначительную роль и на практике им пренебрегают.

Учитывая то, что самое высокое здание в контуре теплоснабжения котельной Верхнеуральского городского поселения – это жилой двухэтажный дом по адресу ул. Братьев Кашириных, д. 94 с геодезической отметкой 415,0 м. В связи с этим для того, чтобы хватило напора, обеспечить теплоносителем абонента, находящегося на самой высокой отметке, полный напор в начале участка подающего трубопровода принимается 60 м, а полный напор в начале участка обратного трубопровода принимается 40 м.

Полный напор в конце участка обратного трубопровода есть сумма полного напора в начале, потери напора на участке и разности отметок оси трубопровода в начале и в конце участка определим по формуле (6.4):

$$H_{обр}^к = P_{2-1} + \sum \Delta H + (L_1 - L_2), \quad (6.4)$$

где P_{2-1} – давление в обратном трубопроводе в начале участка, м. вод. ст.;

									Лист
									42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

L_1, L_2 – геодезическая отметка оси трубопровода в начале участка, в конце участка соответственно, м.

$$H_{обр}^к = 40,0 + 0,247 + (431,0 - 431,0) = 40,247 \text{ м. вод. ст.}$$

Полный напор в конце участка подающего трубопровода есть разность полного напора в начале и потери напора на участке и разности отметок в конце и в начале участка определяется по формуле (6.5):

$$H_{под}^к = P_{1-1} - \sum \Delta H + (L_1 - L_2), \quad (6.5)$$

где P_{1-1} – давление в подающем трубопроводе в начале участка, м. вод. ст.

$$H_{под}^к = 60,0 - 0,247 + (431,0 - 431,0) = 59,753 \text{ м. вод. ст.}$$

Располагаемые напоры определяются разностью между полными напорами в подающем и обратном трубопроводах в характерных точках тепловой сети. Располагаемый напор в начале трубопровода определяется по формуле (6.6):

$$H_{расп}^н = H_{под}^н - H_{обр}^н \quad (6.6)$$

$$H_{расп}^н = 60,0 - 40,0 = 20,0 \text{ м. вод. ст.}$$

Располагаемый напор в конце трубопровода определяется по формуле (6.7):

$$H_{расп}^к = H_{под}^к - H_{обр}^к \quad (6.7)$$

$$H_{расп}^к = 59,753 - 40,247 = 19,506 \text{ м. вод. ст.}$$

Остальные участки подающего и обратного трубопроводов всей системы теплоснабжения рассчитываются аналогично и результаты расчёта сводятся в ПРИЛОЖЕНИЕ В (таблица В.1).

Для учёта взаимного влияния факторов, определяющих гидравлический режим системы централизованного теплоснабжения (гидравлические потери напора по сети, профиль местности, высота систем теплопотребления и пр.) должен быть построен график напоров воды в сети при динамическом и статическом режимах т.е. пьезометрический график.

6.3 Расчёт объёма сетей теплоснабжения

										Лист
										43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.122.07 ПЗ					

Расчёт объёма сетей теплоснабжения производится для того, чтобы выявить норму подпитки этой тепловой сети, а также для подбора подпиточных насосов. Норма подпитки, в соответствии со сводом правил «Тепловые сети» [10] равна 0,25 % от объёма системы теплоснабжения, включая тепловые и сети, и потребителей. Объем участка трубопровода «Котельная – ТК 1» определим по формуле (6.9):

$$V = 2 \cdot \frac{\pi \cdot D_y^2 \cdot l}{4}, \quad (6.9)$$

где 2 – коэффициент, учитывающий объем участка сети, подающего и обратного трубопроводов;

D_y – условный проходной диаметр трубопровода, м.

$$V = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 0,3^2 \cdot 43,0}{4} = 6,08 \text{ м}^3$$

Остальные участки рассчитываем аналогично. Все рассчитанные значения сводим в ПРИЛОЖЕНИЕ Г (таблица Г.1).

Рассчитаем общий объем тепловых сетей Верхнеуральского городского поселения по формуле (6.10):

$$V = \sum V_i \quad (6.10)$$

$$V = 301,45 \text{ м}^3$$

Норма подпитки тепловых сетей согласно [10] составляет 0,25 % от объёма теплосети. Следовательно, для рассматриваемой тепловой сети подпитка составит $0,75 \text{ м}^3/\text{ч}$.

6.4 Гидравлический расчёт тепловой сети в условиях аварийного режима

Целью проверки работоспособности гидравлического режима тепловой сети в условиях аварийного режима является определение потерь давления разводящими трубопроводами, а также определение ожидаемых располагаемых напоров у каждого отдельного стояка или прибора и у каждой калориферной установки на соответствие техническим требованиям, а именно:

– напор в любой точке системы централизованного теплоснабжения должен быть не менее 5 м вод. ст. и не более величины, допускаемой по условиям прочности оборудования источника тепла, тепловой сети, ИТП и систем теплопотребления;

					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- соблюдение необходимого напора (в условиях аварийной остановке системы при максимальной температуре воды допускается вскипание теплоносителя);
- располагаемые напоры (разность напоров в подающем и обратном трубопроводах) на ИТП при безэлеваторном присоединении теплопотребляющих систем должны в 2–3 раза превышать гидравлическое сопротивление местных систем теплопотребления.

При аварийном гидравлическом режиме работы тепловых сетей в помещениях поддерживается нерасчётная усреднённая температура (в жилых 16 °С, производственных 10 °С, горячая вода отсутствует за исключением больниц и детских учреждений с круглосуточным пребыванием больных и детей). Компенсация тепловых потерь зданиям жилищно-коммунального сектора осуществляется за счёт перевода работы элеваторных схем систем отопления на безэлеваторную. Концевые потребители при отсутствии располагаемых напоров по разрешению и команде переводятся на сливную работу с ежедневным контролем.

В соответствии с пунктами 4.1–4.4 определим все необходимые максимальные часовые расходы тепла на отопление и вентиляцию, а также общие годовые нагрузки всех потребителей Верхнеуральского городского поселения. Результаты расчётов сводятся в ПРИЛОЖЕНИЕ Д (таблица Д.1).

В соответствии с пунктами 6.1–6.2 определим все необходимые располагаемые напоры в конце трубопроводов всей тепловой сети потребителей. Все участки подающего и обратного трубопроводов расчётной системы теплоснабжения рассчитываются аналогично по формулам пунктов 6.1–6.2 и результаты расчёта сводятся в ПРИЛОЖЕНИЕ Е (таблица Е.1) и ПРИЛОЖЕНИИ Ж (таблица Ж1). Проанализировав сводные таблицы можно сделать следующие выводы о соответствии всех расчётных данных необходимым параметрам бесперебойного функционирования системы теплоснабжения, а именно:

- напор в любой точке системы централизованного теплоснабжения не менее 5 м вод. ст. (в соответствии с таблицей ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (таблица Ж.1) для конечного потребителя напор в системе составил 7,4 м вод. ст.) и не более величины, допускаемой по условиям прочности оборудования источника тепла, тепловой сети, ИТП и систем теплопотребления;
- соблюдение необходимого напора (в условиях аварийной остановке системы при максимальной температуре воды вскипание теплоносителя не происходит);
- располагаемые напоры (разность напоров в подающем и обратном трубопроводах) превышают гидравлическое сопротивление местных систем теплопотребления.

На основании проведённых расчётов можно сделать вывод о том, что в условиях работы тепловой сети в рамках аварийного гидравлического режима выполняются все необходимые условия для стабильного функционирования системы теплоснабжения Верхнеуральского городского поселения.

7 КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ВЕРХНЕУРАЛЬСКОГО ГОРОДСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ

Для систем централизованного теплоснабжения муниципальных образований в основном применяют централизованные двухтрубные водяные системы с тепловыми сетями, имеющими две линии – прямую и обратную. При этом системы теплоснабжения могут выполняться как по закрытой, так и по открытой схемам.

В Дипломной работе рассматриваем именно систему теплоснабжения закрытого типа.

7.1 Регулировка температурного и гидравлического режимов тепловых сетей внутри помещения котельной

Современная система теплоснабжения – это совокупность технических устройств, характерной чертой которых является зависимость режима истечения теплоносителя от нескольких параметров, т.е. такая система двухпараметрична. Объем передаваемой тепловой энергии обуславливается такими параметрами как температура теплоносителя, так и перепадом давления. По этой причине регулировать систему передачи теплоносителя необходимо 2-мя взаимозависимыми системами. Одна система осуществляет контроль за температурными показателями работы сети, другая управляет гидравлическим режимом. Осуществление решения данной проблемы требует знания ряда совокупного объема начальных параметров работы самой системы, отслеживаемой в режиме реального времени, что требует большого количества измеряющих и отслеживающих приборов. Рассмотрим способ автоматической наладки гидравлического режима тепловой сети с помощью автоматического регулятора. Технологическая схема установки автоматического регулятора гидравлического режима представлена на рисунке 7.1. Автоматический регулятор гидравлического режима тепловой сети работает по следующему принципу.

Для начала необходимо задать исходные данные, а именно:

– задаются значения температуры воды в обратном и подающем трубопроводе в зависимости от температуры наружного воздуха, т.е. утверждённый температурный график;

– задаются расчётные параметры наружного воздуха.

Примем следующие обозначения:

$T_{граф}^2$ – расчётная температура теплоносителя в обратном трубопроводе в соответствии с температурным графиком;

$T_{факт}^2$ – фактическая температура теплоносителя в обратном трубопроводе.

Принцип действия регулятора. Сигнал с датчика температуры, расположенного по обратному трубопроводу 4 и датчика наружной температуры, расположенного на стене здания котельной с уличной стороны 3 поступает на приёмное уст-

									Лист
									46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

позволит не только более эффективно эксплуатировать систему теплоснабжения, но и создаст все условия для перспективного подключения новых потребителей без дополнительных затрат.

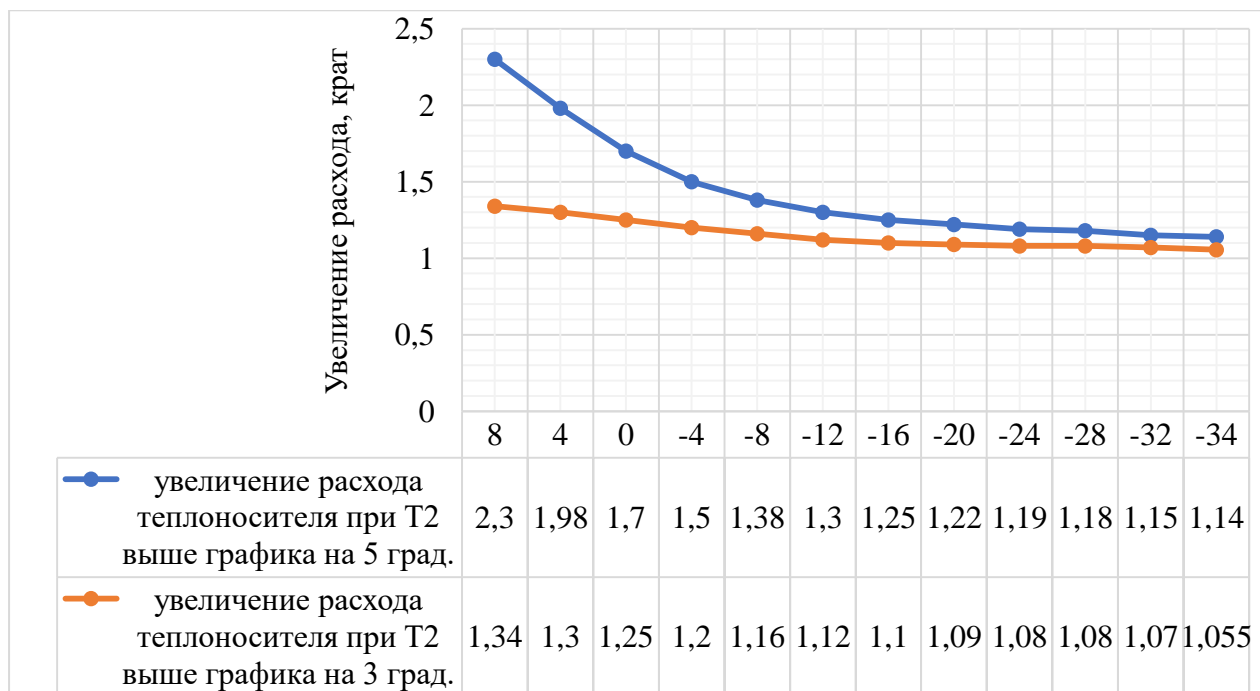


Рисунок 7.2 – Зависимость расхода теплоносителя от температуры наружного воздуха

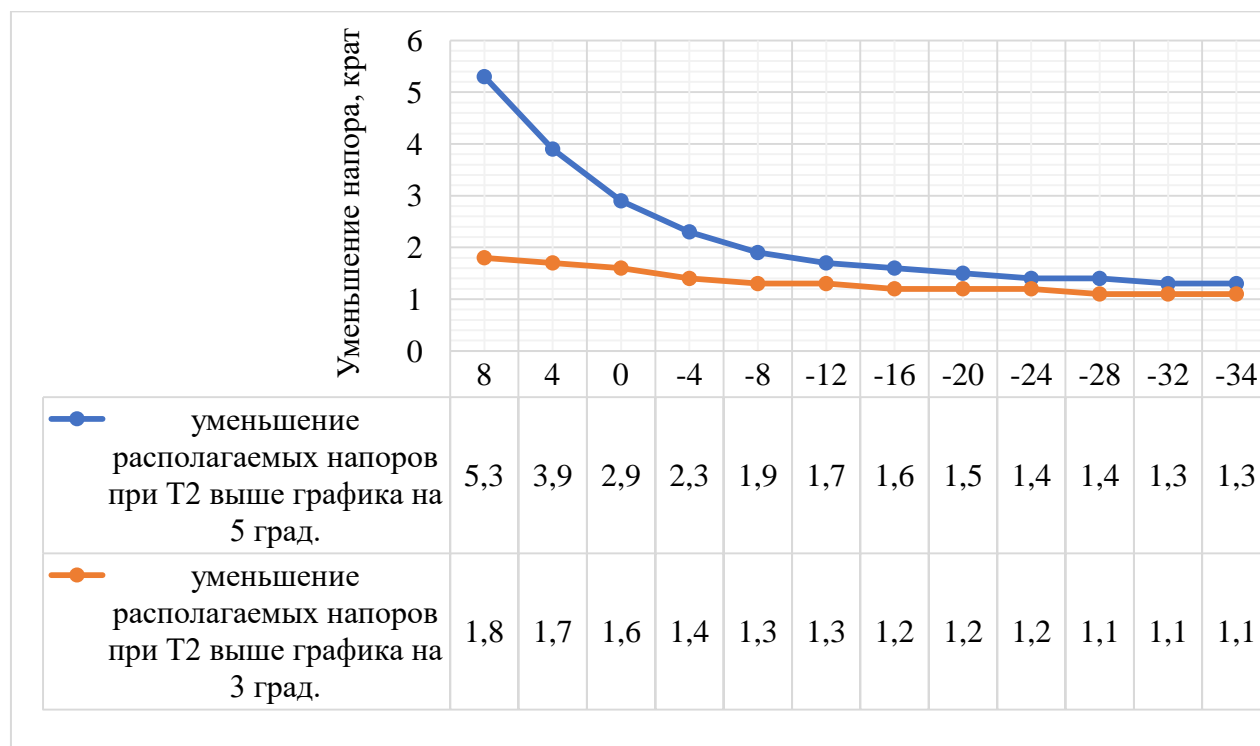


Рисунок 7.3 – Зависимость располагаемого напора от температуры наружного воздуха

7.2 Система автоматического поддержания параметров в случаях аварийных порывов тепловых сетей

В системах теплоснабжения имеют место различные виды потерь тепловой энергии, наносящие большой материальный ущерб ресурсоснабжающим организациям, что, в свою очередь, вызывает значительное повышение стоимости коммунальных услуг и, следовательно, снижение жизненного уровня населения. Предусмотрим для теплоснабжения Верхнеуральского городского поселения систему с автоматическим поддержанием заданных параметров теплоносителя по давлению на водогрейных котлах и постоянной подачей теплоносителя в тепловую сеть в случаях аварийных порывов трубопроводов тепловой сети (рисунок 7.4) [21].

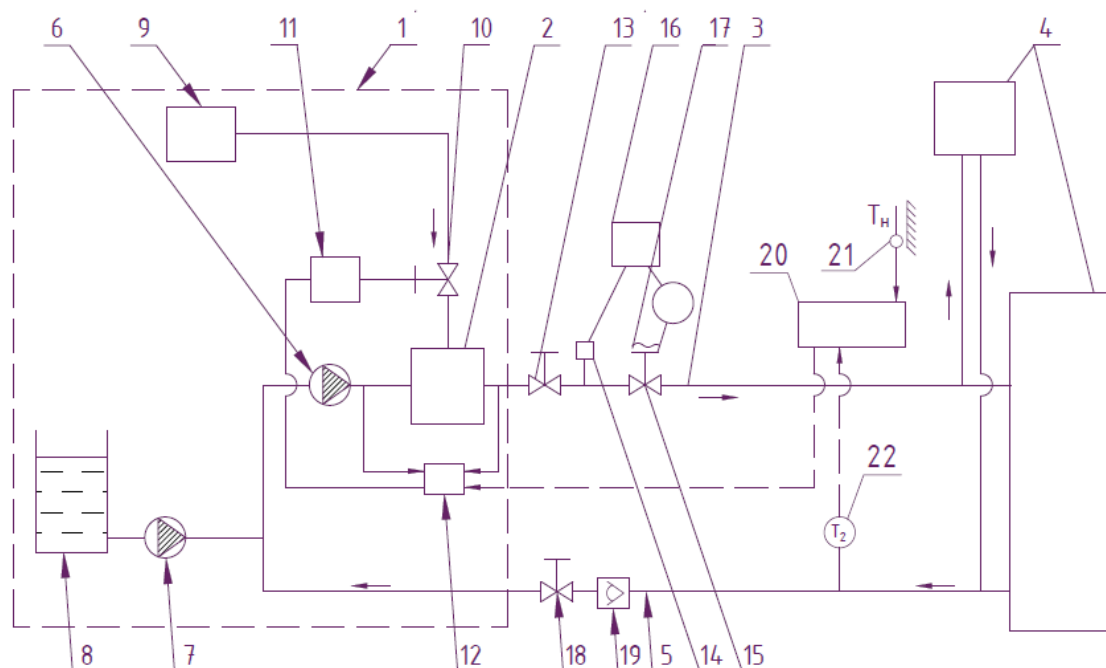


Рисунок 7.4 – Система с автоматическим поддержанием заданных параметров
 1 – котельный зал; 2 – водогрейный котёл; 3 – подающий трубопровод;
 4 – объекты теплоснабжения; 5 – обратный трубопровод; 6 – сетевой насос;
 7 – подпиточный насос; 8 – резервный бак горячей воды;
 9 – газораспределительное устройство (ГРУ); 10 – предохранительный запорный клапан (ПЗК); 11 – блок управления ПЗК (автоматики безопасности – релейная с контактными датчиками, обеспечивающая автоматический останов котла при отклонении одного из контролируемых параметров до предельно разрешённых величин); 12 – блок контроля (контактные датчики предельно-допустимых значений параметров расхода воды через котёл, повышения и понижения давления воды за котлом и т.д.); 13 запорная арматура подающего трубопровода; 14 – датчик давления; 15 – регулировочный клапан; 16 – блок управления; 17 – исполнительный механизм регулировочного клапана 15; 18 – запорная арматура обратного трубопровода; 19 – обратный клапан обратного трубопровода; 20 – электронный регулятор гидравлического режима; 21 – датчик температуры наружного воздуха; 22 – датчик температуры обратной воды

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

Лист

49

добиться необходимого уровня эффективной и надёжной эксплуатации тепловых сетей при использовании современных конструктивных решений.

7.3 Диагностика тепловых сетей

Главным фактором появления повреждений трубопроводов при подземном способе прокладки считается внешняя коррозия металлической поверхности труб. По этой причине сбор данных о степени коррозионной поврежденности металлов обязательно применяются при оценке эксплуатационного состояния сетей и принятии решения о необходимости проведения планово-предупредительных ремонтов. Одной из основных задач любой теплосетевой организации, имеющей на балансе тепловые сети, является разработка и утверждение программы ремонтно-профилактических работ на участках тепловых сетей. Представляемый метод диагностики тепловых сетей осуществляется путём проведения следующих операций.

Во-первых, это инфракрасная аэросъёмка тепловой сети. Во-вторых, это обработка полученных сведений по результатам инфракрасной съёмки. В результате обработки можно выделить все температурные отклонения на поверхности и провести расчёт избыточного количества выделяемой тепловой энергии. В-третьих, проведение наземных работ методами теплотрии и акустометрии для определения первостепенных причин определённых ранее температурных отклонений. Обычно эти отклонения связаны с утечками теплоносителя, в следствии прорыва трубопровода, повреждение изоляционных материалов т.д. В-четвертых, по результатам полученных данных по первым трём этапам проводится комплексная оценка состояния изоляционного покрытия трубопроводов с привязкой всех выявленных отклонений по местности. В-пятых, методом электротрии выполняются наземные измерения с целью установления коррозионного состояния трубопроводов. В-шестых, проводится обширная статистическая работа по сбору и обработке информации об определении степени всевозможных воздействий окружающей среды на работу сетей, на основе факторов «Дефектность» и «Срок эксплуатации». В-седьмых, проводится для каждого отдельного участка трубопровода расчёт обобщающего параметра «Вероятность отказа». В-восьмых, распределение тепловых сетей по текущем эксплуатационному состоянию на основании предыдущих этапов. В-девятых, по итогу всех операций формируется программа ремонтно-профилактических работ на участках тепловых сетей.

Представляемый метод из-за возможности применения и использования дополнительных факторов осуществляющих контроль условий и ранжирования зон согласно вычисляемому значению параметра «Вероятность отказа» даёт возможность наиболее точно и полно систематизировать исследованные зоны участков тепловых сетей согласно рабочему графику и аргументированно создавать проекты по исполнению ремонтно-предупредительных работ, что выгодно отличает его от стандартной эксплуатационной программы [31–32].

7.4 Современная тепловая изоляция теплопроводов

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

обнаружения участков тепловой сети с показателем влажности изоляции выше предусмотренного уровня. Увеличение влажности тепловой изоляции может происходить в нескольких случаях. Оно может быть связано с попаданием воды через внешнюю полиэтиленовую оболочку трубопровода, либо из-за непосредственной утечки теплоносителя из тепловой сети. Такая утечка может быть вызвана либо дефектом сварных соединений, либо в следствии возникшей коррозии теплопровода. При эксплуатации тепловых сетей с ППУ изоляцией отсутствие системы ОДК недопустимо как по техническому регламенту, так и по соображениям безопасности эксплуатации. В случае бесканальной прокладки тепловых сетей отсутствие системы ОДК в конечном итоге приведёт к коррозии полного сечения трубопровода в зоне негерметичного стыка. В общем случае система оперативно дистанционного контроля состоит из:

1) сигнальных проводников, расположенных в теплоизоляционном слое трубопроводов, которые проходят вдоль всей тепловой сети:

– основной сигнальный проводник (условно лужёный);

– транзитный проводник;

2) локаторов повреждений.

3) проходных терминалов;

4) стационарных и переносных детекторов;

5) кабелей, соединяющих проводники сигналов в трубах с терминалами в точках контроля, а также для соединения сигнальных проводников на участках трубопроводов, где установлены неизолированные элементы трубопровода (запорная арматура и т.д.), через элементы с герметичными кабельными выводами.

Состояние ОДК должно оцениваться по следующим параметрам:

– целостность сигнальных проводников, образующих в нормальном состоянии замкнутую электрическую цепь (петлю);

– сопротивление изоляции между сигнальными проводниками и стальным трубопроводом. Такие проводники устанавливаются внутри изоляционного слоя по всей протяжённости тепловой сети. Сопротивление должно находиться в пределах $R \in (0,012 \div 0,015)$ Ом на погонный метр трубопровода.

Применяют терминалы следующих видов:

– концевой (в конечных точках трубопровода);

– концевой с выходом на стационарный детектор (в точке контроля на конце трубопровода устанавливается стационарный детектор);

– промежуточный терминал (в промежуточной точке контроля трубопровода);

– двойной концевой терминал (в точке контроля на границе объекта);

– объединяющий терминал (в предусмотренном случае объединения нескольких участков тепловой сети в единую петлю);

– проходной терминал (в тепловых камерах, в подвалах домов и т.п.) а также применяются при длине соединительного кабеля более 10 метров).

С помощью локатора повреждений устанавливается место повреждения ОДК (это может быть как обрыв проводника, так и увлажнение изоляции). Локатор представляет собой импульсный рефлектометр. Локатор повреждений должен отвечать следующим требованиям:

									Лист
									54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

- обеспечение возможности определения вида и мест повреждений с точностью не менее 1 % от измеряемой длины сигнального проводника;
- дальность измерений не менее 3000,0 м;
- фиксация данных с возможностью записи и дальнейшего хранения всей собранной информации.

Выбор количества приборов для проектируемого участка должен производиться с учётом протяжённости проектируемого участка трубопровода. При протяжённости участка более максимально-допустимого радиуса контроля одного детектора (в зависимости от технических характеристик устройства), то проектируемый участок необходимо поделить на такое количество систем, при которой будет соблюдаться возможность независимого контроля каждого в отдельности. Количество участков определяется по формуле (7.1):

$$N = \frac{L_{np}}{L_{max}}, \quad (7.1)$$

где $L_{np} = 8170,0$ – длина проектируемой теплотрассы, м;

$L_{max} = 25600,0$ – максимальный диапазон действия детектора Рейс 105M1, м.

$$N = \frac{8170,0}{10000,0} = 0,82 \approx 1 \text{ шт.}$$

Полученное значение необходимо округлять до целого числа в большую сторону.

7.6 Расчёт нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя

Расчёт Потерь выполняется в соответствии с требованиями Порядка определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя, утверждённого приказом Министерства энергетики Российской Федерации № 325 [23].

7.6.1 Исходные данные для расчёта изоляции тепловых сетей

К исходным данным для расчёта относятся:

- материальные характеристики тепловых сетей;

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.122.07 ПЗ					55

– значения среднегодовых и средних за отопительный и неотопительный периоды температур теплоносителя, грунта, наружного воздуха, исходной воды, используемой для подпитки тепловых сетей;

– температурный график (рассчитанный в главе 5);

– продолжительность функционирования тепловой сети (221 день).

Материальные характеристики тепловых сетей представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Материальные характеристики тепловых сетей

условный диаметр	длина трубопровода в двухтрубном исчислении (по каналу), м	
	год ввода в эксплуатацию – 2004 г. и после	
	надземная	подземная
25,0	–	–
32,0	–	104,0
40,0	–	130,0
50,0	–	1 230,0
65,0	–	115,0
80,0	–	252,0
100,0	90,0	1 597,0
125,0	–	10,0
150,0	–	1 395,0
175,0	–	–
200,0	411,0	2 675,0
250,0	–	–
300,0	161,0	–
Итого:	662,0	7 508,0
8 170,0		

Значения температур представлены в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Значения среднегодовых и средних за отопительный и неотопительный периоды температур

Месяц	Температура, °С					Время работы системы, ч	
	наружного воздуха	подающего трубопровода	обратного трубопровода	холодной воды	грунта	отопит. период	летний период
1	2	3	4	5	6	7	8
январь	–15,80	74,20	57,38	5,00	0,90	744,00	–
февраль	–14,30	74,09	57,32	5,00	–0,50	672,00	–
март	–7,40	43,32	37,42	5,00	–0,60	744,00	–
апрель	3,90	50,37	42,16	5,00	0,30	720,00	–
май	11,90	43,32	37,42	5,00	3,70	216,00	–
июнь	–	–	–	–	–	–	–
июль	–	–	–	–	–	–	–

август	–	–	–	–	–	–	–
сентябрь	–	–	–	–	–	–	–
октябрь	2,40	52,26	43,40	5,00	3,60	744,00	–
ноябрь	–6,20	62,57	50,08	5,00	2,10	720,00	–
декабрь	–12,90	71,77	55,87	5,00	1,00	744,00	–
среднее	–6,40	60,40	48,50	5,00	1,10	–	–

Нормативные значения потерь теплоносителя за год с его нормируемой утечкой, м³, определяются по формуле (7.1):

$$G_{ут.н} = a \cdot V_{год} \cdot n_{год} \cdot 10^{-2} = m_{ут.год.н} \cdot n_{год}, \quad (7.1)$$

где a – норма среднегодовой утечки теплоносителя, установленная в пределах 0,25 % среднегодовой ёмкости тепловой сети, м³/(ч·м³);

$V_{год}$ – среднегодовая ёмкость трубопроводов тепловых сетей, эксплуатируемых теплосетевой организацией, м³;

$n_{год}$ – продолжительность функционирования тепловых сетей в году, ч;

$m_{ут.год.н}$ – среднегодовая норма потерь теплоносителя, обусловленных утечкой, м³/ч.

Значение среднегодовой ёмкости трубопроводов тепловых сетей, определяется по формуле (7.2):

$$V_{год} = \frac{(V_{от} \cdot n_{от} + V_{л} \cdot n_{л})}{(n_{от} + n_{л})} = \frac{(V_{от} \cdot n_{от} + V_{л} \cdot n_{л})}{n_{год}}, \quad (7.2)$$

где $V_{от}, V_{л} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ – ёмкость трубопроводов тепловых сетей в отопительном и не-отопительном периодах, м³;

$n_{от}, n_{л}$ – продолжительность функционирования тепловых сетей в отопительном и неотопительном периодах, ч.

Затраты теплоносителя, обусловленные вводом в эксплуатацию трубопроводов тепловых сетей, как новых, так и после плановых ремонтов или реконструкции, принимаются в размере полуторакратной ёмкости.

Полные затраты и потери теплоносителя для тепловой сети определяются по формуле (7.3):

$$G_{пот} = \sum (G_{i.ут.н} + G_{i.зан}), \quad (7.3)$$

Нормативные технологические потери и затраты тепловой энергии при её передаче включают:

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					57

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

– потери и затраты тепловой энергии, обусловленные потерями и затратами теплоносителя;

– потери тепловой энергии теплопередачей через изоляционные конструкции теплопроводов и оборудование тепловых сетей.

Определение нормативных технологических потерь тепловой энергии, обусловленных потерями теплоносителя, производится по формуле (7.4):

$$Q_{y.n} = m_{yт.год.н} \cdot \rho_{2год}^o \cdot c \cdot [b \cdot \tau_{12год} + (1-b) \cdot \tau_{22год} - \tau_{x.2год}] \cdot n_{2год} \cdot 10^{-6}, \quad (7.4)$$

где $\rho_{2год}^o$ – среднегодовая плотность теплоносителя при средней (с учётом b) температуре теплоносителя, кг/м³;

b – доля массового расхода теплоносителя, теряемого подающим трубопроводом тепловой сети (при отсутствии данных можно принимать от 0,5 до 0,75);

$\tau_{12год}, \tau_{22год}$ – среднегодовые значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети по температурному графику регулирования тепловой нагрузки, °С;

$\tau_{x.2год}$ – среднегодовое значение температуры исходной воды, подаваемой на источник теплоснабжения и используемой для подпитки тепловой сети, °С;

c – удельная теплоёмкость теплоносителя, ккал/кг °С.

Среднегодовые значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах определяются по формулам (7.5), (7.6):

$$\tau_{12год} = \frac{\sum(\tau_{1i} \cdot n_i)}{n_{от} + n_{л}} = \frac{\sum(\tau_{1i} \cdot n_i)}{n_{2год}}, \quad (7.5)$$

$$\tau_{22год} = \frac{\sum(\tau_{2i} \cdot n_i)}{n_{от} + n_{л}} = \frac{\sum(\tau_{2i} \cdot n_i)}{n_{2год}}, \quad (7.6)$$

где τ_{1i} и τ_{2i} – значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети по температурному графику [6, табл. 5.1], °С.

Среднегодовое значение температуры исходной воды принимаем:

$\tau_{x.от} = 5,0$ – в отопительный сезон, °С

$\tau_{x.л} = 15,0$ – в меж отопительный сезон, °С.

Нормативные технологические затраты тепловой энергии на заполнение новых участков трубопроводов и после плановых ремонтов, определяются по формуле (7.7):

$$Q_{зан} = 1,5 \cdot V_{тр.з} \cdot \rho_{зан}^o \cdot c \cdot (\tau_{зан} - \tau_x) \cdot 10^{-6}, \quad (7.7)$$

									Лист
									58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

где $V_{тр.з}$ – ёмкость заполняемых трубопроводов тепловых сетей, эксплуатируемых теплосетевой организацией, м³;

$\rho_{зап}^o$ – плотность воды, используемой для заполнения, кг/м³;

$\tau_{зап} = 40,0$ – температура воды, используемой для заполнения, °С;

τ_x – температура исходной воды, подаваемой на источник тепловой энергии в период заполнения, °С.

Определение нормативных технологических потерь тепловой энергии теплопередачей через теплоизоляционные конструкции трубопроводов производится на базе значений часовых тепловых потерь при среднегодовых условиях эксплуатации тепловых сетей.

Определение нормативных значений часовых потерь тепловой энергии производится в следующем порядке. Для всех участков тепловых сетей, на основе сведений о конструктивных особенностях теплопроводов и норм тепловых потерь (теплового потока), указанных в [6, прил. 1–4], пересчётом табличных значений удельных норм на среднегодовые (среднесезонные) условия эксплуатации, определяются значения часовых тепловых потерь теплопередачей через теплоизоляционные конструкции трубопроводов. Нормативные значения часовых тепловых потерь в зависимости от года проектирования теплопроводов могут быть:

- для спроектированных с 1959 г. по 1989 г. включительно;
- для спроектированных с 1990 г. по 1997 г. включительно;
- для спроектированных с 1998 г. по 2003 г. включительно;
- для спроектированных с 2004 г.

Определение нормативных значений тепловых потерь производится по формуле (7.8):

$$Q_{из.н.год} = \sum (q_{из} \cdot L \cdot \beta) \cdot n_{год} \cdot 10^{-6}, \quad (7.8)$$

где $q_{из}$ – удельные часовые тепловые потери трубопроводами каждого диаметра, определенные пересчетом табличных значений норм удельных часовых тепловых потерь на среднегодовые условия эксплуатации, ккал/ч·м;

L – длина участка трубопроводов тепловой сети, м;

β – коэффициент местных тепловых потерь [6].

Полные затраты и потери тепловой энергии по всей тепловой сети будут определяться по формуле (7.9):

$$Q_{ном} = \sum (Q_{у.н}^i + Q_{зап}^i + Q_{из.н.год}^i), \quad (7.9)$$

Найдём потери тепловой энергии, теплоносителя конкретного участка тепловой сети «Котельная № 83 – ТК1», а после рассчитаем общие потери всей тепло-

									Лист
									59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

вой сети. Найдём потери тепловой энергии, теплоносителя для трубопровода со следующими материально-техническими характеристиками:

- длина участка: $L = 43,0$ м;
- диаметр трубопровода: $d = 300,0$ мм;
- способ прокладки: надземная;
- тип тепловой изоляции: пенополиуретановая;
- год ввода в эксплуатацию: 2018 г;
- время функционирования системы: (5304 ч).

Определим значение среднегодовой ёмкости участка «Котельная № 83 – ТК1»:

$$V_{от} = V_{год} = \frac{\pi \cdot 0,3^2}{4} \cdot 43,0 \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 4,81 \text{ м}^3$$

Нормативные значения потерь теплоносителя за год с его нормируемой утечкой для участка «Котельная № 83 – ТК1» определим по формуле (7.1):

$$G_{ут.н} = 0,25 \cdot 4,81 \cdot 5304,0 \cdot 10^{-2} = 63,78 \text{ м}^3$$

где $m_{ут.год.н} = 0,0025 \cdot 4,81 = 0,012$ – среднегодовая норма потерь теплоносителя, обусловленных утечкой, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Расчёт значения потерь теплоносителя за год с его нормируемой утечкой для остальных трубопроводов производится аналогично. Затраты теплоносителя, обусловленные вводом в эксплуатацию трубопроводов для участка «Котельная № 83 – ТК1», будут равняться:

$$G_{зан} = 4,81 \cdot 1,5 = 7,22 \text{ м}^3$$

Расчёт значения потерь теплоносителя за год на заполнение для остальных трубопроводов производится аналогично. Таким образом, полные затраты и потери теплоносителя для участка «Котельная № 83 – ТК1» составят:

$$G_{ном} = 63,78 + 7,22 = 71,0 \text{ м}^3$$

Полные потери теплоносителя за год для остальных трубопроводов производится аналогично. Определим средневзвешенное значение температуры теплоносителя в подающих трубопроводах тепловой сети:

$$\tau_{1год} = \frac{74,2 \cdot 744,0 + 74,1 \cdot 672,0 + 43,3 \cdot 744,0 + 50,4 \cdot 720,0 + 43,3 \cdot 216,0 + 52,3 \cdot 744,0 + 62,6 \cdot 720,0 + 71,8 \cdot 744,0}{5304,0} = 60,40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

										Лист
										60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

Определим средневзвешенное значение температуры теплоносителя в обратных трубопроводах тепловой сети:

$$\tau_{2год} = \frac{57,4 \cdot 744,0 + 57,3 \cdot 672,0 + 37,4 \cdot 744,0 + 42,2 \cdot 720,0 + 37,4 \cdot 216,0 + 43,4 \cdot 744,0 + 50,1 \cdot 720,0 + 55,9 \cdot 744,0}{5304,0} = 48,50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Среднегодовое значение температуры исходной воды, подаваемой на источник теплоснабжения для подпитки тепловой сети, принимаем:

$$\tau_{x.год} = \tau_{x.om} = 5,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Определим нормативные технологические потери тепловой энергии, обусловленные потерями теплоносителя участка «Котельная № 83 – ТК1» по формуле (7.4):

$$Q_{y.n} = 0,012 \cdot 985,89 \cdot 1,0 \cdot [0,5 \cdot 60,4 + (1 - 0,5) \cdot 48,5 - 5] \cdot 5304,0 \cdot 10^{-6} = 3,10 \text{ Гкал}$$

Нормативные технологические потери тепловой энергии, обусловленные потерями теплоносителя, для остальных трубопроводов рассчитываются аналогично. Нормативные технологические затраты тепловой энергии на заполнение участка «Котельная № 83 – ТК1» определим по формуле (5.7):

$$Q_{зан} = 7,22 \cdot 985,89 \cdot 1,0 \cdot (40,0 - 5) \cdot 10^{-6} = 0,25 \text{ Гкал}$$

Нормативные технологические потери тепловой энергии, обусловленные потерями теплоносителя, для остальных трубопроводов рассчитываются аналогично. Определение нормативных значений тепловых потерь, для среднегодовых (среднесезонных) условий эксплуатации трубопроводов тепловых сетей производится по формуле (7.8). Определим удельные часовые тепловые потери трубопроводами участка «Котельная № 83 – ТК1» в соответствии с [6, прил. 4, табл. 4.1]. Так как продолжительность эксплуатации тепловой сети составляет (5304,0 ч) т.е. более 5000,0 ч/год, тогда с помощью метода интерполяции тепловые потери для трубопровода диаметром 300,0 мм проложенного надземным способом определяются по формуле (7.10):

						Лист
					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$q_{из} = \sum (q_{из}^{нод} + q_{из}^{обр}), \quad (7.10)$$

где $q_{из}^{нод}$ – удельные часовые тепловые потери подающими трубопроводами, ккал/(ч·м);

$q_{из}^{обр}$ – удельные часовые тепловые потери обратными трубопроводами, ккал/(ч·м).

Для подающего и обратного трубопроводов участка «Котельная № 83 – ТК1» удельные часовые тепловые потери составят:

$$q_{из}^{нод} = 44,43 \text{ ккал/(ч·м)}$$

$$q_{из}^{обр} = 38,75 \text{ ккал/(ч·м)}$$

$$q_{из} = 44,43 + 38,75 = 83,18 \text{ ккал/(ч·м)}$$

Определим значения тепловых потерь через изоляцию участка «Котельная № 83 – ТК1» по формуле (7.8):

$$Q_{из.н.зод} = 83,18 \cdot 34,0 \cdot 1,15 \cdot 5304,0 \cdot 10^{-6} = 17,25 \text{ Гкал}$$

Нормативные технологические потери тепловой энергии, обусловленные потерями через изоляцию для остальных трубопроводов, рассчитываются аналогично. Полные затраты и потери тепловой энергии участка «Котельная № 83 – ТК1» будут определяться по формуле (7.9):

$$Q_{ном} = (3,10 + 0,25 + 17,25) = 20,60 \text{ Гкал}$$

Полные затраты и потери тепловой энергии для остальных трубопроводов, рассчитываются аналогично. Результаты сведены в таблицы 7.4–7.5.

Таблица 7.4 – Значения полных затрат и потерь теплоносителя по тепловым сетям от котельной Верхнеуральского городского поселения

Материально-технические характеристики:		Потери и затраты теплоносителя:	
диаметр, мм	протяжённость, м	с утечками, м ³	на заполнение, м ³
32	104,0	2,22	0,25
40	130,0	4,33	0,49
50	1 230,0	64,05	7,25
65	115,0	10,12	1,14

80	252,0	33,59	3,80
100	90,0	18,75	2,12
100	1 597,0	332,64	37,63
125	10,0	3,25	0,37
150	1 395,0	653,76	73,96
200	411,0	342,42	38,74
200	2 675,0	2 228,68	252,11
300	161,0	301,81	34,14
Итого по категориям:	8 170,0	3 995,62	451,99
Общие потери:		4 447,61	

Таблица 7.5 – Значения полных затрат и потерь тепловой энергии по тепловым сетям от котельной Верхнеуральского городского поселения

Материально-технические характеристики:		Потери и затраты тепловой энергии:		
диаметр, мм	протяжённость, м	утечки, Гкал	на заполнение, Гкал	через изоляцию, Гкал
1	2	3	4	5
32	104,0	0,11	0,01	11,27
40	130,0	0,21	0,02	14,71
50	1 230,0	3,12	0,25	164,58
65	115,0	0,49	0,04	17,40
80	252,0	1,64	0,13	41,35
100	90,0	0,91	0,07	23,04
100	1 597,0	16,22	1,30	282,36
125	10,0	0,16	0,01	2,07
150	1 395,0	31,87	2,55	291,77
200	411,0	16,69	1,34	150,46
200	2 675,0	108,64	8,70	706,33
300	161,0	14,71	1,18	81,69
Итого по категориям:	8 170,0	194,78	15,60	1 787,03
Общие потери:		1 997,40		

Аналогично просчитаем годовые значения полных затрат и потерь теплоносителя, тепловой энергии для аналогичной тепловой сети при использовании в качестве изоляции минеральной ваты, а не ППУ.

При расчёте примем, что в соответствии с реальными условиями эксплуатации системы теплоснабжения Верхнеуральского городского поселения возникает перегрев теплоносителя в обратном трубопроводе (на 5 °С), т.е. температура воды на выходе из системы потребителя превышает температуру, которая должна соблюдаться исходя из утверждённого температурного графика.

Полные потери теплоносителя за год для всей тепловой сети с учётом использования в качестве изоляции минеральной ваты, сведены в таблице 7.6.

Таблица 7.6 – Значения полных затрат и потерь теплоносителя по тепловым сетям от котельной Верхнеуральского городского поселения (изоляция – минеральная вата)

Материально-технические характеристики:		Потери и затраты теплоносителя:	
диаметр, мм	протяжённость, м	с утечками, м ³	на заполнение, м ³
1	2	3	4
32	104,0	3,40	0,38
40	130,0	6,63	0,75
50	1 230,0	98,11	11,11
65	115,0	15,51	1,75

Продолжение таблицы 7.6

1	2	3	4
80	252,0	51,46	5,82
100	90,0	28,72	3,25
100	1 597,0	509,54	57,64
125	10,0	4,98	0,57
150	1 395,0	1 001,44	113,29
200	411,0	524,52	59,34
200	2 675,0	3 413,91	386,19
300	161,0	462,31	52,29
Итого по категориям:	8 170,0	6 120,53	692,36
Общие потери:		6 812,91	

Полные потери тепловой энергии за год для всей тепловой сети с учётом использования в качестве изоляции минеральной ваты сведены в таблице 7.7.

Таблица 7.7 – Значения полных затрат и потерь тепловой энергии по тепловым сетям от котельной Верхнеуральского городского поселения (изоляция – минеральная вата)

Материально-технические характеристики:		Потери и затраты тепловой энергии, Гкал:		
диаметр, мм	протяжённость, м	утечки	на заполнение	через изоляцию
32	104,0	0,11	0,01	15,74
40	130,0	0,22	0,02	20,30
50	1 230,0	3,31	0,25	215,56
65	115,0	0,52	0,04	23,46
80	252,0	1,74	0,13	56,21

100	90,0	0,97	0,07	25,62
100	1 597,0	17,19	1,30	381,75
125	10,0	0,17	0,01	2,77
150	1 395,0	33,78	2,55	385,37
200	411,0	17,69	1,34	170,82
200	2 675,0	115,15	8,70	898,15
300	161,0	15,59	1,18	87,63
Итого по категориям:	8 170,0	206,44	15,60	2 283,38
Общие потери:		2 505,41		

7.7. Экономическая эффективность комплексного подхода к проблеме повышения энергетической эффективности тепловых сетей

Эффективность наладки тепловых сетей характеризуется следующими показателями:

- снижение расхода топлива за счёт ликвидации перегрева систем теплопотребления;
- сокращения расхода энергии на перекачку теплоносителя за счёт снижения удельного расхода воды и отключения излишних насосных станций;
- обеспечение подключения к сетям дополнительных теплосопровителения;
- снижение потребления топлива для выработки электроэнергии за счёт снижения температуры воды в обратном трубопроводе тепловой сети (систем централизованного теплоснабжения) [24].

Для уменьшения потерь сетевой воды и соответственно теплоты при плановых или вынужденных опорожнениях теплопроводов необходима установка специальных баков-накопителей вместимостью 3 % объёма воды в системе теплоснабжения. В соответствии с расчётом объёма воды в системе теплоснабжения составляет $V_{mc} = 301,33 \text{ м}^3$. Таким образом, суммарная вместимость баков-накопителей для рассматриваемой системы теплоснабжения должна определяться по формуле (7.11):

$$V_{\text{бн}} = 0,03 \cdot V_{mc}, \quad (7.11)$$

$$V_{\text{бн}} = 0,03 \cdot 301,33 = 9,04 \text{ м}^3$$

Внутренняя поверхность баков должна быть защищена от коррозии, а вода в них – от аэрации, при этом должно обеспечиваться обновление воды в баках. Число баков независимо от системы теплоснабжения принимается не менее двух по 50 % рабочего объёма каждый [10]. Результатом рассмотренных мероприятий является снижение расхода теплоносителя, который определим по формуле (7.12):

$$\Delta G = G_1 - G_o, \quad (7.12)$$

где G_1 – существующий в сети расход теплоносителя с учётом нормативных потерь теплоносителя, т/час;

G_o – расход теплоносителя с учётом рассмотренных мероприятий, т/час.

Расход теплоносителя при использовании ППУ с учётом нормативных потерь теплоносителя составит:

$$G_1^{ppy} = 270,482 + \frac{4447,61}{5304,0} = 271,32 \text{ т/ч}$$

Расход теплоносителя при использовании в качестве изоляции минеральной ваты с учётом нормативных потерь теплоносителя составит:

$$G_1^{мин.в} = 270,482 + \frac{6812,89}{5304,0} = 271,77 \text{ т/ч}$$

Экономия теплоносителя при использовании в качестве изоляции пенополистирола при расходе теплоносителя $G_1^{ppy} = 271,32$ составит:

$$\Delta G^{ppy} = 273,32 - \left(270,482 + \frac{451,99}{5304,0} \right) = 0,75 \text{ т/ч}$$

Экономия теплоносителя при использовании в качестве изоляции не минеральной ваты при расходе теплоносителя $G_1^{мин.в} = 271,77$ составит:

$$\Delta G^{мин.в} = 271,77 - \left(270,482 + \frac{451,99}{5304,0} \right) = 1,15 \text{ т/ч}$$

Таким образом сравнив два возможных варианта экономии и расходов теплоносителя получим что использование в качестве тепловой изоляции ППУ вместо минеральной ваты в 1,5 раза экономичнее.

Экономия тепловой энергии при использовании в качестве изоляции пенополистирола, а не минеральной ваты определим по формуле (7.13):

$$\Delta Q_{ном} = \left| Q_{ном}^{ППУ} - Q_{ном}^{мин.в.} \right|, \quad (7.13)$$

						Лист
					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $Q_{ном}^{ППУ}$ – потери тепловой энергии при использовании в качестве изоляции пенополистирола, Гкал;

$Q_{ном}^{мин.в.}$ – потери тепловой энергии при использовании в качестве изоляции минеральной ваты, Гкал.

Экономия тепловой энергии по отношению к двум вариантам при использовании в качестве изоляции ППУ и минеральной ваты составит:

$$\Delta Q_{ном} = |1997,40 - 2505,41| = 508,01 \text{ Гкал}$$

Экономия тепловой энергии после проведения комплексных мероприятий по оптимизации работы тепловых сетей рассчитаем по формуле (7.13):

$$\Delta Q = \Delta Q_{ном} + \Delta Q_1, \quad (7.13)$$

где $\Delta Q_1 = c_p \cdot \Delta t \cdot \Delta G \cdot \tau$ – экономия тепловой энергии за счёт снижения расходов теплоносителя, Гкал;

$\Delta t = 25,0$ – средняя величина нагрева воды °С;

$\tau = 5304,0$ – расчётный период времени, час;

$c_p = 0,999$ – удельная массовая теплоёмкость воды, ккал/кг·°С.

Экономия тепловой энергии за счёт снижения расходов теплоносителя составит:

$$\Delta Q_1 = \frac{0,999 \cdot 25 \cdot 0,753 \cdot 5304,0}{10^3} = 99,76 \text{ Гкал}$$

Таким образом за счёт проведения комплексных мероприятий, направленных на оптимизацию работы тепловых сетей экономию тепловой энергии, составит:

$$\Delta Q = 508,01 + 99,76 = 607,77 \text{ Гкал}$$

Также проведение мер по повышению энергетической эффективности приведёт к снижению расходов электроэнергии, рассчитываемый по формуле (7.14):

$$\Delta N = \frac{\Delta G \cdot H \cdot \rho \cdot 10^4}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_n \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{дв}} \cdot \tau, \quad (7.14)$$

где $H = 60,0$ – напор, развиваемый насосом при расчётном расходе, м;

$\rho = 999,0$ – плотность теплоносителя при его средней температуре за период работы насосного агрегата, кг/м³.

$\eta_n = 90,0$ – КПД циркуляционного насоса, %;

									Лист
									67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

$\eta_{mp} = 98,0$ – КПД трансмиссии, %;

$\eta_{mp} = 0,87$ – КПД электродвигателя.

$$\Delta N^{ny} = \frac{0,75 \cdot 60,0 \cdot 999,0 \cdot 10^4}{3600,0 \cdot 102 \cdot 90,0 \cdot 98,0 \cdot 0,87} \cdot 5304,0 = 846,24 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

$$\Delta N^{мин.в} = \frac{1,15 \cdot 60,0 \cdot 999,0 \cdot 10^4}{3600,0 \cdot 102 \cdot 90,0 \cdot 98,0 \cdot 0,87} \cdot 5304,0 = 1297,56 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Таким образом можно сделать вывод о том, что применение комплексных мер по повышению энергетической эффективности тепловых сетей выгодно в связи с тем, что тепловые сети, по всей протяжённости участка, будут терять меньше тепловой энергии, будет расходоваться меньшее количества теплоносителя, а также уменьшаться затраты на передачу теплоносителя сетевыми насосами.

					<i>13.04.01.2020.122.07 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		68

принято порядка 100 нормативно-правовых документов, введения закона «О теплоснабжении», и т.п. подзаконных актов [38–39].

8.3 Конкуренция

В рамках рынка свободного газа централизованное теплоснабжение может находиться в разных ситуациях. Есть страны, это в первую очередь Румыния, где централизованное теплоснабжение постепенно прекращает своё существование.

В ряде Европейских стран принята директива об увеличении доли когенерационной выработки энергетических ресурсов, в связи с учётом проблем экологии. Каждая страна разрабатывает свои методы поощрения когенерации. В Германии, существует закон, который за счёт других потребителей даёт возможность перехода на льготные условия по электроэнергии, покупаемой от ТЭЦ. Только благодаря льготным условиям централизованное теплоснабжение в Германии имеет место быть.

8.4 Развитие централизованного теплоснабжения

В Китае высокими темпами происходит развитие централизованного теплоснабжения. Хотя ограничений на строительство локальных источников нет. Однако, это связано с жёсткими ограничениями, экологическими запретами, на сжигание в черте города угля. В то же время покупка газа является значительным сдерживающим фактором, из-за его дорогой цены. По этой причине в центре города в основном располагаются пиковые котельные, работающие не более 20–30 дней в году. А за чертой города располагаются крупные ТЭЦ, подающие в город теплоноситель по магистральным тепловым сетям, диаметра порядка 1400 мм.

Австрию можно рассматривать как страну в ЕС, где сектор центрального отопления является приоритетным и неуклонно растущим, и постоянно увеличивает свою значимость, в 2007 году там имелось почти 400 станций центрального отопления. Также немаловажную роль играет специальная правительственная субсидия для инвестиций в оборудование по выработке тепла для ТЭЦ, работающих на биомассе, покрывающая от 15 % до 30 % инвестиционных затрат, также есть определённое законодательство на уровне земель. Каждая земля имеет свою собственную схему в отношении субсидирования инвестиционных затрат систем отопления, главным образом, для возобновляемой энергии, но некоторые земли также предоставляют субсидии непосредственно для центрального отопления. Вследствие сильного продвижения сектор центрального отопления Австрии растёт самыми быстрыми темпами в ЕС [40].

Процесс развития централизованной системы теплоснабжения произошёл и в Казахстане. Однако, в противовес привычных нам энергосберегающим проектам в основе которых лежит перевод котельных агрегатов с использования угольного, твёрдого, топлива, на газообразное, в муниципальных образованиях Казахстана произошёл перевод котлов с газа на уголь. Прежде всего такое решение связано с высокой стоимостью природного газа. В бывших социалистических странах придерживаются политики – снижения издержек, которая подразумевает уменьшение

										Лист
										71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

Подобно Германии существует ситуация и в Латвии (Риге), где у потребителя есть возможность выбора способа оплаты за подключение, это либо за свой счёт (подключение, строительство), либо через заключение долгосрочного договора, сроком на 10 лет. Но при этом, если же потребитель по какой-либо причине отключается раньше установленного срока, то в соответствии с законодательством он обязан в определённой доле оплатить все понесённые затраты, на его подключение и 1/3 стоимости энергии, которую он потребил бы за оставшийся срок.

В Польше (Варшаве) подключение теплотребителей происходит по иной схеме. В случае подключения новых потребителей, уже к существующей системе теплоснабжения, применяется принцип долевого участия, а именно как потребитель, так и непосредственно теплоснабжающая организация в равной степени оплачивают издержки, необходимые для присоединения теплотребителей к сети.

Так в Казахстане был принят закон о подключении теплотребителей сети за свой счёт, но при этом организация, которая в дальнейшем будет осуществлять передачу тепловой энергии до потребителей, должна в течении определённого срока, порядка 10-ти лет, компенсировать все издержки теплотребителей за счёт поэтапного снижения стоимости тепловой энергии, то есть конечного тарифа.

Иной подход существует в Бразилии, где применяется принцип «наименьшей сметной стоимости». Такой подход представляет собой разработку нескольких проектных решений по осуществлению подключения, т.е. технологического присоединения, теплотребителей к общей системе теплоснабжения, в конечном итоге выбирается наиболее оптимальный, как в отношении технологических параметров подключения, так и экономически более целесообразный, вариант решения проблемы.

В России плата за технологическое присоединение – существенное условие договора. Плата подлежит государственному регулированию и устанавливается на основании приказа уполномоченного органа. В рамках Челябинской области данным вопросом занимается Министерство тарифного регулирования и энергетики [39].

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что по результатам анализа сложившейся общемировой практики подключения теплотребителей к системе централизованного теплоснабжения не бывает, или же очень редки случаи, когда именно потребитель несёт все затраты. Исключения составляют только случаи, когда производить технологическое присоединение по какой-либо причине невыгодно.

8.7 Тарифное регулирование

Для расчётов с потребителями тепла возможно использование следующих основных видов тарифов:

- одноставочный тариф;
- двухставочный тариф;
- многоставочный тариф.

										Лист
										73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

бот. Двигатели автомобилей, движущихся по территории стройплощадки, также будут являться источниками дополнительных выбросов во время строительных работ.

9.2.1 Перечень источников выделения загрязняющих веществ

Рассмотрим основные источники загрязнения на проектируемом объекте. В первую очередь источниками выбросов будут являться строительная площадка и строительная техника.

Основными источниками загрязнения воздуха на строительной площадке являются выхлопные газы. В атмосферу выделяются: диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, диоксид серы, углерод (сажа), керосин, бензин. Та или иная спецтехника задействована в период строительных работ в соответствии с её стадиями. Работа передвижающихся строительных машин рассредоточена во времени и локализована на различных участках стройплощадки.

К временным источникам выбросов будут относиться сварочные работы. Для осуществления сварочных работ при прокладке участков тепловых сетей из стальных труб используется сварочный аппарат. В основном применяют такие методы сварки как контактно-стыковая линейная электросварка стали. При сварке в атмосферу выделяются: оксид железа, марганец и его соединения.

Также к временным источникам выбросов будут относиться дизельные генераторы для электроснабжения и для продавливания стальных труб. Как правило применяются передвижные и встроенные дизельные генераторы мощностью до 2,5 кВт. В атмосферный воздух выделяются: $C_{20}H_{12}$ (бенз(а)пирен), NO_2 , N_2O , $HCNO$ (формальдегид), CO , SO_2 , C (сажа) и керосин.

В данном случае выброс веществ, носит кратковременный характер, и не окажут существенного негативного воздействия на атмосферный воздух в период строительства объекта. В общем случае для всех выбрасываемых веществ C_m менее 0,1 в долях ПДК, поэтому ни по одному из выбрасываемых веществ расчёт рассеивания, как правило, производить не требуется [43].

9.3 Экологический мониторинг и контроль

Под экологическим мониторингом понимают комплекс мероприятий по наблюдению за состоянием ОС, а также прогноз и оценка за её состоянием. Экологический мониторинг энергетического объекта в сфере ООС разрабатывается как на федеральном, региональном так и на муниципальном уровнях. К основным задачам экологического мониторинга относят:

- мероприятия по наблюдению за источниками и факторами воздействий антропогенного характера;
- мероприятия по сбору и анализу фоновых характеристик состоя ОС (производиться на этапе проектирования источника);
- мероприятия по прогнозу изменений состояния ОС;

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						77

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

- оценочные мероприятия по состоянию ОС в следствии воздействия действующего источника теплоснабжения;
- уточнение размера ущерба водным биологическим ресурсам;
- разработка мероприятий и рекомендаций, с целью уменьшения негативного воздействия на ОС эксплуатируемого источника теплоснабжения, выявленных в ходе экологического мониторинга [44].

Система экологического контроля включает себя производственный, общественный и государственный контроль за состоянием окружающей природной среды в ходе осуществления хозяйственной деятельности.

К основным задачам экологического контроля относят, во-первых, соблюдение норм и требований в сфере ООС. Во-вторых, наблюдение за источниками и факторами воздействий антропогенного характера. В-третьих, контроль за выполнением планов и мероприятий, направленных на ООС, а также по рациональному использованию природных ресурсов. Таким образом, в природоохранительном законодательстве государственная служба мониторинга определена фактически как часть общей системы экологического контроля.

На региональном уровне полномочиями по экологическому мониторингу и/или контроля наделены:

- комитет по экологии;
- комитет по гидрометеорологии и мониторингу;
- санитарно-эпидемиологическая службе Минздрава;
- министерство природных ресурсов;
- предприятия, осуществляющие выбросы и сбросы в ОС;
- подведомственные структуры.

9.3.1 Экологический мониторинг почвенного покрова

Под мониторингом химического загрязнения почв понимается система, включающая в себя систематическое наблюдение за фактическими уровнями загрязнённости, определение прогностических уровней загрязнённости, оценку последствий фактических и прогностических уровней загрязнённости, выявление источников загрязнённости почв» [50]. Система наблюдений должна обеспечивать получение информации, позволяющее дать обоснованные оценки уровней загрязнения почв и прогнозы относительно его развитие.

Основными критериями для выводов и оценок, вытекающих из результатов мониторинга, являются как фоновые характеристики, так и санитарно-гигиенические нормативы соответствующих лимитирующих показателей почвы. Контролируемые параметры: концентрации, выявленных в ходе обследования загрязнения почвы тяжёлыми металлами: свинец, кадмий, медь, цинк, а также нефтепродукты, бенз(а)пирен.

9.3.2 Экологический мониторинг за состоянием атмосферного воздуха

						<i>Лист</i>
					<i>13.04.01.2020.122.07 ПЗ</i>	78
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

рушениями технологических процессов производства. Нарушение персоналом правил техник безопасности, а также нарушение противопожарных правил. Перебои в системах водо- и энергоснабжения, а также систем водоотведения. Мало прогнозируемые ситуации, такие как возможность возникновения стихийных бедствий и террористических актов.

В соответствии с нормативно-правовыми актами в сфере ООС должны проводиться мероприятия по прогнозированию возможности и вероятности возникновения аварийных ситуаций, продолжительности и масштабу воздействия для всех крупных энергетических объектов, в частности это касается деятельности хозяйственных объектов, способных нанести непоправимый вред окружающей среды и населению.

Большинство ситуаций, приводящих к авариям, зависят от человеческого фактора общего количества причин, порождающих аварии. Причинами являются:

- нарушение технологии;
- невнимательность к операциям;
- недостаточный надзор;
- неподготовленность и необученность персонала.

Авариями на этапе строительства теплопровода являются:

- аварии при сооружении и испытаниях линейной части, перекачивающих агрегатов и дополнительного оборудования;
- эмиссия вредных веществ при работе строительной техники.

С целью уменьшения негативного воздействия загрязняющих веществ на атмосферный воздух в период строительно-монтажных работ предусмотрены следующие мероприятия:

- автоматизированный контроль концентрации загрязняющих веществ в отработавших газах, выбрасываемых в атмосферу;
- обеспечение соответствующего контроля топливной системы механизмов, а также системы регулировки подачи топлива, обеспечивающих полное его сгорание;
- запрет на использование механизмов в неисправном состоянии.

Все аварийные ситуации должны быть отображены в специальном журнале. Ответственный персонал за ведение журнала в обязательном порядке уведомляет уполномоченные органы, в том числе Госсанэпиднадзор.

Таким образом, все вышеперечисленные способы удаления отходов и условия их хранения, а также принятые меры дают возможность избежать экологических последствий влияния загрязняющих веществ на атмосферный воздух, почву, подземные и поверхностные воды, а также на проживающее в сфере деятельности энергетического объекта население и рабочий персонал [55].

										Лист
										80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

10 АВТОМАТИЗАЦИЯ

В работе разработана функциональная схема КИПиА центрального теплового пункта. Схема вычерчена в соответствии с ГОСТ 21.208–2013 [13] и представлена в графической части работы. В работе выбрана зависимая схема подключения ЦТП с двухходовым клапаном и насосом в обратном трубопроводе.

10.1 Общие сведения

В основе работы автоматизированного центрального теплового пункта (далее – ЦТП) лежит управление расходом теплоносителя в тепловой сети посредством клапанов, оборудованных электроприводами, датчиком, установленным за пределами ЦТП, осуществляемым, так называемое погодозависимое регулирование, посредством измерения температуры наружного воздуха, а также замером с помощью датчиков температуры сетевой воды, передаваемой в систему отопления и вентиляции. Все сигналы поступают и обрабатываются установленным в тепловом пункте центральным или основным контроллером с возможностью программирования.

Основной контроллер обрабатывает поступающие на него сигналы, вносимые извне. В частности, происходит анализ зависимости параметров как непосредственно самого теплоносителя, так и температуры наружного воздуха. Основной контроллер расположен на щите управления и защиты.

На входе в систему теплоснабжения контроллером фиксируется и заносится в базу данных фактические значения температур наружного воздуха, с учётом времени суток, а также дня недели. На основании замеров с помощью датчика температуры наружного воздуха производимых им с запрограммированной периодичностью, и замеров датчика температуры теплоносителя в основном контроллере происходит сравнение отклонения фактических показателей температуры сетевой воды и температуры окружающего воздуха от внесённых в программную часть контроллера значений параметров для текущих условий.

В случае, когда фактические показатели значений температуры теплоносителя оказываются ниже заданных значений при фактической температуре наружного воздуха, на электропривод регулирующего клапана поступает сигнал для его открытия. Если же температура теплоносителя оказывается выше заданных значений при фактически замеренной температуре наружного воздуха, то происходит противоположное действие, а именно на электропривод регулирующего клапана поступает сигнал о его закрытии.

Таким образом в тепловой сети происходит смешения двух различных потоков теплоносителя. Теплоноситель с более высокой температурой, пропускаемый регулятором, поступающий из подающего трубопровода (T_1) смешивается с более холодным теплоносителем, поступающим из обратного трубопровода (T_2), подмешиваемым с помощью перемычки. При этом в системе постоянно циркулирует одинаковый объём теплоносителя, вне зависимости от того в каком положении находится регулирующий клапан, закрыт или открыт, меняется лишь доля пото-

									Лист
									81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

Рассмотрим основные приборы, установленные в ЦТП. В работе используется зависимая схема присоединения с насосом для смешения двух разнопараметричных потоков, установленным на обратном трубопроводе. Регулировка параметров теплоносителя осуществляется в соответствии с заданным температурным графиком тепловой сети посредством открытия или закрытия задвижки электроприводного регулирующего клапана. Для эффективной и надёжной работы системы необходима установка фильтра-шламоотделителя, устанавливаемого непосредственно на вводе тепловой сети, а также для контроля давления на подающих трубопроводах установлены регуляторы перепада давления. Благодаря им в системе обеспечивается корректная работа регулирующих клапанов, направленных на регулировку в системе отопления температуры теплоносителя. Также устанавливаются балансировочные клапаны на с целью гидравлической увязки всей системы. Их устанавливают на обратных трубопроводах.

Необходимо предусмотреть наличие водопровода. Он прежде всего необходим как для промывки систем теплоснабжения, так и для промывки самих тепловых сетей. Предусматривают систему дренажа и канализации. В дренаж самотёком происходит опорожнение как основного оборудования ЦТП и теплопроводов, так и систем теплоснабжения. Далее посредством дренажных насосов теплоноситель сливается в канализационную систему. С целью защиты от сухого хода необходима установка реле давления, непосредственно перед самим насосом. На подающем трубопроводе системы отопления необходимо предусматривать установку регулируемых предохранительных клапанов, с целью защиты как оборудования узла присоединения, так и для защиты самих систем теплоснабжения.

10.4 Автоматизация и КИП

ЦТП оснащён следующими приборами и устройствами системы автоматизации. Прежде всего это контрольные измерительные приборы (КИП), такие как манометры (PI, PS) и термометры (TE, TI) установленные по месту. Термометры и манометры для стабильной работы системы устанавливают как на выходе, так и на вводе в ЦТП. Отдельно манометры устанавливают в местах изменения общего сопротивления системы, то есть после насосов, регулирующих клапанов, фильтров и т.п. оборудования. Отдельно термометры, для контроля за состоянием потока теплоносителя, устанавливают в местах, где происходит смешение различных по температуре потоков. Установлены клапаны перепада давлений, а также электроприводные регулирующие клапаны. Данные устройства относятся к категории – регулирующая арматура. Для системы отопления – насос смешения потоков теплоносителя. Так как установленные насосы относятся к приборам с ротором мокрого типа, то необходима установка по месту измерения влажности электрической части насоса (M). Также установлены датчики системы управления. К ним относятся прежде всего термометры сопротивления (TE), которые устанавливают на теплопроводах систем теплоснабжения (как на обратном, так и на подающем), а также термометр для измерения температуры наружного воздуха. Он рас-

						<i>Лист</i>
					<i>13.04.01.2020.122.07 ПЗ</i>	83
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

К недостаткам присоединения ЦТП по зависимой схеме можно отнести, во-первых, прекращение циркуляции теплоносителя в системе отопления в случае перебоев подачи электроэнергии. Во-вторых, в случае дренажа тепловой сети будет происходить опустошение системы отопления.

					<i>13.04.01.2020.122.07 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		85

11 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

11.1 Функциональные обязанности персонала

Для безопасной работы в сфере теплоснабжения, а именно при работе персонала непосредственно с тепловыми энергоустановками необходимо правильно распределять их функциональные обязанности как внутри подразделения, так и между ними.

Руководитель организации назначается непосредственного руководителя, ответственного за безопасные условия труда, в целом, и в частности за эксплуатацию тепловых энергоустановок. В целях предотвращения несчастных случаев проводятся различные мероприятия, разрабатываются специальные регламенты, проводятся инструктажи, а также оборудуются стенды для более качественного и своевременного информирования рабочего персонала. В основу работы также должны включаться мероприятия по обучению как вновь принятого, так и уже работающего персонала с последующей проверкой и оценкой знаний в части требований техники безопасности. Каждый работник, задействованный в технологическом цикле, непосредственной работе с тепловыми энергоустановками, должен знать и выполнять требования безопасности труда, относящиеся к обслуживаемому оборудованию. Также любой сотрудник организации обязан соблюдать требования по организации труда в пределах своего основного рабочего места.

Эксплуатационный персонал, в рамках обучения, проходит инструктаж о правилах оказания первой медицинской помощи в случае непредвиденных ситуаций. В случае возникновения несчастных случаев обязательно проводится расследование. В рамках расследования проводят анализ, выявляются первопричины возникновения несчастного случая. По итогу расследования разрабатываются мероприятия по предупреждению возникновения аналогичных ситуаций. Результаты анализа, в доступной форме, в качестве инструктажей прорабатываются со всем рабочим персоналом.

Руководителем организации также назначается линейный руководитель, который несёт ответственность за наличие и исправное состояние первичных средств пожаротушения, а также пожарную безопасность всех используемых предприятием помещений [56].

11.2 Тепловые сети

При эксплуатации магистральных и разводящих тепловых сетей, а также систем теплоснабжения необходимо соблюдать допустимые в нормативно-правовых актах в сфере безопасной работы концентрации токсичных веществ. Они определены как в отношении жизнедеятельности населения, так и в отношении ремонтно-эксплуатационного персонала, работающих в тоннелях, каналах, камерах, помещениях и других сооружениях, в атмосфере, с учётом способности атмосферы к самоочищению. Эксплуатация систем передачи тепловой энергии не

										Лист
										86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

Необходимо предусматривать специальное отведённое место под его складирование. Временные трассы для осуществления подъезда машин следует предусматривать из расчёта максимального использования уже существующих дорог. После завершения строительно-монтажных работ все созданные временные дороги должны быть демонтированы и вывезены с целью их дальнейшего использования на других объектах [57, 58]. Все образующиеся в результате строительно-монтажной деятельности твёрдо бытовые, крупногабаритные, а также потенциально опасные отходы должны быть вывезены, посредством специально оборудованных мусоровозов для дальнейшего их захоронения, складирования или же утилизации на оборудованных, для соответствующих операций, полигонах. Запрещается делать «захоронения» бракованных деталей и железобетонных элементов на не предусмотренных для этого территориях. Сжигание отработанных горюче-смазочных отходов в пределах городской черты также недопустимо. Помимо вышеперечисленного также необходимо применять специальные контейнеры, а также пневмоперегрузжатели в случае работы с пылящими, сыпучими материалами. Также не допускается их перевозка в открытых машинах. Для перевозки растворов и бетона следует применять герметичных ёмкости. Любые территории, задействованные под объекты строительства, после окончания работ должны быть приведены в состояние, пригодное для дальнейшего использования. Для этого строительно-монтажные работы завершают уборкой и благоустройством территорий с восстановлением растительного покрова [59–62].

11.5 Противопожарные мероприятия

На протяжении всего времени проведения строительных работ должны быть организованы мероприятия противопожарной охраны. В обязательном порядке при въезде на территорию строительной площадки должен быть установлен стенд, с размещённым на нём план противопожарной защиты, где указывают расположение всех въездов и подъездов к строительной площадке, расположение всех водных источников, схематично указываются все строящиеся объекты, а также нахождение всех средств необходимых для пожаротушения и связи и с учётом их комплектации [63, 64]. При одновременной работе нескольких строительных организаций в пределах одного строительного объекта генеральный подрядчик должен разработать график совместной работы в рамках безопасности, а также назначить ответственных за пожарную безопасность в каждой из задействованных организаций. До начала проведения основных строительных работ необходимо проложить систему водопровода с наличием гидрантов, а также предусмотреть должное количество огнетушителей и других противопожарных систем и объектов. При планировании размещения строительной площадки на местности необходимо предусмотреть достаточное свободное пространство для обеспечения проезда пожарных подразделений. Расположение и объём всех водных источников должно быть определено исходя из требуемого расхода на нужды внешнего пожаротушения.

					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

11.6 Мероприятия по охране труда

Безопасность труда при прокладке трубопроводов обеспечивается прежде всего правильным выбором и технически обоснованными размерами рабочих мест, и их соответствующей организацией. Прежде всего это предварительные строительные работы для обеспечения и соблюдения всех мероприятий по охране труда. К таким работам относят:

- создание подъездных дорог к строительной площадке;
- создание систем очистки и мойки колёс для всей задействованной строительной техники;
- устройство защиты и ограждения строительных площадок, препятствующих доступу лиц, непредназначенных для нахождения внутри строительной площадки;
- установку временных санитарно-бытовых помещений, располагаемые за пределами потенциально-опасных зон;
- обеспечение наличия и исправности средств связи и противопожарного инвентаря;
- создание, при отсутствии, систем освещения;
- создание временной системы стоков для отведения поверхностных вод [65].

При работе с краном запрещён перенос грузов над людьми. Так же в соответствии с техникой безопасности при работе кранового оборудования запрещается поднимать крюком примёрзшие конструкции и материалы. При работе с электросварочными аппаратами необходимо убедиться в надёжном заземлении всех корпусов и деталей, а также обеспечить от дождя и пыли с помощью чехлов, изготовленных из кровельной стали, либо фанеры и брезента.

Электропровод, при прохождении в таких сырых помещениях как каналы и тепловые камеры, должны быть надёжно защищены от попадания влаги, для этого их подвешивают.

11.7 Оценка шумового воздействия в период строительства и эксплуатации

Шум, создаваемый в процессе проведения строительных работ, образуется в результате сложного суммирования шумов различных локальных источников разной звуковой мощности. Все строительные работы имеют передвижной характер, проводятся последовательно и не совпадают во времени. Работы в ночное время не предусматриваются. Максимальное звуковое воздействие на окружающую среду при осуществлении строительства проектируемого объекта достигается при движении автотранспорта по территории строительной площадки. Строительные машины и механизмы имеют следующие характеристики звуковой мощности представлены в таблице 11.1.

Таблица 11.1 – Характеристики звуковой мощности

									Лист
									89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

Строительное оборудование	Уровень звуковой мощности, экв. дБА	Уровень звуковой мощности, макс. дБА
1. Экскаваторы, бульдозеры	70	76
2. Автосамосвал	78	85
3. Передвижная электростанция	74	81
4. Погрузо-разгрузочные работы	68	73
5. Движение большегрузного транспорта	78	82

Строительная техника находится на расстоянии 22,0 м от жилой застройки. В непосредственной близости от жилой застройки предусматривается ведение работ только ручным способом без применения машин и механизмов.

Одновременно движение большегрузного транспорта, работа строительной техники не осуществляется. Проведённый акустический расчёт показал, что эквивалентный уровень звука, обусловленный проведением строительных работ на территорию площадки проектируемого объекта, соответствует нормативам. Акустическое воздействие на ближайшую жилую застройку при осуществлении строительных работ является временным. Проектом предусматриваются мероприятия по защите от шума и физических факторов воздействия в период строительства. Объект не является источником шума на стадии эксплуатации.

11.8 Охрана земель от воздействия объекта строительства

Для минимизации воздействия объектов строительства необходимо придерживаться некоторых правил. Во-первых, необходимо избегать разлива горючих и смазочных материалов, и даже незначительного их попадания на территории проведения строительных работ. Во-вторых, необходимо предусматривать чёткую организацию погрузочно-разгрузочных работ. Все строительные материалы, необходимые для проведения работ не должны подвозиться одновременно. Чёткая организация данного процесса позволит избежать как скопления транспорта, который может создать достаточно серьёзную шумовую нагрузку для проживающего рядом населения, так и избежать возможных аварийных ситуаций. В-третьих, все задействованные в период строительных работ машины и механизмы должны быть размещены в пределах строительной площадки учитывая наличие таких естественных преград как здания, заборы, созданные котлованы, и траншеи что позволит не только избежать возможных аварийных ситуаций, к примеру обрушения стенок траншей, или же нарушение устойчивости машин или установленных механизмов, а также поможет снизить уровень шума. В-четвёртых, допускается размещение отвалов грунта категорически в пределах временной полосы отвода земель. При этом проведение работ должно вестись исключительно с соблюдением всех мер, направленных на недопущение загрязнения отведённых территорий. В-пятых, должна производиться планировка полосы отвода после окончания работ для сохранения естественного поверхностного стока воды [55].

Таким образом по окончанию всех проводимых работ в соответствии с «Земельным кодексом», земли, должны быть приведены в состояние, пригодное для использования их в дальнейшем по назначению.

										Лист
										90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

11.9 Мероприятия по защите от шума и физических факторов воздействия в период строительства

Все строительные работы имеют передвижной характер, проводятся последовательно и не совпадают во времени. В рамках мероприятий, направленных на снижение шумового и вибрационного воздействия, предпринимают следующие действия. Во-первых, необходимо проводить своевременное техническое обслуживание транспортных систем, используемых в ходе строительных работ, на предмет выявления и последующего ремонта неисправностей и поломок систем звукоглушения. Во-вторых, в случае превышения допустимых норм необходимо использовать специальные установки, направленные на погашение звука и вибрации. К таким установкам относятся прежде всего вибродемпферы и виброизоляторы. В-третьих, вне зависимости от величины производимого шумового воздействия строительные работы, в непосредственной близости к жилым застройкам, необходимо производить только в дневное время с обязательным использованием звукогасящих ограждений. Работы, с использованием машин ударного действия, также можно использовать только в дневное время суток.

Эффективное снижение шумового воздействия строительных машин и механизмов – это прежде всего комплекс мероприятий, таких как:

- герметизация, вибро- и звукоизоляция капота и двигателя;
- установка активных, на входе, и дополнительных, на выходе, воздуха и выхлопа.

Соблюдение приведённого выше комплекса мер, позволяет добиться снижения шумового воздействия на 10–12 дБА.

Рабочий персонал, находящийся на строительных работах, должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты. Учитывая кратковременность проведения работ, других дополнительных защитных мероприятий на период проведения строительных работ не предусматривается. Залповые выбросы и аварийные выбросы технологией не предусмотрены.

										Лист
										91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.122.07 ПЗ					

Смета капитальных затрат замены тепловых сетей представлена в таблице 12.1 и составлена по данным [17, 66].

Таблица 12.1 – Смета капитальных затрат тепловых сетей по варианту использования в качестве тепловой изоляции пенополиуретана

Наименование затрат	Цена, тыс. руб./ед.	Количество, ед.	Сумма, тыс. руб.
1	2	3	4
1. Затраты на тепловые сети:			
Тепловые сети с условным диаметром от 32 до 80 мм проложенные подземным способом, км	175,94	1,831	362,71 ⁽¹⁾
Тепловые сети с условным диаметром 100 мм проложенные подземным способом, км	205,22	1,607	371,32 ⁽¹⁾
Тепловые сети с условным диаметром 125 мм проложенные подземным способом, км	214,02	1,395	336,14 ⁽¹⁾
Тепловые сети с условным диаметром 200 мм проложенные подземным способом, км	270,16	2,675	813,67 ⁽¹⁾
Тепловые сети с условным диаметром 100 мм проложенные надземным способом, км	121,60	0,090	12,32 ⁽¹⁾
Тепловые сети с условным диаметром 200 мм проложенные надземным способом, км	158,24	0,411	73,22 ⁽¹⁾
Тепловые сети с условным диаметром 300 мм проложенные надземным способом, км	212,19	0,161	38,46 ⁽¹⁾
2. Оборудование ОДК:			
Детектор повреждений стационарный ДПС–2АМ/220, шт.	7,55	2	15,10
Модуль диспетчеризации «токовый выход» МД–ТВ, шт.	1,65	2	3,30
Концевой коммутационный терминал ТИП–2 (IP 67) КТ–13, шт.	0,99	3	2,97
Терминал проходной 2-х сторонний ТИП–3 (IP 67) КТ–15, шт.	1,14	92	104,88
Локатор повреждений – Рейс 105М1, шт.	56,36	1	56,36
Контрольно-монтажный тестер DT–5505, шт.	14,59	1	14,59
Итого			2 009,82

⁽¹⁾ Окончательная сметная стоимость приведена с учётом показателей инфляции (индекса потребительских цен) для организаций ЖКХ за период 2018–2020 гг. которые составили 1,03618 %, 1,05301 % и 1,05173 % соответственно для каждого года. Смета капитальных затрат замены тепловых сетей представлена в таблице 12.2 и составлена по данным [17, 66].

Таблица 12.2 – Смета капитальных затрат тепловых сетей по варианту использования в качестве тепловой изоляции минераловатных плит

Наименование затрат	Цена, тыс. руб./ед.	Количество, ед.	Сумма, тыс. руб.
1	2	3	4
Затраты на тепловые сети:			
Тепловые сети с условным диаметром от 32 до 80 мм проложенные подземным способом, км	173,55	1,831	357,79 ⁽¹⁾
Тепловые сети с условным диаметром 100 мм проложенные подземным способом, км	208,34	1,607	376,95 ⁽¹⁾
Тепловые сети с условным диаметром 125 мм проложенные подземным способом, км	221,67	1,395	348,17 ⁽¹⁾
Тепловые сети с условным диаметром 200 мм проложенные подземным способом, км	284,18	2,675	855,90 ⁽¹⁾
Тепловые сети с условным диаметром 100 мм проложенные надземным способом, км	109,69	0,090	11,12 ⁽¹⁾
Тепловые сети с условным диаметром 200 мм проложенные надземным способом, км	135,12	0,411	62,53 ⁽¹⁾
Тепловые сети с условным диаметром 300 мм проложенные надземным способом, км	221,73	0,161	40,19 ⁽¹⁾
Итого			2 052,64

⁽¹⁾ Окончательная сметная стоимость приведена с учётом показателей инфляции (индекса потребительских цен) для организаций ЖКХ за период 2018–2020 гг. которые составили 1,03618 %, 1,05301 % и 1,05173 % соответственно для каждого года. В смете капитальных затрат тепловых сетей с использованием в качестве тепловой изоляции минераловатных плиты учтены расходы без учёта дополнительного оборудования, так как в дополнительном оборудовании необходимость отсутствует.

12.2 Основные показатели деятельности регулируемого объекта по отпуску тепловой энергии потребителям Верхнеуральского городского поселения

Реализация тепловой энергии для населения осуществляется по регулируемым ценам (тарифам) на товары и услуги в сфере теплоснабжения. Министерством тарифного регулирования и энергетики Челябинской области используются принципы и нормы, предусмотренные в федеральном законе о теплоснабжении, а также на основании постановления Правительства Российской Федерации об основах ценообразования [18, 19] и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации в сфере теплоснабжения.

										Лист
										94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.122.07 ПЗ					

12.2.1 Разработка сметы текущих затрат по вариантам технических решений

Произведём анализ сметы расходов, связанных с производством и реализацией тепловой энергии для потребителей Верхнеуральского городского поселения.

При расчёте тарифов с применением метода индексации установленных тарифов необходимая валовая выручка регулируемой организации определяется по формуле (12.1):

$$HBB_i^D = OP_i + HP_i + PЭ_i + П_i + \Delta Рез_i, \quad (12.1)$$

где OP_i – операционные (подконтрольные) расходы, тыс. руб.;

HP_i – неподконтрольные расходы в i -м году, определяемые в соответствии с [20, п. 39], тыс. руб.;

$PЭ_i$ – расходы на покупку энергетических ресурсов, холодной воды и теплоносителя в i -м году, определяемые в соответствии с [20, п. 40], тыс. руб.;

$П_i$ – прибыль, устанавливаемая органом регулирования на i -й год в соответствии с [20, п. 41], тыс. руб.;

$\Delta Рез_i$ – величина, определяемая на i -й год первого долгосрочного периода регулирования в соответствии с [20, п. 42] и учитывающая результаты деятельности регулируемой организации до перехода к долгосрочным параметрам регулирования, тыс. руб.

Рассмотрим, что включает в себя каждый из вышеперечисленных параметров. Операционные расходы включают в себя: расходы на приобретение сырья и материалов; расходы на ремонт основных средств; расходы на оплату труда; расходы на оплату работ и услуг производственного характера, выполняемых по договорам со сторонними организациями; расходы на оплату иных работ и услуг, выполняемых по договорам с организациями (включая расходы на оплату услуг связи, вневедомственной охраны, коммунальных услуг, юридических, информационных, аудиторских и консультационных услуг и других работ и услуг); расходы на служебные командировки; расходы на обучение персонала; лизинговый платёж, арендную плату; другие расходы в соответствии с методическими указаниями [20].

В операционные расходы не включаются амортизация основных средств и нематериальных активов, расходы на погашение и обслуживание заёмных средств, расходы на оплату услуг, оказываемых организациями, осуществляющими регулируемые виды деятельности.

Неподконтрольные расходы включают в себя: расходы на оплату услуг, оказываемых организациями, не включающие расходы на приобретение энергетических ресурсов, холодной воды и теплоносителя; расходы на уплату налогов, сборов и других обязательных платежей, включая плату за выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, размещение отходов и другие виды негативного воздействия на окружающую среду; расходы на обязательное страхова-

									Лист
									95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.122.07 ПЗ				

ние; концессионную плату; арендную плату в части имущества, используемого для осуществления регулируемой деятельности; расходы по сомнительным долгам (размере фактической дебиторской задолженности населения, но не более 2 % НВВ); отчисления на социальные нужды; амортизация основных средств и нематериальных активов, определяемая в соответствии с [20, прил. 4.10]; расходы на выплаты по договорам займа и кредитным договорам, включая проценты по ним; расходы концессионера; суммарная экономия от снижения операционных расходов и от снижения потребления энергетических ресурсов, холодной воды и теплоносителя, достигнутая регулируемой организацией в предыдущих долгосрочных периодах регулирования в соответствии с [20, п. 43–44].

Расходы, указанные выше, определяются методом экономически обоснованных расходов в соответствии с [20, гл. 5]. Расходы на приобретение энергетических ресурсов, холодной воды и теплоносителя на каждый год долгосрочного периода регулирования рассчитываются до начала долгосрочного периода регулирования в соответствии с [20, п. 26–27].

Расходы на топливо j -го источника тепловой энергии при производстве тепловой энергии в k -м виде теплоносителя в i -м расчётном периоде регулирования, $PT_{i,j,k}$, определяются по формуле (12.2):

$$PT_{i,j,k} = \frac{b_{i,j,k} \cdot Q_{i,j,k}^k \cdot ЦТ_{i,j}}{k} \cdot 10^{-6}, \quad (12.2)$$

где $b_{i,j,k}$ – удельный расход топлива на отпущенную 1 Гкал тепловой энергии (далее – НУРУТ), определённый в соответствии с [67], кг у.т./Гкал;

$ЦТ_{i,j}$ – плановая цена на условное топливо источника тепловой энергии с учётом затрат на его доставку и хранение, определяемая на i -й расчётный период регулирования, руб./т у.т.;

$Q_{i,j,k}^k$ – плановый объём отпуска тепловой энергии в расчётном периоде регулирования, Гкал;

$k = 1,129$ – калорийный топливный коэффициент для перевода расхода условного топлива в натуральное, т н.т/т у.т.

Расходы на приобретение энергетических ресурсов (за исключением топлива), холодной воды и теплоносителя в i -м расчётном периоде регулирования, рассчитываются по формуле (12.3):

$$PP_i = \sum_z V_{i,z} \cdot ЦТ_{i,z}, \quad (12.3)$$

где $V_{i,z}$ – объём потребления z -го энергетического ресурса, холодной воды, теплоносителя в i -м расчётном периоде регулирования, ед.;

									Лист
									96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.122.07 ПЗ				

Электрoэнергия	1,039	1,059	1,042	1,040	1,040	1,039
Вода (с 1 июля)	1,045	1,045	1,040	1,040	1,040	1,040

Определим расходы на топливо (природный газ) источником тепловой энергии при производстве тепловой энергии для варианта с ППУ изоляцией по формуле (12.2):

$$PT_{i,j,k}^{ппу} = \frac{159,00 \cdot 19309,31 \cdot 5279,95}{1,129 \cdot 10^6} = 14358,20 \text{ тыс. руб./год}$$

Определим расходы на топливо (природный газ) источником тепловой энергии при производстве тепловой энергии для варианта с изоляцией из минераловатных плит по формуле (12.2):

$$PT_{i,j,k}^{мин.в} = \frac{161,01 \cdot 19817,31 \cdot 5942,63}{1,129 \cdot 10^6} = 16795,10 \text{ тыс. руб./год}$$

Необходимые исходные данные для расчёта расходов на приобретение энергетических ресурсов приведены в таблицах 12.6–12.7.

Таблица 12.6 – Исходные данные для расчёта расходов на приобретение энергетических ресурсов для варианта с использованием ППУ изоляции

Показатели	Ед. изм.	ППУ изоляция
1. Электрическая энергия:		
Расход электрической энергии	тыс. кВт · ч	661,94
Цена электрической энергии ⁽¹⁾	руб./кВт · ч	5,85
2. Холодная вода:		
Расход холодной воды	тыс. м ³	0,22
Цена холодной воды (от МУП «Благоустройство») ⁽²⁾	руб./м ³	31,70

Таблица 12.7 – Исходные данные для расчёта расходов на приобретение энергетических ресурсов для варианта с изоляцией из минераловатных плит

Показатели	Ед. изм.	Изоляция из минераловатных плит
1. Электрическая энергия:		
Расход электрической энергии	тыс. кВт · ч	660,64
Цена электрической энергии ⁽¹⁾	руб./кВт · ч	5,85
2. Холодная вода:		
Расход холодной воды	тыс. м ³	0,14
Цена холодной воды (от МУП «Благоустройство») ⁽²⁾	руб./м ³	31,70

⁽¹⁾ В соответствии с средней фактической ценой электроэнергии за 2017 г. с учётом ИПЦ согласно прогнозу СЭР Минэкономразвития РФ [68].

(2) В соответствии со стоимостью холодной воды, утверждённой Министерством тарифного регулирования и энергетики Челябинской области на 2018 г. для МУП «Благоустройство» [5] с ИПЦ, согласно прогнозу СЭР Минэкономразвития РФ [68]. Расход на приобретение электрической энергии для варианта с использованием ППУ изоляции рассчитывается по формуле (12.3):

$$PP_{\text{э}}^{\text{ппу}} = 661,94 \cdot 5,85 = 3870,64 \text{ тыс. руб./год}$$

Расход на приобретение электрической энергии для варианта с использованием в качестве изоляции минераловатных плит рассчитывается по формуле (12.3):

$$PP_{\text{э}}^{\text{мин.б}} = 660,64 \cdot 5,85 = 3868,00 \text{ тыс. руб./год}$$

Расход на приобретение холодной воды для варианта с использованием ППУ изоляции рассчитывается по формуле (12.3):

$$PP_{\text{хв}}^{\text{ппу}} = 0,22 \cdot 31,70 = 6,82 \text{ тыс. руб./год}$$

Расход на приобретение холодной воды для варианта с использованием в качестве изоляции минераловатных плит рассчитывается по формуле (12.3):

$$PP_{\text{хв}}^{\text{мин.б}} = 0,14 \cdot 31,70 = 4,44 \text{ тыс. руб./год}$$

Расходы на приобретение иных энергетических ресурсов отсутствуют. Таким образом, общий расход на покупку энергетических ресурсов в соответствии с формулой (12.4) для варианта с использованием ППУ изоляции составит:

$$PЭ^{\text{ппу}} = (6,82 + 3870,64) + 14358,20 = 18235,66 \text{ тыс. руб./год}$$

Расход на покупку энергетических ресурсов в соответствии с формулой (12.4) для варианта с использованием в качестве изоляции минераловатных плит составит:

$$PЭ^{\text{мин.б}} = (4,44 + 3868,00) + 16795,10 = 20667,54 \text{ тыс. руб./год}$$

					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	Лист
						99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В таблицах 12.8–12.9 приведены итоговые значения расходов.
Таблица 12.8 – Итоговые значения расходов на приобретение энергетических ресурсов для варианта с использованием ППУ изоляции

Наименование ресурса	Ед. изм.	ППУ изоляция
1. Расходы на топливо	тыс. руб./год	14 358,20
2. Расходы на электрическую энергию	тыс. руб./год	3 870,64
3. Расходы на тепловую энергию	тыс. руб./год	0,00
4. Расходы на холодную воду	тыс. руб./год	6,82
5. Расходы на теплоноситель	тыс. руб./год	0,00
Итого:	тыс. руб./год	18 235,66

Таблица 12.9 – Итоговые значения расходов на приобретение энергетических ресурсов для варианта с изоляцией из минераловатных плит

Наименование ресурса	Ед. изм.	Изоляция из минераловатных плит
1. Расходы на топливо	тыс. руб./год	16 795,10
2. Расходы на электрическую энергию	тыс. руб./год	3 868,00
3. Расходы на тепловую энергию	тыс. руб./год	0,00
4. Расходы на холодную воду	тыс. руб./год	4,44
5. Расходы на теплоноситель	тыс. руб./год	0,00
Итого:	тыс. руб./год	20 667,54

Нормативная прибыль на i -й год, определяется в отношении объектов, находящихся в государственной или муниципальной собственности и эксплуатируемых регулируемой организацией на основании концессионного соглашения или договора аренды по формуле (12.5):

$$П_i = KB_i + 3C_i^{III} + КД_i, \quad (12.5)$$

где KB_i – расходы на капитальные вложения (инвестиции), определяемые в соответствии с инвестиционными программами, тыс. руб./год;

$3C_i^{III}$ – расходы на погашение и обслуживание заёмных средств, привлекаемых на реализацию мероприятий инвестиционной программы, тыс. руб./год;

$КД_i$ – экономически обоснованные расходы на выплаты, предусмотренные коллективными договорами, не учитываемые при определении налоговой базы налога на прибыль, тыс. руб./год.

В качестве источника финансирования для организации предусмотрено использование заёмных средств, таким образом статья расходы на капитальные вложения и расходы на погашение и обслуживание заёмных средств будут нулевыми. В соответствии с планированием экономически обоснованные затраты на

выплаты, предусмотренные коллективными договорами, выплата вознаграждений по итогам за отчётный период производиться из прибыли и определяется исходя из полученной каждым работником заработной платы и будет составлять 624,05 тыс. руб. Таким образом нормативная прибыль и для варианта с использованием ППУ изоляции и для варианта с изоляцией из минераловатных плит будут определены по формуле (12.5), как:

$$П^{нту} = П^{мин.в} = 624,05 \text{ тыс. руб./год}$$

Величина, определяющая результаты деятельности регулируемой организации до перехода к долгосрочным параметрам регулирования, рассчитывается по формуле (12.6):

$$\Delta Рез = Рез_i^+ - Рез_i^- + Рез_i^{ЭК}, \quad (12.6)$$

где $Рез_i^+$ – экономически обоснованные расходы регулируемой организации, понесённые в периоды регулирования, тыс. руб./год;

$Рез_i^-$ – доходы регулируемой организации, необоснованно полученные в периоды регулирования, тыс. руб. /год;

$Рез_i^{ЭК}$ – экономия от снижения потребления энергетических ресурсов, холодной воды и теплоносителя, тыс. руб./год.

Величина, определяющая результаты деятельности регулируемой организации до перехода к долгосрочным параметрам регулирования, была определена организацией как $\Delta Рез = 0,0$, тыс. руб./год.

В соответствии с [19, пп. 2–8 п. 33, п. 48] расчётная предпринимательская прибыль регулируемой организации определяется в размере 5 % объёма включаемых в необходимую валовую выручку на очередной период регулирования расходов, за исключением расходов на приобретение тепловой энергии (теплоносителя) и услуг по передаче тепловой энергии (теплоносителя). Таким образом расчётная предпринимательская прибыль составит: 776,77 тыс. руб./год – для варианта с использованием ППУ изоляции; 786,42 тыс. руб./год – для варианта с использованием в качестве изоляции минераловатных плит.

Под расчётной предпринимательской прибылью понимается величина, учитываемая при определении необходимый валовой выручки регулируемой организации при расчёте тарифов и остающаяся в распоряжении регулируемой организации и расходующаяся ею по своему усмотрению. Неподконтрольные, операционные расходы, а также значение нормативной прибыли представлены в таблице 12.10.

Таким образом необходимая валовая выручка регулируемой организации для варианта с использованием ППУ изоляции составит:

$$НВВ_{нту}^Д = 9182,90 + 3249,32 + 18235,66 + 776,77 + 624,05 + 0,00 =$$

						Лист
					13.04.01.2020.122.07 ПЗ	101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$= 32068,70 \text{ тыс. руб./год}$$

Таким образом необходимая валовая выручка регулируемой организации для варианта с изоляцией из минераловатных плит составит:

$$\begin{aligned} HBB_{\text{мин.в}}^D &= 9380,91 + 3251,25 + 20667,54 + 784,42 + 624,05 + 0,00 = \\ &= 34710,17 \text{ тыс. руб./год} \end{aligned}$$

Следовательно, тариф на тепловую энергию будет определяться по формуле (12.7):

$$T = \frac{HBB_i^D}{Q}, \quad (12.7)$$

где Q – плановый полезный отпуск тепловой энергии в соответствии с [20], Гкал.

$$T^{\text{ты}} = \frac{32068,70}{17411,67} = 1841,79 \text{ руб./Гкал}$$

$$T^{\text{мин.в}} = \frac{34710,17}{17411,67} = 1993,50 \text{ руб./Гкал}$$

Все показатели, состав и содержание статей затрат приведены в таблице 12.10.

Таблица 12.10 – Показатели, состав и содержание статей затрат

Статьи затрат	Единицы измерения	ППУ изоляция	Изоляция из минераловатных плит
1	2	3	4
1. Расходы, связанные с производством и реализацией продукции (услуг), всего:	тыс. руб./год	30 428,58	33 058,46
1.1. операционные расходы, связанные с производством и реализацией продукции (услуг), всего:	тыс. руб./год	9 098,95	9 296,96
1.1.1. расходы на сырье и материалы	тыс. руб./год	1 088,44	1 286,45
1.1.2. оплата труда	тыс. руб./год	7 490,40	7 490,40
1.1.3. ремонт основных средств, выполняемый подрядным способом	тыс. руб./год	0,00	0,00
1.1.4. расходы на выполнение работ и ус-	тыс. руб./год	72,28	72,28

луг производственного характера, выполняемых по договорам со сторонними организациями или индивидуальными предпринимателями

Продолжение таблицы 12.10

1	2	3	4
1.1.5. расходы на оплату иных работ и услуг, выполняемых по договорам с организациями	тыс. руб./год	133,98	133,98
1.1.6. арендная плата, концессионная плата, лизинговые платежи	тыс. руб./год	0,00	0,00
1.1.7. расходы на служебные командировки	тыс. руб./год	0,00	0,00
1.1.8. расходы на обучение персонала	тыс. руб./год	13,04	13,04
1.1.9. другие расходы, связанные с производством и (или) реализацией продукции, в том числе	тыс. руб./год	300,81	300,81
1.1.9.1. общехозяйственные расходы	тыс. руб./год	138,15	138,15
1.1.9.2. прочие расходы	тыс. руб./год	162,66	162,66
1.2. неподконтрольные расходы, связанные с производством и реализацией продукции (услуг), всего:	тыс. руб./год	3 093,97	3 093,97
1.2.1. амортизация основных средств и нематериальных активов	тыс. руб./год	260,14	260,14
1.2.2. отчисления на социальные нужды (30,2 % от оплаты труда)	тыс. руб./год	2 262,10	2 262,10
1.2.3. расходы на оплату услуг, оказываемых организациями, осуществляющими регулируемую деятельность	тыс. руб./год	0,00	0,00
1.2.4. плата за выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, размещение отходов и другие виды негативного воздействия на окружающую среду в пределах установленных нормативов и (или) лимитов	тыс. руб./год	0,83	0,83
1.2.5. арендная плата, концессионная плата, лизинговые платежи	тыс. руб./год	0,00	0,00
1.2.6. расходы на обязательное страхование	тыс. руб./год	35,91	35,91
1.2.7. налог на имущество организаций	тыс. руб./год	489,07	489,07
1.2.8. земельный налог (1,5 % от стоимости)	тыс. руб./год	27,06	27,06
1.2.9. транспортный налог (ставка 7,5 руб. за л.с.)	тыс. руб./год	18,86	18,86
1.2.10. водный налог	тыс. руб./год	0,00	0,00
1.2.11. прочие налоги	тыс. руб./год	0,00	0,00
1.3. расходы на топливно-энергетические ресурсы, связанные с производством и реализацией продукции (услуг), всего:	тыс. руб./год	18 235,66	20 667,54

1.3.1. расходы на топливо	тыс. руб./год	14 358,20	16 795,10
1.3.2. расходы на прочие покупаемые энергетические ресурсы	тыс. руб./год	3 870,64	3 868,00

Окончание таблицы 12.10

1	2	3	4
1.3.3. расходы на холодную воду	тыс. руб./год	6,82	4,44
1.3.4. расходы на теплоноситель	тыс. руб./год	0,00	0,00
2. Внереализационные расходы, всего:	тыс. руб./год	83,95	83,95
2.1. внереализационные операционные расходы, всего:	тыс. руб./год	72,18	72,18
2.1.1. расходы на вывод из эксплуатации (в том числе на консервацию) и вывод из консервации	тыс. руб./год	0,00	0,00
2.1.2. расходы на услуги банков	тыс. руб./год	72,18	72,18
2.1.3. другие обоснованные расходы	тыс. руб./год	0,00	0,00
2.2. внереализационные неподконтрольные расходы, всего:	тыс. руб./год	0,00	0,00
2.2.1. расходы по сомнительным долгам	тыс. руб./год	0,00	0,00
2.2.2. расходы на обслуживание заёмных средств	тыс. руб./год	0,00	0,00
2.3. внереализационные расходы на топливно-энергетические ресурсы, всего:	тыс. руб./год	0,00	0,00
2.3.1. расходы, связанные с созданием нормативных запасов топлива	тыс. руб./год	0,00	0,00
3. Расходы, не учитываемые в целях налогообложения, всего:	тыс. руб./год	1 400,82	1 410,47
3.1. нормативная прибыль:	тыс. руб./год	624,05	624,05
3.1.1. расходы на капитальные вложения	тыс. руб./год	0,00	0,00
3.1.2. денежные выплаты социального характера (по коллективному договору)	тыс. руб./год	624,05	624,05
3.2. расчётная предпринимательская прибыль	тыс. руб./год	776,77	786,42
4. Налог на прибыль (20 % от расчётной предпринимательской прибыли)	тыс. руб./год	155,35	157,28
5. Выпадающие доходы / экономия средств	тыс. руб./год	0,00	0,00
6. Необходимая валовая выручка, всего	тыс. руб./год	32 068,70	34 710,17
7. Объём полезного отпуска	Гкал/год	17 411,67	17 411,67
8. Тариф	руб./Гкал	1 841,79	1 993,50

12.3 Сравнение вариантов проектных решений

При рассмотрении капитальных вложений двух вариантов проектных решений замены существующих тепловых сетей были получены следующие результаты:

$$K_1 < K_2 \text{ (2009,82 тыс. руб. < 2052,64 тыс. руб.)}$$

						Лист
						104
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

где K_1 – затраты на реализацию варианта проектного решения с использованием в качестве тепловой изоляции пенополиуретана, тыс. руб.;

K_2 – затраты на реализацию проекта с использованием в качестве тепловой изоляции минераловатные плиты, тыс. руб.

$$u_1 < u_2 (30667,89 \text{ тыс. руб./год} < 33299,70 \text{ тыс. руб./год}),$$

где u_1 – текущие затраты для рассматриваемого варианта с пенополиуретановой изоляцией, тыс. руб./год;

u_2 – текущие затраты для рассматриваемого варианта с изоляцией из минераловатных плит, тыс. руб./год.

$$C_1 < C_2 (1841,79 \text{ руб./Гкал} < 1993,50 \text{ руб./Гкал}),$$

где C_1 – себестоимость 1 Гкал тепловой энергии для рассматриваемого варианта с ППУ изоляцией;

C_2 – себестоимость 1 Гкал тепловой энергии для рассматриваемого варианта с изоляцией из минераловатных плит.

Согласно приведённым данным капитальные и текущие затраты для реализации проекта по повышению энергетической эффективности системы теплоснабжения Верхнеуральского городского поселения с использованием в качестве тепловой изоляции пенополиуретан получились меньше, чем капитальные и текущие затраты с использованием в качестве тепловой изоляции минераловатных плит. Кроме того, себестоимость вырабатываемой 1 Гкал тепловой энергии для первого варианта ниже, чем для второго. Поэтому выбор использования ППУ изоляции будет экономически целесообразным.

12.4 Модель ранжирования проблем теплоэнергетики и теплотехники

Существующая система теплоснабжения, в силу своего физического износа, не способна обеспечить потребителей необходимой тепловой энергией заданных параметров. В связи с чем для обеспечения комфортных условий для проживания населения в связи с улучшением качества предоставления услуг по теплоснабжению, повышения надёжности системы теплоснабжения, а также оптимизации расходов топлива (природного газа) и уменьшения расходов электрической энергии, рассмотрен проект по замене тепловых сетей Верхнеуральского городского поселения с физическим износом сетей, т.е. сетей со сроком службы 20–45 лет, составляющие более 50 % от всей протяжённости на тепловые сети с ППУ изоляцией.

									Лист
									105
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

Проблемы теплоснабжения ранжированы с помощью матрицы проблем по параметрам «степень важности – степень срочности» повышения энергетической и экономической эффективности [16]. Модель ранжирования проблем теплоснабжения Верхнеуральского городского поселения представлена на рисунке 12.1.

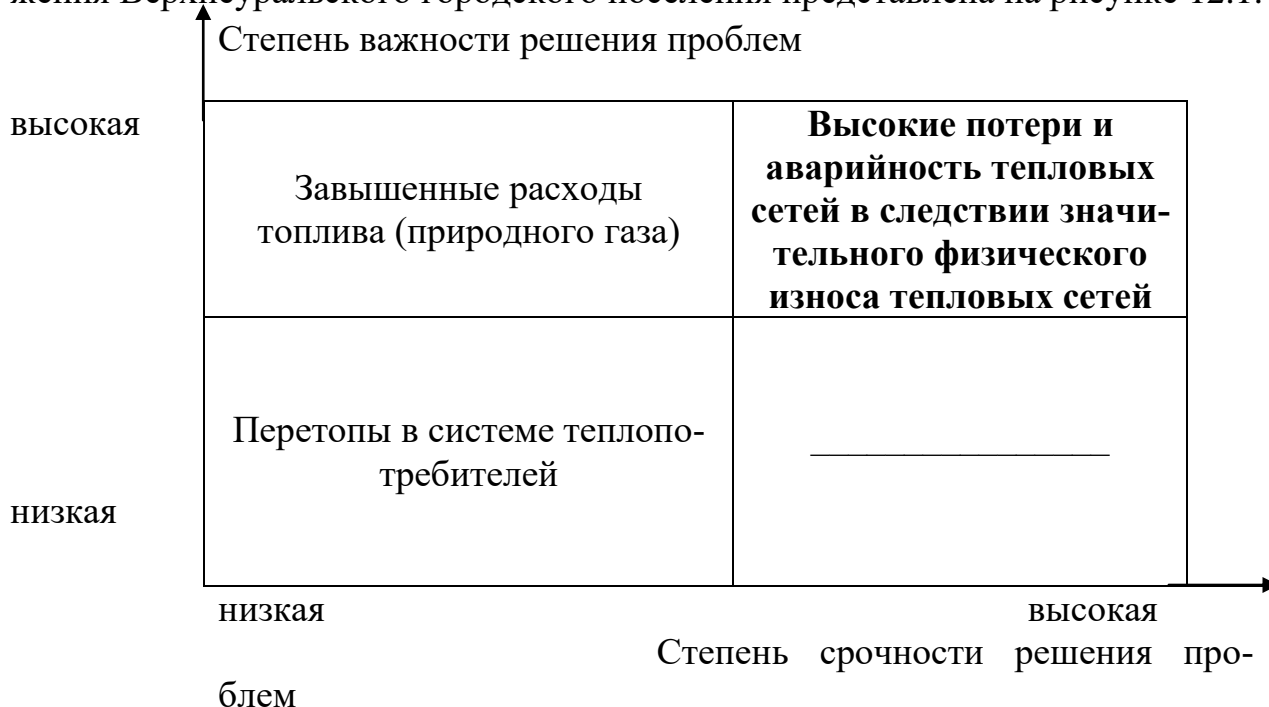


Рисунок 12.1 – Модель ранжирования проблем теплоснабжения Верхнеуральского городского поселения

Избегание перетопов в системе теплопотребителей относится к проблемам с низкой степенью срочности и важности. Это связано с тем, что оборудование котельной работает на технологически возможных параметрах, но в свою очередь выдаваемые параметры теплоносителя не превышают допустимые значения. Данную проблему можно решить за счёт проведения грамотной наладки гидравлического режима работы сетей, а также за счёт установления дроссельных шайб или регулятора температуры.

Оптимизация расходов топлива (природного газа) относится к проблеме высокой степени важности и низкой степени срочности. Оптимизации расхода топлива можно добиться за счёт грамотной эксплуатации теплоэнергетического комплекса оборудования, а также за счёт своевременного проведения режимно-наладочных работ. Согласно правилам технической эксплуатации [69] такие испытания необходимо проводить раз в 3 года, согласно графику. Поэтому данную проблему можно отнести к высокой степени важности, но низкой степени срочности.

Высокие потери и аварийность тепловых сетей относится к проблеме высокой степени важности и высокой степени срочности. С каждым отопительным периодом физический износ тепловых сетей увеличивается, что повышает риски возникновения аварийных ситуаций, а следовательно, возможность длительного отключения теплопотребителей от источника тепловой энергии. В свою очередь из-

нос тепловых сетей ведёт к повышению тепловых потерь, а также к перерасходу энергетических ресурсов, таких как природный газ, вода и электроэнергия, что в конечном итоге влияет на стоимость тепловой энергии, отпускаемой населению и прочим потребителям. Данная проблема является главной для системы теплоснабжения, что является основной причиной разработки выбранных мероприятий по повышению энергетической эффективности источника теплоснабжения.

12.5 Модель причинно-следственной диаграммы

Причинно-следственная диаграмма – это графический метод анализа и формирования причинно-следственных связей, инструментальное средство для систематического определения причин проблемы и последующего её наглядного представления причин возникновения. Диаграмма включает в себя первичные и вторичные факторы возникновения данных потерь [70]. На рисунке 12.2 представлена модель причинно-следственной диаграммы.

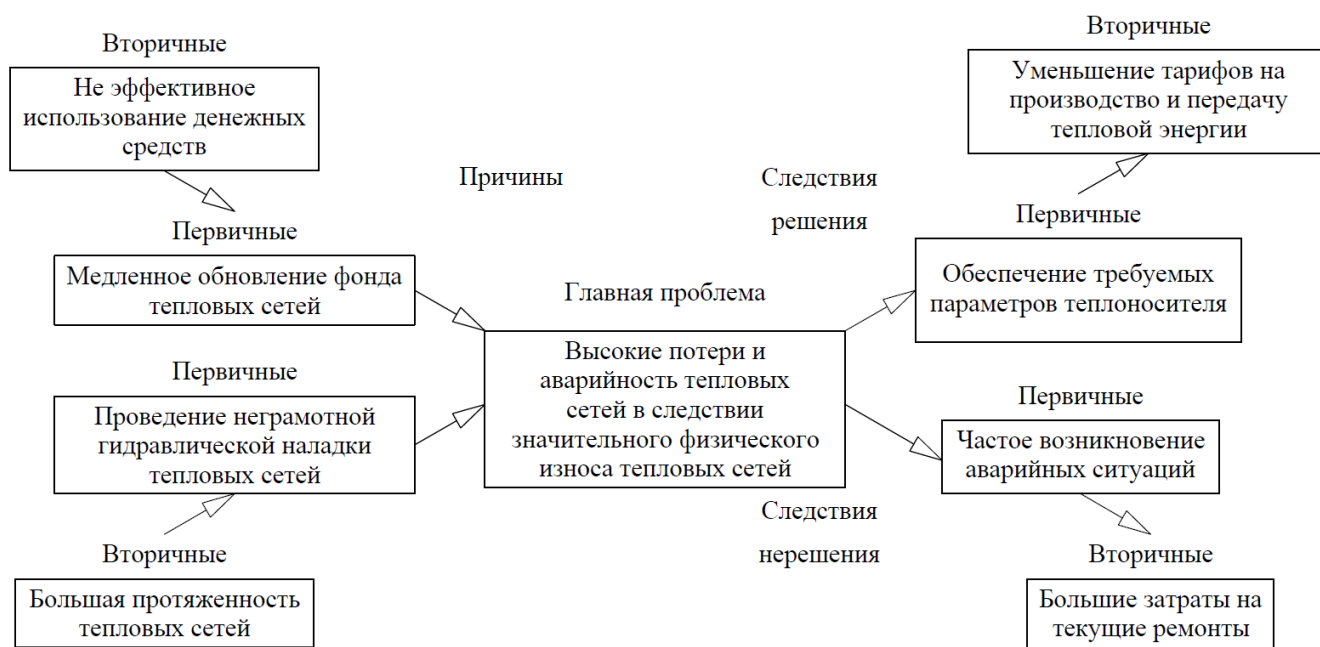


Рисунок 12.2 – Модель причинно-следственной диаграммы

12.6 Качественный анализ вариантов проектных решений

Качественный анализ проекта осуществляется методом SWOT, т.е. составляется матрица размером 2x2, в которой приводятся сильные (S) и слабые (W) стороны, возможности (O) и угрозы (T) каждого решения (оценка внешних и внутренних факторов):

S – Сильные стороны (Strengths) – преимущества проекта;

W – Слабые стороны (Weaknesses) – недостатки проекта;

O – Возможности (Opportunities) – факторы внешней среды, использование которых создаст преимущества проекта на рынке;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

T – Угрозы (Threats) – факторы, которые могут потенциально ухудшить положение проекта на рынке.

Оценка сильных и слабых сторон проекта по отношению к возможностям и угрозам внешней среды определяет наличие у него стратегических перспектив и возможностей их реализации. Понятно, что при этом будут возникать препятствия (угрозы), которые необходимо преодолевать. Отсюда следует переориентация методов управления развитием организации с опоры на ранее достигнутые результаты, освоенные товары и используемые технологии (внутренние факторы), на изучение ограничений, накладываемых внешней рыночной средой (внешние факторы). SWOT-анализ проектного решения при использовании в качестве изоляции ППУ представлен на рисунке 12.3.

<p><u>S:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) наличие у предприятия средств на покупку и установку оборудования; 2) значительное снижение потерь тепловой энергии; 3) значительное снижение затрат на покупку энергетических ресурсов; 4) внедрение системы оперативного диспетчерского контроля (эффективный мониторинг и реагирование); 5) малые затраты на текущие ремонты 6) квалифицированный персонал. 	<p><u>W:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) необходимость создания инфраструктуры для внедрения погодозависимой аппаратуры; 2) необходимость проведения информационно-разъяснительных работ с населением.
---	--

<p><u>О:</u></p> <p>1) наличие специалистов на рынке труда (выпускники вузов технических специальностей, а также выпускников средних специальных учебных заведений);</p> <p>2) высокий спрос на тепловую энергию;</p> <p>3) наличие региональных производителей требуемого оборудования;</p> <p>4) наличие/наработка базы подобных типовых решений.</p>	<p><u>Т:</u></p> <p>1) повышение цен на энергетические ресурсы;</p> <p>2) повышение цен на строительные материалы;</p> <p>3) отсутствие у потребителей тепловой энергии необходимых знаний о энергосбережении и энергоэффективности;</p> <p>4) наличие тепловых источников с более низкими тарифными решениями.</p>
---	---

Рисунок 12.3 – SWOT-анализ проектного ППУ изоляции

SWOT-анализ проектного решения при использовании в качестве изоляции Минеральные плиты представлен на рисунке 12.4.

<p><u>S:</u></p> <p>1) снижение потерь тепловой энергии;</p> <p>2) наличие у предприятия средств на покупку и установку оборудования;</p> <p>3) снижение затрат на покупку энергетических ресурсов;</p> <p>4) квалифицированный персонал.</p>	<p><u>W:</u></p> <p>1) тепловая изоляция подвержена сильному влиянию со стороны погодных условий (быстрый износ);</p> <p>2) отсутствие дистанционного контроля за состоянием тепловой изоляции.</p>
<p><u>О:</u></p> <p>1) наличие специалистов на рынке труда (выпускники вузов технических специальностей, а также выпускников средних специальных учебных заведений);</p> <p>2) высокий спрос на тепловую энергию;</p> <p>3) наличие региональных производителей требуемого оборудования.</p>	<p><u>Т:</u></p> <p>1) повышение цен на энергетические ресурсы;</p> <p>2) повышение цен на строительные материалы;</p> <p>3) наличие тепловых источников с более низкими тарифными решениями;</p> <p>4) периодические затраты на обновление тепловой изоляции.</p>

Рисунок 12.4 – SWOT-анализ проектного с минерало-ватными плитами

Проведение SWOT-анализа, позволяет определить сильные и слабые стороны проектов, а также акцентировать внимание на возможностях и угрозах внешней среды при выборе того или иного вида тепловой изоляции.

Можно сделать вывод о том, что замена тепловых сетей с физическим износом более 50 % на тепловые сети с ППУ изоляцией, является более эффективным и экономичным проектным решением.

12.7 Модель пирамиды целеполагания АО «Челябоблкоммунэнерго»

Видение организации представляет собой обобщённую цель, результат которой будет иметь место в будущем.

Основная общая цель организации – чётко выраженная причина её существования – её миссии.

Цели вырабатываются для осуществления этой миссии в соответствии с принципом SMART. Планирование целей организации.

Первым и самым существенным решением при планировании является выбор целей организации.

На рисунке 12.5 представлена модель пирамиды целеполагания рассматриваемой организации.

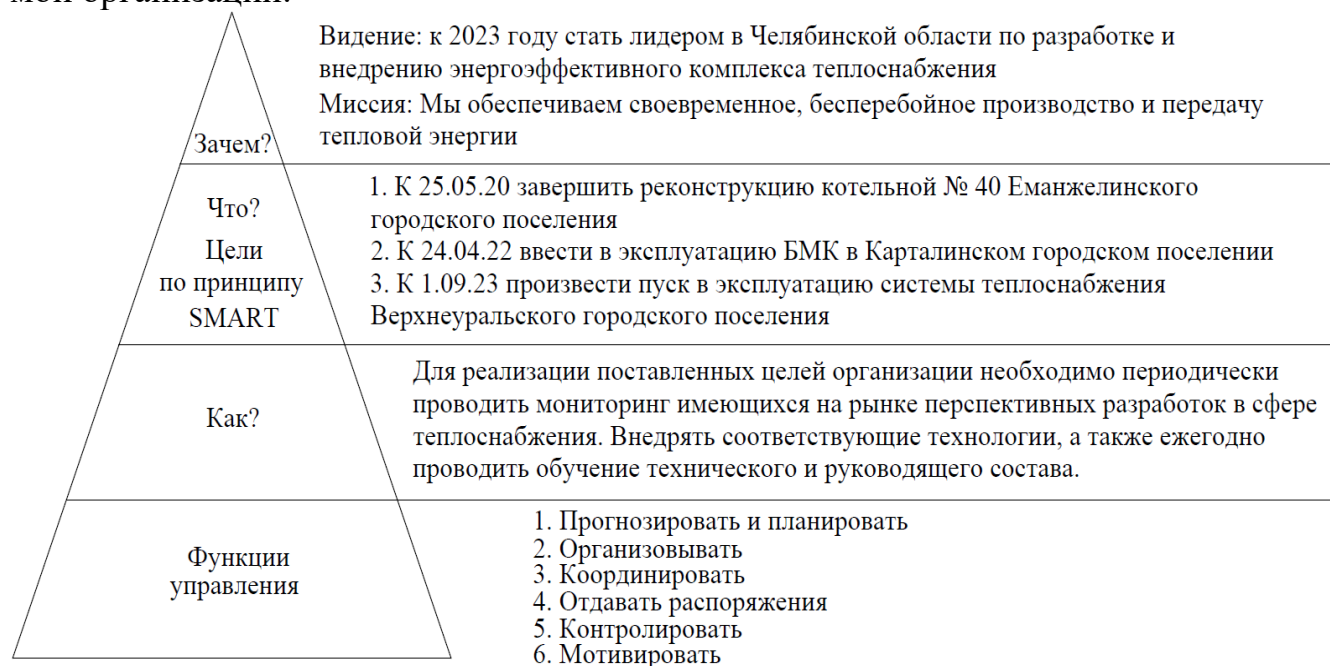


Рисунок 12.5 – Пирамида целеполагания АО «Челябоблкоммунэнерго»

12.8 Планирование целей проекта повышения энергетической эффективности тепловых сетей Верхнеуральского городского поселения

Основные показатели энергетической, экологической и экономической эффективности представлены в таблице 12.11.

Таблица 12.11 – Основные показатели энергетической, экологической и экономической эффективности

Наименование показателей	Единица измерения	Изменения показателей	
		до	после
Показатели энергетической эффективности и энергосбережения			
Потери тепловой энергии	Гкал/год	2 505,41	1 897,64
Потери теплоносителя	м ³ /год	8 674,10	4 696,10
Затраты холодной воды	тыс. м ³ /год	0,29	0,22
Расход электрической энергии	тыс. кВт·ч/год	661,94	661,09
Удельный расход условного топлива на отпуск в сеть	кг у.т./Гкал	161,90	159,00
Полезный отпуск тепловой энергии	Гкал/год	17 411,67	17 411,67
Показатели экономической эффективности			
Капитальные затраты на реализацию проекта	тыс. руб.	–	2 009,82
Годовые текущие затраты	тыс. руб./год	31 407,88	30 667,89
Экономия топлива после реализации проекта	тыс. м ³	–	138,75
Тариф	руб./Гкал	1 884,31	1 841,79

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выпускной квалификационной работы были рассчитаны тепловые нагрузки по всей системе теплоснабжения Верхнеуральского городского поселения Челябинской области и на каждого потребителя в отдельности. С учётом покрытия собственных нужд котельной, тепловая нагрузка по городскому поселению составила $\sum Q = 7,672$ Гкал/час.

В пояснительной записке был произведён расчёт расходов теплоносителя по всему Верхнеуральскому городскому поселению и на каждого потребителя в отдельности, и составил $\sum G = 270,57$ т/ч с учётом нормативных потерь.

В результате гидравлического расчёта были определены располагаемые напоры в системе теплоснабжения, а также произведён расчёт гидравлических параметров в условиях аварийного режима в системе теплоснабжения.

В разделе «сравнение отечественных и зарубежных аналогов» рассмотрен зарубежный опыт и особенности эксплуатации систем централизованного теплоснабжения.

В разделе «вопросы экологии» рассмотрены экологические аспекты строительства тепловых сетей.

В разделе «безопасность жизнедеятельности» описаны меры безопасности в период строительства и эксплуатации тепловых сетей, а в разделе «автоматизация» разработана схема автоматизации ЦТП.

В научно-исследовательской части выпускной квалификационной работы было предложено повышение энергетической эффективности системы теплоснабжения с целью уменьшения нормативных потерь тепловой энергии, теплоносителя, электроэнергии и конечного тарифа для населения. В связи с чем были произведены расчёты нормативных потерь тепловой энергии для двух проектных решений – для изоляции тепловых сетей с ППУ покрытием, и с покрытием из минераловатных плит. Предложено проектное решение по внедрению автоматического регулятора гидравлического режима сети, а также автоматической системы для поддержания параметров в случаях аварийных порывов тепловых сетей. Для безаварийной и экономически эффективной работы тепловых сетей с ППУ изоляцией предусмотрен комплекс систем по оперативному дистанционному контролю.

В разделе «Энергосбережение» были рассмотрены мероприятия по экономии тепловой энергии на участках производства, транспортировки и при передаче потребителю.

В разделе «Экономика и управление» были рассчитаны затраты на реализацию проекта, которые составили 2009,82 тыс. руб. при полезном отпуске тепловой энергии в 17411,67 Гкал тариф на тепловую энергию для населения составил 1841,79 руб./Гкал.

									Лист
									115
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.122.07 ПЗ

ПРИЛОЖЕНИЯ
ПРИЛОЖЕНИЕ А
Тепловые нагрузки по потребителям

В таблице А.1 представлены тепловые нагрузки по потребителям.

Таблица А.1 – Тепловые нагрузки по потребителям

Адрес подключения	Максимальный часовой расход тепла на отопление Q_o^{max} , МВт	Максимальный часовой расход тепла на вентиляцию Q_v^{max} , МВт	Годовой расход тепла на отопление $Q_o^{год}$, МВт	Годовой расход тепла на вентиляцию $Q_v^{год}$, МВт	Объем отапливаемой части здания V , м ³
1	2	3	4	5	6
ул. Первомайская, 81	0,016	0,008	44,525	22,262	1 659,25
ул. Первомайская, 81(1)	0,004	0,002	9,620	4,672	354,60
ул. Комсомольская, 23	0,150	–	411,166	–	5 653,91
ул. Комсомольская, 21	0,056	–	153,088	–	2 105,79
ул. Комсомольская, 19	0,100	–	275,943	–	3 794,33
ул. Комсомольская, 17	0,103	–	282,539	–	3 886,06
ул. Пушкина, 2	0,085	–	233,892	–	3 216,69
ул. Комсомольская, 25	0,089	–	243,512	–	3 350,44
ул. Комсомольская, 20	0,087	–	237,740	–	3 268,18
ул. Комсомольская, 10	0,132	–	362,519	–	4 983,94
ул. Октябрьская, 187	0,096	0,006	262,476	17,040	3 610,25
ул. Октябрьская, 178	0,051	0,003	140,995	7,421	1 937,80
ул. Октябрьская, 185	0,117	0,008	322,666	21,988	4 438,15
ул. Пушкина, 4	0,085	–	232,518	–	3 195,97
ул. Мира, 169	0,086	–	235,541	–	3 240,36
ул. Мира, 168а	0,130	–	356,747	–	4 906,41
ул. Мира, 168	0,084	–	229,769	–	3 160,46
ул. Мира, 174	0,083	–	227,845	–	3 132,05
ул. Мира, 169а	0,188	0,094	516,706	258,353	19 286,00

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
ул. Мира, 173	0,093	–	256,704	–	3 530,96
ул. Мира, 167	0,101	–	278,691	–	3 831,61
ул. Мира, 166	0,146	–	402,371	–	5 564,81
ул. Комсомольская, 27	0,088	–	241,038	–	3 314,93
ул. Комсомольская, 29	0,088	–	241,862	–	3 326,77
ул. Комсомольская, 31	0,088	–	241,313	–	3 318,48
ул. Октябрьская, 180	0,090	–	246,260	–	3 388,32
ул. Октябрьская, 189	0,119	–	327,064	–	4 498,03
ул. Октябрьская, 191	0,090	–	246,535	–	3 391,28
ул. Октябрьская, 193	0,088	–	242,412	–	3 332,10
ул. Октябрьская, 195	0,088	–	242,412	–	3 332,10
ул. Первомайская, 79	0,014	–	37,104	–	510,17
ул. Первомайская, 78	0,014	–	39,303	–	540,36
ул. Первомайская, 77	0,011	–	31,057	–	427,90
ул. Первомайская, 76	0,010	–	26,385	–	361,03
ул. Первомайская, 75а	0,013	–	35,180	–	485,31
ул. Комсомольская, 6	0,024	–	65,688	–	902,57
ул. Комсомольская, 11	0,027	–	74,483	–	1 023,89
ул. Комсомольская, 4	0,025	–	69,810	–	958,79
ул. Комсомольская, 4а	0,025	–	69,810	–	958,79
ул. Комсомольская, 4	0,027	–	74,483	–	1 023,89
ул. Партизанская, 2а	0,009	–	25,835	–	356,29
ул. Партизанская, 1а	0,008	–	21,713	–	299,47
ул. Октябрьская, 176	0,024	–	65,138	–	895,46
ул. Октябрьская, 172	0,012	–	33,256	–	457,50
ул. Октябрьская, 170а	0,014	–	38,478	–	527,34
ул. Пушкина, 4а	0,009	0,005	24,461	12,368	914,58
ул. Пушкина, 4б	0,009	0,005	24,461	12,368	914,58
ул. Мира, 171	0,080	–	220,699	–	3 034,99
ул. Мира, 170	0,114	–	312,772	–	4 299,76

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
ул. Мира, 164а	0,141	–	387,804	–	5 332,42
ул. Мира, 164	0,095	–	261,651	–	3 600,20
ул. Мира, 165	0,093	–	254,230	–	3 496,63
ул. Мира, 172	0,101	–	277,592	–	3 817,41
ул. Пушкина, 8	0,102	0,009	281,440	24,461	3 871,42
ул. Мира, 163	0,145	0,002	397,699	4,947	5 468,04
ул. Пушкина, 19	0,099	–	271,271	–	3 730,41
ул. Советская, 110	0,189	0,095	519,455	259,727	19 349,03
ул. Советская, 110к1	0,131	0,066	360,595	180,297	13 428,63
ул. Советская, 110 (сооружение)	0,019	0,009	51,396	25,561	1 911,41
ул. Советская, 110 (сооружение)	0,031	0,015	84,927	42,326	3 162,37
ул. Советская, 110 к2	0,043	0,022	119,007	59,366	4 430,08
ул. Советская, 110а	0,005	0,002	13,193	6,596	490,53
ул. Мира, 125	0,125	0,007	342,180	19,514	4 707,80
ул. Мира, 115 СОШ№1	0,376	0,188	1 033,687	516,706	38 497,60
ул. Магнитогорская, 2	0,017	0,008	45,624	22,812	1 694,71
ул. Магнитогорская, 2 (сооружение)	0,001	–	2,199	1,099	79,79
ул. Магнитогорская, 2/1	0,032	0,016	86,576	43,151	3 220,49
ул. Магнитогорская, 2/2	0,519	0,260	1 426,164	713,219	53 116,13
ул. Энергетиков, 104	0,047	0,023	128,077	64,039	4 774,83
ул. Братьев Каширинных, 100	0,085	–	234,717	–	3 227,34
ул. Энергетиков, 1в	0,006	0,003	17,315	8,520	640,26
ул. Ленина, 83	0,079	0,006	216,027	16,216	2 969,67
ул. Ленина, 89	0,147	–	402,921	–	5 542,05
ул. Титова, 3	0,063	0,010	174,251	26,385	2 396,47
ул. Ленина, 81а	0,113	–	311,398	–	4 283,19
ул. Ленина, 87	0,140	–	385,056	–	5 294,07

Окончание таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
ул. Ленина, 79	0,083	–	229,220	–	3 153,95
ул. Ленина, 81	0,098	–	267,973	–	3 687,20
ул. Ленина, 77	0,057	–	157,485	–	2 166,28
ул. Ленина, 85	0,002	0,001	6,596	3,298	89,11
ул. Титова, 6 Д/С №5	0,047	0,023	128,077	64,039	4 774,83
ул. Титова, 6 (сооружение)	0,005	0,003	14,017	7,146	524,52
ул. Розы Люксембург, 107	0,135	–	371,039	–	5 101,12
ул. Титова, 16	0,088	–	241,038	–	3 314,34
ул. Братьев Кашириных, 92	0,086	–	235,816	–	3 243,91
ул. Братьев Кашириных, 94	0,136	–	374,337	–	5 147,29
Итого:			19 148,630	2 465,90	372 638,23

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Гидравлический расчёт участков трубопровода Верхнеуральского городского поселения

В таблице Б.1 представлен гидравлический расчёт участков трубопровода Верхнеуральского городского поселения.

Таблица Б.1 – Гидравлический расчёт участков трубопровода Верхнеуральского городского поселения

Участок	Расход теплоносителя G , т/ч	Характеристика трубы		Коэффициент α	Длина участка трубопровода			Скорость теплоносителя на участке v , м/с	Потеря давления		Суммарная потеря давления $H = \sum \Delta H \cdot 10^{-3}$, м. вод. ст.
		Условный проход D_3 , мм	Наружный диаметр · толщина стенки $D_H \cdot s$, мм		по плану L , м	Эквивалентная местным со-протвлениям $l_3 = l \cdot \alpha$, м	приведённая $l_{пр} = l + l_3$, м		Удельная на трение Δh , кгс/(м ² ·м)	на участке $\Delta H = \Delta h \cdot l_{пр}$, кгс/м ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Главная магистраль											
Котельная № 83 – ТК1	270,482	300	325x12,5	0,5	43,0	21,50	64,50	1,04	3,82	246,65	0,247
ТК1 – Старая котельная	181,501	300	325x12,5	0,5	118,0	59,00	177,00	0,71	2,12	374,89	0,375
Старая котельная – ТК2	101,091	200	219x9,5	0,5	11,0	5,50	16,50	0,87	4,41	72,70	0,073
ТК2 – ул. Первомайская, 81	0,837	50	57x3,5	0,3	10,0	3,00	13,00	0,13	0,63	8,18	0,008
ТК2 – ТК3	100,254	200	219x9,5	0,5	32,0	16,00	48,00	0,86	4,33	207,95	0,208
ТК3 – ул. Первомайская, 81(1)	0,179	32	38x3,0	0,3	12,0	3,60	15,60	0,10	0,72	11,23	0,011
ТК3 – ТК5	100,075	200	219x9,5	0,5	85,0	42,50	127,50	0,86	4,32	550,37	0,550

ТК5 – ул. Комсомольская, 23	5,145	50	57x3,5	0,3	13,0	3,90	16,90	0,76	21,36	360,98	0,361
-----------------------------	-------	----	--------	-----	------	------	-------	------	-------	--------	-------

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Старая котельная – ТК101(02)	51,122	200	219x9,5	0,5	1 147,0	573,50	1 720,50	0,44	1,13	1 945,01	1,945
ТК101(02) – ТК101(01)	5,666	200	219x9,5	0,5	35,0	17,50	52,50	0,34	0,66	34,65	0,035
ТК101(01) – ул. Энергетиков, 104	2,406	125	133x4,0	0,3	10,0	3,00	13,00	0,10	0,13	1,69	0,002
ТК101(01) – ТК101	3,260	200	219x9,5	0,5	72,0	36,00	108,00	0,34	0,66	71,28	0,071
ТК101 – ул. Братьев Кашириных, 100	2,937	100	108x4,0	0,3	69,0	20,70	89,70	0,13	0,27	24,22	0,024
ТК101 – ТК102	0,323	200	219x9,5	0,5	79,0	39,50	118,50	0,34	0,66	78,21	0,078
ТК102 – ТК102(1)	0,323	200	219x9,5	0,5	28,0	14,00	42,00	0,34	0,66	27,72	0,028
ТК102(1) – ул. Энергетиков, 1в	0,323	100	108x4,0	0,3	90,0	27,00	117,00	0,13	0,27	31,59	0,032
Старая котельная – УТ-1	29,288	200	219x9,5	0,5	515,0	257,50	772,50	0,34	0,66	509,85	0,510
УТ-1 – ул. Магнитогорская, 2	0,894	100	108x4,0	0,3	25,0	7,50	32,50	0,13	0,27	8,78	0,009
Баня – ул. Магнитогорская, 2 (сооружение)	0,040	32	38x3,0	0,3	12,0	3,60	15,60	0,10	0,72	11,23	0,011
УТ-1 – УТ-2	28,394	200	219x9,5	0,5	60,0	30,00	90,00	0,34	0,66	59,40	0,059
УТ-2 – ул. Магнитогорская, 2/1	1,623	70	76x3,0	0,3	9,0	2,70	11,70	0,12	0,41	4,84	0,005
УТ-2 – ул. Магнитогорская, 2/2	26,771	150	159x4,5	0,3	35,0	10,50	45,50	0,44	1,69	77,01	0,077
Ответвление 1											
ТК5 – ТК6	69,541	200	219x9,5	0,3	30,0	9,00	39,00	0,60	2,08	81,22	0,081
ТК6 – ул. Комсомольская, 21	1,916	50	57x3,5	0,3	14,0	4,20	18,20	0,28	3,00	54,69	0,055
ТК6 – ТК7	67,625	200	219x9,5	0,3	41,0	12,30	53,30	0,59	1,97	104,97	0,105
ТК7 – ТК7/1	9,916	200	219x9,5	0,3	19,0	5,70	24,70	0,34	0,66	16,30	0,016
ТК7/1 – ул. Комсомоль-	3,453	50	57x3,5	0,3	10,0	3,00	13,00	0,51	9,62	125,02	0,125

ская, 19												
TK7/1 – TK8	6,463	200	219x9,5	0,3	68,0	20,40	88,40	0,34	0,66	58,34	0,058	

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TK8 – ул. Комсомольская, 17	3,536	50	57x3,5	0,3	10,0	3,00	13,00	0,52	10,07	130,87	0,131
TK8 – TK9	2,927	50	57x3,5	0,3	35,0	10,50	45,50	0,43	6,91	314,39	0,314
TK9 – ул. Пушкина, 2	2,927	50	57x3,5	0,3	5,0	1,50	6,50	0,43	6,91	44,91	0,045
Ответвление 2											
TK7 – TK10	57,709	200	219x9,5	0,3	28,0	8,40	36,40	0,50	1,44	52,25	0,052
TK10 – ул. Комсомольская, 25	3,049	50	57x3,5	0,3	6,0	1,80	7,80	0,45	7,50	58,50	0,059
TK10 – ул. Комсомольская, 20	2,974	50	57x3,5	0,3	26,0	7,80	33,80	0,44	7,14	241,17	0,241
TK10 – TK11	51,686	200	219x9,5	0,3	36,0	10,80	46,80	0,45	1,16	54,09	0,054
TK11 – ул. Комсомольская, 10	4,535	50	57x3,5	0,3	7,0	2,10	9,10	0,67	16,61	151,17	0,151
TK11 – TK12	47,151	200	219x9,5	0,3	59,0	17,70	76,70	0,41	0,96	73,33	0,073
TK12 – TK13	10,722	100	108x4,0	0,3	72,0	21,60	93,60	0,40	2,32	216,93	0,217
TK12 (отв.1) – ул. Октябрьская, 187	3,500	50	57x3,5	0,3	13,0	3,90	16,90	0,52	9,88	166,97	0,167
TK12 – ул. Октябрьская, 178	1,855	50	57x3,5	0,3	35,0	10,50	45,50	0,27	2,83	128,54	0,129
TK13 – ул. Октябрьская, 185	4,314	50	57x3,5	0,3	13,0	3,90	16,90	0,64	15,00	253,47	0,253
TK13 – ул. Пушкина, 4	2,908	50	57x3,5	0,3	26,0	7,80	33,80	0,43	6,82	230,46	0,230
Ответвление 3											
TK12 – TK14	34,574	150	159x4,5	0,3	113,0	33,90	146,90	0,57	2,82	414,53	0,415
TK14 – TK15	34,574	150	159x4,5	0,3	23,0	6,90	29,90	0,57	2,82	84,37	0,084
TK15 – ул. Мира, 169	2,948	50	57x3,5	0,3	18,0	5,40	23,40	0,43	7,01	164,04	0,164
TK15 – ул. Мира, 168а	4,464	50	57x3,5	0,3	9,0	2,70	11,70	0,66	16,08	188,14	0,188
TK15 – TK16	27,162	150	159x4,5	0,3	51,0	15,30	66,30	0,44	1,74	115,43	0,115

TK16 – TK17	27,162	100	108x4,0	0,3	18,0	5,40	23,40	1,00	14,88	348,15	0,348
TK17 – ул. Мира, 168	2,876	50	57x3,5	0,3	13,0	3,90	16,90	0,43	6,66	112,64	0,113

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TK17 – TK18	24,286	100	108x4,0	0,3	62,0	18,60	80,60	0,90	11,89	958,01	0,958
TK18 – TK19	11,734	100	108x4,0	0,3	15,0	4,50	19,50	0,43	2,78	54,26	0,054
TK18 – ул. Мира, 174	2,850	50	57x3,5	0,3	46,0	13,80	59,80	0,42	6,55	391,69	0,392
TK18 – ул. Мира, 169а	9,702	80	89x4,5	0,3	44,0	13,20	57,20	0,53	5,45	311,76	0,312
TK19 – ул. Мира, 173	3,213	50	57x3,5	0,3	14,0	4,20	18,20	0,47	8,33	151,56	0,152
TK19 – TK20	8,521	100	108x4,0	0,3	43,0	12,90	55,90	0,31	1,47	82,04	0,082
TK20 – TK21	8,521	100	108x4,0	0,3	36,0	10,80	46,80	0,31	1,47	68,68	0,069
TK21 – ул. Мира, 167	3,486	50	57x3,5	0,3	10,0	3,00	13,00	0,52	9,80	127,42	0,127
TK21 – ул. Мира, 166	5,035	50	57x3,5	0,3	40,0	12,00	52,00	0,75	20,48	1 064,96	1,065
Ответвление 4											
TK5 – TK22	25,389	150	159x4,5	0,3	51,0	15,30	66,30	0,42	1,52	100,81	0,101
TK22 – ул. Комсомольская, 27	3,016	50	57x3,5	0,3	5,0	1,50	6,50	0,44	7,34	47,70	0,048
TK22 – TK23	22,373	150	159x4,5	0,3	48,0	14,40	62,40	0,37	1,18	73,70	0,074
TK23 – TK24	6,047	100	108x4,0	0,3	29,0	8,70	37,70	0,22	0,76	28,72	0,029
TK24 – TK25	6,047	100	108x4,0	0,3	3,0	0,90	3,90	0,22	0,76	2,97	0,003
TK25 – ул. Комсомольская, 29	3,027	80	89x4,5	0,3	12,0	3,60	15,60	0,19	0,71	11,08	0,011
TK25 – ул. Комсомольская, 31	3,020	100	108x4,0	0,3	18,0	5,40	23,40	0,13	0,27	6,32	0,006
TK23 – TK26	16,326	150	159x4,5	0,3	55,0	16,50	71,50	0,27	0,64	45,96	0,046
TK26 – ул. Октябрьская, 180	3,083	50	57x3,5	0,3	15,0	4,50	19,50	0,46	7,67	149,50	0,150
TK26 – TK27	13,243	150	159x4,5	0,3	60,0	18,00	78,00	0,21	0,43	33,90	0,034
TK27 – ул. Октябрьская, 189	4,093	50	57x3,5	0,3	8,0	2,40	10,40	0,60	13,50	140,45	0,140
TK27 – TK28	9,150	150	159x4,5	0,3	53,0	15,90	68,90	0,20	0,36	24,80	0,025

TK28 – ул. Октябрьская, 191	3,086	80	89x4,5	0,3	11,0	3,30	14,30	0,19	0,71	10,15	0,010
-----------------------------	-------	----	--------	-----	------	------	-------	------	------	-------	-------

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TK28 – ул. Октябрьская, 193	3,032	50	57x3,5	0,3	30,0	9,00	39,00	0,45	7,42	289,26	0,289
TK28 – TK29	3,032	100	108x4,0	0,3	60,0	18,00	78,00	0,13	0,27	21,06	0,021
TK29 – ул. Октябрьская, 195	3,032	50	57x3,5	0,3	9,0	2,70	11,70	0,45	7,42	86,78	0,087
Ответвление 5											
TK1 – TK31	88,981	200	219x9,5	0,3	132,0	39,60	171,60	0,77	3,41	585,59	0,586
TK31 – TK31(ОТВ.1)	88,981	200	219x9,5	0,3	36,0	10,80	46,80	0,77	3,41	159,71	0,160
TK31(ОТВ.1) – TK32	2,116	100	108x4,0	0,3	120,0	36,00	156,00	0,13	0,27	42,12	0,042
TK32 – ул. Первомайская, 79	0,464	50	57x3,5	0,3	8,0	2,40	10,40	0,10	0,44	4,58	0,005
TK32 – TK33	1,652	100	108x4,0	0,3	62,0	18,60	80,60	0,13	0,27	21,76	0,022
TK33 – TK34	1,160	50	57x3,5	0,3	23,0	6,90	29,90	0,17	1,16	34,68	0,035
TK33 – ул. Первомайская, 78	0,492	50	57x3,5	0,3	6,0	1,80	7,80	0,10	0,44	3,43	0,003
TK34 – ул. Первомайская, 77	0,389	32	38x3,0	0,3	7,0	2,10	9,10	0,13	1,20	10,92	0,011
TK34 – TK35	0,771	50	57x3,5	0,3	40,0	12,00	52,00	0,11	0,53	27,53	0,028
TK35 – ул. Первомайская, 76	0,329	50	57x3,5	0,3	7,0	2,10	9,10	0,10	0,44	4,00	0,004
TK35 – TK36	0,442	50	57x3,5	0,3	43,0	12,90	55,90	0,10	0,44	24,60	0,025
TK36 – ул. Первомайская, 75а	0,442	32	38x3,0	0,3	7,0	2,10	9,10	0,15	1,52	13,87	0,014
Ответвление 6											
TK31(ОТВ.1) – TK31(ОТВ.2)	86,865	200	219x9,5	0,3	86,0	25,80	111,80	0,75	3,25	363,54	0,364
TK31(ОТВ.2) – TK38	5,025	100	108x4,0	0,3	40,0	12,00	52,00	0,18	0,54	27,82	0,028
TK38 – TK39	5,025	100	108x4,0	0,3	37,0	11,10	48,10	0,18	0,54	25,73	0,026

ТК39 – ул. Комсомольская, 6	0,821	50	57x3,5	0,3	3,0	0,90	3,90	0,12	0,60	2,35	0,002
-----------------------------	-------	----	--------	-----	-----	------	------	------	------	------	-------

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТК39 – ул. Комсомольская, 11	0,932	40	45x2,5	0,3	19,0	5,70	24,70	0,22	2,39	58,94	0,059
ТК39 – ТК40	3,272	100	108x4,0	0,3	40,0	12,00	52,00	0,13	0,27	14,04	0,014
ТК40 – ул. Комсомольская, 4	0,872	50	57x3,5	0,3	3,0	0,90	3,90	0,13	0,68	2,66	0,003
ТК40 – ТК41	2,400	100	108x4,0	0,3	42,0	12,60	54,60	0,13	0,27	14,74	0,015
ТК41 – ул. Комсомольская, 4а	0,872	50	57x3,5	0,3	3,0	0,90	3,90	0,13	0,68	2,66	0,003
ТК41 – ТК42	1,528	100	108x4,0	0,3	33,0	9,90	42,90	0,13	0,27	11,58	0,012
ТК42 – ТК43	1,528	100	108x4,0	0,3	7,0	2,10	9,10	0,13	0,27	2,46	0,002
ТК43 – ТК44	1,528	80	89x4,5	0,3	59,0	17,70	76,70	0,19	0,71	54,46	0,054
ТК44 – ул. Комсомольская, 2	0,932	32	38x3,0	0,3	26,0	7,80	33,80	0,32	6,50	219,56	0,220
ТК44 – ул. Партизанская, 2а	0,324	50	57x3,5	0,3	7,0	2,10	9,10	0,10	0,44	4,00	0,004
ТК44 – ТК45	0,272	50	57x3,5	0,3	42,0	12,60	54,60	0,10	0,44	24,02	0,024
ТК45 – ул. Партизанская, 1а	0,272	40	45x2,5	0,3	4,0	1,20	5,20	0,10	0,55	2,86	0,003
Ответвление 7											
ТК31(ОТВ.2) – ТК49	81,840	200	219x9,5	0,3	74,0	22,20	96,20	0,70	2,89	277,90	0,278
ТК49 – ТК50	1,711	50	57x3,5	0,3	33,0	9,90	42,90	0,25	2,43	104,19	0,104
ТК50 – ул. Октябрьская, 176	0,815	40	45x2,5	0,3	8,0	2,40	10,40	0,19	1,84	19,13	0,019
ТК50 – ТК51	0,896	50	57x3,5	0,3	55,0	16,50	71,50	0,13	0,71	51,08	0,051
ТК51 – ТК52	0,896	40	45x2,5	0,3	28,0	8,40	36,40	0,21	2,20	80,17	0,080
ТК52 – ул. Октябрьская, 172	0,416	40	45x2,5	0,3	8,0	2,40	10,40	0,10	0,55	5,72	0,006
ТК52 – ТК53	0,480	40	45x2,5	0,3	46,0	13,80	59,80	0,11	0,65	38,87	0,039

ТК53 – ул. Октябрьская, 170а	0,480	32	38x3,0	0,3	8,0	2,40	10,40	0,16	1,82	18,93	0,019
------------------------------	-------	----	--------	-----	-----	------	-------	------	------	-------	-------

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ответвление 8											
ТК49 – ТК54	80,129	200	219x9,5	0,3	39,0	11,70	50,70	0,69	2,77	140,39	0,140
ТК54 – ул. Пушкина, 4а	0,461	50	57x3,5	0,3	28,0	8,40	36,40	0,10	0,44	16,02	0,016
ТК54 – ТК54/1	79,668	200	219x9,5	0,3	169,0	50,70	219,70	0,69	2,74	601,27	0,601
ТК54/1 – ул. Пушкина, 4б	0,461	50	57x3,5	0,3	22,0	6,60	28,60	0,10	0,44	12,58	0,013
ТК54/1 – ТК54/1(ОТВ)	79,207	200	219x9,5	0,3	64,0	19,20	83,20	0,68	2,70	225,01	0,225
ТК54/1(ОТВ) – ТК55	30,324	150	159x4,5	0,3	39,0	11,70	50,70	0,50	2,17	109,95	0,110
ТК55 – ул. Мира, 171	2,762	40	45x2,5	0,3	17,0	5,10	22,10	0,64	20,27	447,92	0,448
ТК55 – ТК56	15,222	100	108x4,0	0,3	20,0	6,00	26,00	0,56	4,68	121,68	0,122
ТК56 – ул. Мира, 170	3,912	50	57x3,5	0,3	20,0	6,00	26,00	0,58	12,37	321,67	0,322
ТК56 – ТК57	11,310	100	108x4,0	0,3	65,0	19,50	84,50	0,42	2,58	218,23	0,218
ТК57 – ул. Мира, 164а	4,852	50	57x3,5	0,3	7,0	2,10	9,10	0,72	19,02	173,05	0,173
ТК57 – ТК58	6,458	100	108x4,0	0,3	63,0	18,90	81,90	0,24	0,86	70,80	0,071
ТК58 – ул. Мира, 164	3,276	50	57x3,5	0,3	9,0	2,70	11,70	0,49	8,66	101,27	0,101
ТК58 – ТК59	3,182	50	57x3,5	0,3	28,0	8,40	36,40	0,47	8,17	297,32	0,297
ТК59 – ул. Мира, 165	3,182	50	57x3,5	0,3	14,0	4,20	18,20	0,47	8,17	148,66	0,149
Ответвление 9											
ТК55 – ТК60	12,340	100	108x4,0	0,3	31,0	9,30	40,30	0,45	3,07	123,85	0,124
ТК60 – ул. Мира, 172	3,474	50	57x3,5	0,3	15,0	4,50	19,50	0,51	9,73	189,82	0,190
ТК60 – ТК61	8,866	100	108x4,0	0,3	64,0	19,20	83,20	0,32	1,59	132,43	0,132
ТК61 – ул. Пушкина, 8	3,830	50	57x3,5	0,3	10,0	3,00	13,00	0,57	11,81	153,53	0,154
ТК61 – ул. Мира, 163	5,036	50	57x3,5	0,3	38,0	11,40	49,40	0,75	20,49	1 012,11	1,012
Ответвление 10											
ТК54/1(ОТВ) – ТК62	48,883	200	219x9,5	0,3	141,0	42,30	183,30	0,42	1,03	189,56	0,190
ТК62 – ТК63	24,951	150	159x4,5	0,3	69,0	20,70	89,70	0,41	1,46	131,38	0,131
ТК63 – ул. Пушкина, 19	3,394	50	57x3,5	0,3	50,0	15,00	65,00	0,50	9,29	603,69	0,604

TK63 – TK63/1	21,557	150	159x4,5	0,3	58,0	17,40	75,40	0,35	1,10	82,62	0,083
---------------	--------	-----	---------	-----	------	-------	-------	------	------	-------	-------

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TK63/1 – ул. Советская, 110	9,752	150	159x4,5	0,3	18,0	5,40	23,40	0,20	0,36	8,42	0,008
TK63/1 – TK63/2	11,805	150	159x4,5	0,3	141,0	42,30	183,30	0,20	0,36	65,99	0,066
TK63/2 – ул. Советская, 110к1	6,768	100	108x4,0	0,3	25,0	7,50	32,50	0,25	0,94	30,62	0,031
TK63/2 – TK63/3	5,037	150	159x4,5	0,3	8,0	2,40	10,40	0,20	0,36	3,74	0,004
TK63/3 – ул. Советская, 110 (сооружение)	0,963	80	89x4,5	0,3	7,0	2,10	9,10	0,19	0,71	6,46	0,006
TK63/3 – TK63/4	4,074	150	159x4,5	0,3	42,0	12,60	54,60	0,20	0,36	19,66	0,020
TK63/4 – ул. Советская, 110 (сооружение)	1,841	150	159x4,5	0,3	29,0	8,70	37,70	0,20	0,36	13,57	0,014
TK63/4 – TK63/5	2,233	80	89x4,5	0,3	64,0	19,20	83,20	0,19	0,71	59,07	0,059
TK63/5 – ул. Советская, 110 к2	2,233	70	76x3,0	0,3	26,0	7,80	33,80	0,17	0,77	25,96	0,026
Гараж 1кн – ул. Советская, 110а	0,247	32	38x3,0	0,3	2,0	0,60	2,60	0,10	0,72	1,87	0,002
Ответвление 11											
TK62 – TK64	23,932	150	159x4,5	0,3	79,0	23,70	102,70	0,39	1,35	138,90	0,139
TK64 – TK65	23,932	150	159x4,5	0,3	37,0	11,10	48,10	0,39	1,35	65,06	0,065
TK65 – TK66	4,529	70	76x3,0	0,3	26,0	7,80	33,80	0,35	2,98	100,65	0,101
TK66 – TK67	4,529	50	57x3,5	0,3	25,0	7,50	32,50	0,67	16,57	538,44	0,538
TK67 – ул. Мира, 125	4,529	50	57x3,5	0,3	7,0	2,10	9,10	0,67	16,57	150,76	0,151
TK65 – TK65/1	19,403	150	159x4,5	0,3	81,0	24,30	105,30	0,32	0,89	93,75	0,094
TK65/1 – TK68	19,403	150	159x4,5	0,3	150,0	45,00	195,00	0,32	0,89	173,61	0,174
TK68 – TK69	19,403	100	108x4,0	0,3	67,0	20,10	87,10	0,72	7,61	662,69	0,663
TK69 – ул. Мира, 115	19,403	100	108x4,0	0,3	12,0	3,60	15,60	0,72	7,61	118,69	0,119
Ответвление 12											
TK101(02) – TK103	45,456	150	159x4,5	0,3	144,0	43,20	187,20	0,75	4,88	912,74	0,913

ТК103 – ТК104	27,492	150	159x4,5	0,3	11,0	3,30	14,30	0,45	1,78	25,51	0,026
---------------	--------	-----	---------	-----	------	------	-------	------	------	-------	-------

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТК104 – ул. Ленина, 83	2,905	50	57x3,5	0,3	8,0	2,40	10,40	0,43	6,80	70,76	0,071
ТК104 – ул. Ленина, 89	5,043	50	57x3,5	0,3	49,0	14,70	63,70	0,75	20,54	1 308,65	1,309
ТК104 – ТК106	19,544	100	108x4,0	0,3	38,0	11,40	49,40	0,72	7,72	381,36	0,381
ТК106 – ТК107	19,544	100	108x4,0	0,3	41,0	12,30	53,30	0,72	7,72	411,46	0,411
ТК107 – ул. Титова, 3	2,512	50	57x3,5	0,3	6,0	1,80	7,80	0,37	5,09	39,70	0,040
ТК107 – ТК108	8,714	100	108x4,0	0,3	30,0	9,00	39,00	0,32	1,54	59,94	0,060
ТК108 – ул. Ленина, 81а	3,897	50	57x3,5	0,3	6,0	1,80	7,80	0,58	12,28	95,78	0,096
ТК108 – ул. Ленина, 87	4,817	50	57x3,5	0,3	60,0	18,00	78,00	0,71	18,74	1 461,41	1,461
Ответвление 13											
ТК107 – ТК110	8,318	100	108x4,0	0,3	29,0	8,70	37,70	0,31	1,40	52,85	0,053
ТК110 – ул. Ленина, 79	2,870	50	57x3,5	0,3	5,0	1,50	6,50	0,42	6,64	43,17	0,043
ТК110 – ТК111	5,448	100	108x4,0	0,3	17,0	5,10	22,10	0,20	0,62	13,69	0,014
ТК111 – ул. Ленина, 81	3,355	50	57x3,5	0,3	13,0	3,90	16,90	0,50	9,08	153,40	0,153
ТК111 – ТК112	2,093	50	57x3,5	0,3	15,0	4,50	19,50	0,31	3,53	68,82	0,069
ТК112 – ТК113	1,971	70	76x3,0	0,3	54,0	16,20	70,20	0,15	0,60	42,30	0,042
ТК113 – ул. Ленина, 77	1,971	50	57x3,5	0,3	7,0	2,10	9,10	0,29	3,16	28,78	0,029
Ответвление 14											
ТК112 – ТК114	0,122	100	108x4,0	0,3	104,0	31,20	135,20	0,13	0,27	36,50	0,037
ТК114 – ул. Ленина, 85	0,122	50	57x3,5	0,3	8,0	2,40	10,40	0,10	0,44	4,58	0,005
Ответвление 15											
ТК103 – ТК115	17,964	100	108x4,0	0,3	53,0	15,90	68,90	0,66	6,51	448,84	0,449
ТК115 – ул. Титова, 6	2,406	80	89x4,5	0,3	5,0	1,50	6,50	0,19	0,71	4,62	0,005
ТК115 – ул. Титова, 6 (сооружение)	0,264	32	38x3,0	0,3	30,0	9,00	39,00	0,10	0,72	28,08	0,028
ТК115 – ТК116	15,294	100	108x4,0	0,3	35,0	10,50	45,50	0,56	4,73	215,00	0,215
ТК116 – ул. Розы Люк- сембург, 107	4,642	50	57x3,5	0,3	2,0	0,60	2,60	0,69	17,42	45,28	0,045
ТК116 – ТК118	10,652	100	108x4,0	0,3	72,0	21,60	93,60	0,40	2,29	214,05	0,214

ТК118 – ул. Титова, 16	3,016	50	57x3,5	0,3	3,0	0,90	3,90	0,44	7,34	28,62	0,029
------------------------	-------	----	--------	-----	-----	------	------	------	------	-------	-------

Окончание таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТК118 – ТК119	7,636	50	57x3,5	0,3	47,0	14,10	61,10	1,13	47,09	2 876,98	2,877
ТК119 – ул. Братьев Кашириных, 92	2,952	50	57x3,5	0,3	6,0	1,80	7,80	0,44	7,03	54,83	0,055
ТК119 – ТК120	4,684	80	89x4,5	0,3	50,0	15,00	65,00	0,25	1,26	81,65	0,082
ТК120 – ул. Братьев Кашириных, 94	4,684	50	57x3,5	0,3	9,0	2,70	11,70	0,69	17,73	207,44	0,207

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Расчёт располагаемых напоров

В таблице В.1 представлен расчёт располагаемых напоров.

Таблица В.1 – Расчёт располагаемых напоров

Участок	Геодезическая отметка оси трубопровода, м		потери на участке $\sum \Delta H$, м.в.ст	Давление в подающем трубопроводе		Напор в подающем трубопроводе		Давление в обратном трубопроводе		Напор в обратном трубопроводе		Располагаемый напор ΔP (Нр), м.в.ст
	В начале участка	В конце участка		В начале участка P1-1, м.в.ст	В конце участка P1-2, м.в.ст	В начале участка H1-1, м.в.ст	В конце участка H1-2, м.в.ст	В начале участка P2-1, м.в.ст	В конце участка P2-2, м.в.ст	В начале участка H2-1, м.в.ст	В конце участка H2-2, м.в.ст	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Главная магистраль												
Котельная № 83 – ТК1	431,000	431,000	0,247	60,000	59,753	491,000	490,753	40,000	40,247	471,000	471,247	19,506
ТК1 – Старая котельная	431,000	431,000	0,375	59,753	59,378	490,753	490,378	40,247	40,622	471,247	471,622	18,756
Старая котельная – ТК2	431,000	431,000	0,073	59,378	59,305	490,378	490,305	40,622	40,695	471,622	471,695	18,610
ТК2 – ул. Первомайская, 81	431,000	431,000	0,008	59,305	59,297	490,305	490,297	40,695	40,703	471,695	471,703	18,594
ТК2 – ТК3	431,000	431,000	0,208	59,305	59,097	490,305	490,097	40,695	40,903	471,695	471,903	18,194
ТК3 – ул. Первомайская, 81(1)	431,000	431,000	0,011	59,097	59,086	490,097	490,086	40,903	40,914	471,903	471,914	18,172
ТК3 – ТК5	431,000	439,000	0,550	59,097	50,547	490,097	489,547	40,903	33,453	471,903	472,453	17,094
ТК5 – ул. Комсомольская, 23	439,000	439,000	0,361	50,547	50,186	489,547	489,186	33,453	33,814	472,453	472,814	16,372

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Старая котельная – ТК101(02)	431,000	419,000	1,945	59,378	69,433	490,378	488,433	40,622	54,567	471,622	473,567	14,866
ТК101(02) – ТК101(01)	419,000	416,000	0,035	69,433	72,398	488,433	488,398	54,567	57,602	473,567	473,602	14,796
ТК101(01) – ул. Энергетиков, 104	416,000	416,000	0,002	72,398	72,396	488,398	488,396	57,602	57,604	473,602	473,604	14,792
ТК101(01) – ТК101	416,000	416,000	0,071	72,398	72,327	488,398	488,327	57,602	57,673	473,602	473,673	14,654
ТК101 – ул. Братьев Кашириных, 100	416,000	416,000	0,024	72,327	72,303	488,327	488,303	57,673	57,697	473,673	473,697	14,606
ТК101 – ТК102	416,000	412,000	0,078	72,327	76,249	488,327	488,249	57,673	61,751	473,673	473,751	14,498
ТК102 – ТК102(1)	412,000	411,000	0,028	76,249	77,221	488,249	488,221	61,751	62,779	473,751	473,779	14,442
ТК102(1) – ул. Энергетиков, 1в	411,000	411,000	0,032	77,221	77,189	488,221	488,189	62,779	62,811	473,779	473,811	14,378
Старая котельная – УТ-1	431,000	445,000	0,510	59,378	44,868	490,378	489,868	40,622	27,132	471,622	472,132	17,736
УТ-1 – ул. Магнитогорская, 2	445,000	446,000	0,009	44,868	43,859	489,868	489,859	27,132	26,141	472,132	472,141	17,718
Баня – ул. Магнитогорская, 2 (сооружение)	446,000	446,000	0,011	43,859	43,848	489,859	489,848	26,141	26,152	472,141	472,152	17,696
УТ-1 – УТ-2	445,000	446,000	0,059	44,868	43,809	489,868	489,809	27,132	26,191	472,132	472,191	17,618
УТ-2 – ул. Магнитогорская, 2/1	446,000	446,000	0,005	43,809	43,804	489,809	489,804	26,191	26,196	472,191	472,196	17,608
УТ-2 – ул. Магнитогорская, 2/2	446,000	447,000	0,077	43,809	42,732	489,809	489,732	26,191	25,268	472,191	472,268	17,464
Ответвление 1												
ТК5 – ТК6	439,000	438,000	0,081	50,547	51,466	489,547	489,466	33,453	34,534	472,453	472,534	16,932
ТК6 – ул. Комсомольская, 21	438,000	439,000	0,055	51,466	50,411	489,466	489,411	34,534	33,589	472,534	472,589	16,822
ТК6 – ТК7	438,000	438,000	0,105	51,466	51,361	489,466	489,361	34,534	34,639	472,534	472,639	16,722
ТК7 – ТК7/1	438,000	437,000	0,016	51,361	52,345	489,361	489,345	34,639	35,655	472,639	472,655	16,690
ТК7/1 – ул. Комсомольская, 19	437,000	437,000	0,125	52,345	52,220	489,345	489,220	35,655	35,780	472,655	472,780	16,440
ТК7/1 – ТК8	437,000	435,000	0,058	52,220	54,162	489,220	489,162	35,780	37,838	472,780	472,838	16,324

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТК8 – ул. Комсомольская, 17	435,000	434,000	0,131	54,162	55,031	489,162	489,031	37,838	38,969	472,838	472,969	16,062
ТК8 – ТК9	435,000	433,000	0,314	54,162	55,848	489,162	488,848	37,838	40,152	472,838	473,152	15,696
ТК9 – ул. Пушкина, 2	433,000	433,000	0,045	55,848	55,803	488,848	488,803	40,152	40,197	473,152	473,197	15,606
Ответвление 2												
ТК7 – ТК10	438,000	438,000	0,052	51,361	51,309	489,361	489,309	34,639	34,691	472,639	472,691	16,618
ТК10 – ул. Комсомольская, 25	438,000	439,000	0,059	51,309	50,250	489,309	489,250	34,691	33,750	472,691	472,750	16,500
ТК10 – ул. Комсомольская, 20	438,000	436,000	0,241	51,309	53,068	489,309	489,068	34,691	36,932	472,691	472,932	16,136
ТК10 – ТК11	438,000	438,000	0,054	51,309	51,255	489,309	489,255	34,691	34,745	472,691	472,745	16,510
ТК11 – ул. Комсомольская, 10	438,000	436,000	0,151	51,255	53,104	489,255	489,104	34,745	36,896	472,745	472,896	16,208
ТК11 – ТК12	438,000	438,000	0,073	51,255	51,182	489,255	489,182	34,745	34,818	472,745	472,818	16,364
ТК12 – ТК13	438,000	434,000	0,217	51,182	54,965	489,182	488,965	34,818	39,035	472,818	473,035	15,930
ТК12 (отв.1) – ул. Октябрьская, 187	436,000	436,000	0,167	51,182	51,015	487,182	487,015	34,818	34,985	470,818	470,985	16,030
ТК12 – ул. Октябрьская, 178	438,000	436,000	0,129	51,182	53,053	489,182	489,053	34,818	36,947	472,818	472,947	16,106
ТК13 – ул. Октябрьская, 185	434,000	434,000	0,253	54,965	54,712	488,965	488,712	39,035	39,288	473,035	473,288	15,424
ТК13 – ул. Пушкина, 4	434,000	434,000	0,230	54,965	54,735	488,965	488,735	39,035	39,265	473,035	473,265	15,470
Ответвление 3												
ТК12 – ТК14	438,000	435,000	0,415	51,182	53,767	489,182	488,767	34,818	38,233	472,818	473,233	15,534
ТК14 – ТК15	435,000	435,000	0,084	53,767	53,683	488,767	488,683	38,233	38,317	473,233	473,317	15,366
ТК15 – ул. Мира, 169	435,000	435,000	0,164	53,683	53,519	488,683	488,519	38,317	38,481	473,317	473,481	15,038
ТК15 – ул. Мира, 168а	435,000	436,000	0,188	53,683	52,495	488,683	488,495	38,317	37,505	473,317	473,505	14,990
ТК15 – ТК16	435,000	436,000	0,115	53,683	52,568	488,683	488,568	38,317	37,432	473,317	473,432	15,136
ТК16 – ТК17	436,000	436,000	0,348	52,568	52,220	488,568	488,220	37,432	37,780	473,432	473,780	14,440
ТК17 – ул. Мира, 168	436,000	437,000	0,113	52,220	51,107	488,220	488,107	37,780	36,893	473,780	473,893	14,214
ТК17 – ТК18	436,000	435,000	0,958	52,220	52,262	488,220	487,262	37,780	39,738	473,780	474,738	12,524

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТК18 – ТК19	435,000	435,000	0,054	52,262	52,208	487,262	487,208	39,738	39,792	474,738	474,792	12,416
ТК18 – ул. Мира, 174	435,000	436,000	0,392	52,262	50,870	487,262	486,870	39,738	39,130	474,738	475,130	11,740
ТК18 – ул. Мира, 169а	435,000	435,000	0,312	52,262	51,950	487,262	486,950	39,738	40,050	474,738	475,050	11,900
ТК19 – ул. Мира, 173	435,000	435,000	0,152	52,208	52,056	487,208	487,056	39,792	39,944	474,792	474,944	12,112
ТК19 – ТК20	435,000	435,000	0,082	52,208	52,126	487,208	487,126	39,792	39,874	474,792	474,874	12,252
ТК20 – ТК21	435,000	434,000	0,069	52,126	53,057	487,126	487,057	39,874	40,943	474,874	474,943	12,114
ТК21 – ул. Мира, 167	434,000	435,000	0,127	53,057	51,930	487,057	486,930	40,943	40,070	474,943	475,070	11,860
ТК21 – ул. Мира, 166	434,000	434,000	1,065	53,057	51,992	487,057	485,992	40,943	42,008	474,943	476,008	9,984
Ответвление 4												
ТК5 – ТК22	439,000	439,000	0,101	50,547	50,446	489,547	489,446	33,453	33,554	472,453	472,554	16,892
ТК22 – ул. Комсомоль- ская, 27	439,000	439,000	0,048	50,446	50,398	489,446	489,398	33,554	33,602	472,554	472,602	16,796
ТК22 – ТК23	439,000	439,000	0,074	50,446	50,372	489,446	489,372	33,554	33,628	472,554	472,628	16,744
ТК23 – ТК24	439,000	439,000	0,029	50,372	50,343	489,372	489,343	33,628	33,657	472,628	472,657	16,686
ТК24 – ТК25	439,000	439,000	0,003	50,343	50,340	489,343	489,340	33,657	33,660	472,657	472,660	16,680
ТК25 – ул. Комсомоль- ская, 29	439,000	439,000	0,011	50,340	50,329	489,340	489,329	33,660	33,671	472,660	472,671	16,658
ТК25 – ул. Комсомоль- ская, 31	439,000	438,000	0,006	50,340	51,334	489,340	489,334	33,660	34,666	472,660	472,666	16,668
ТК23 – ТК26	439,000	439,000	0,046	50,372	50,326	489,372	489,326	33,628	33,674	472,628	472,674	16,652
ТК26 – ул. Октябрьская, 180	439,000	439,000	0,150	50,326	50,176	489,326	489,176	33,674	33,824	472,674	472,824	16,352
ТК26 – ТК27	439,000	438,000	0,034	50,326	51,292	489,326	489,292	33,674	34,708	472,674	472,708	16,584
ТК27 – ул. Октябрьская, 189	438,000	438,000	0,140	51,292	51,152	489,292	489,152	34,708	34,848	472,708	472,848	16,304
ТК27 – ТК28	438,000	438,000	0,025	51,292	51,267	489,292	489,267	34,708	34,733	472,708	472,733	16,534
ТК28 – ул. Октябрьская, 191	438,000	437,000	0,010	51,267	52,257	489,267	489,257	34,733	35,743	472,733	472,743	16,514
ТК28 – ул. Октябрьская, 193	438,000	438,000	0,289	51,267	50,978	489,267	488,978	34,733	35,022	472,733	473,022	15,956
ТК28 – ТК29	438,000	437,000	0,021	51,267	52,246	489,267	489,246	34,733	35,754	472,733	472,754	16,492

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТК29 – ул. Октябрьская, 195	437,000	437,000	0,087	52,246	52,159	489,246	489,159	35,754	35,841	472,754	472,841	16,318
Ответвление 5												
ТК1 – ТК31	431,000	432,000	0,586	59,753	58,167	490,753	490,167	40,247	39,833	471,247	471,833	18,334
ТК31 – ТК31(ОТВ.1)	432,000	432,000	0,160	58,167	58,007	490,167	490,007	39,833	39,993	471,833	471,993	18,014
ТК31(ОТВ.1) – ТК32	432,000	432,000	0,042	58,007	57,965	490,007	489,965	39,993	40,035	471,993	472,035	17,930
ТК32 – ул. Первомайская, 79	432,000	431,000	0,005	57,965	58,960	489,965	489,960	40,035	41,040	472,035	472,040	17,920
ТК32 – ТК33	432,000	430,000	0,022	57,965	59,943	489,965	489,943	40,035	42,057	472,035	472,057	17,886
ТК33 – ТК34	430,000	430,000	0,035	59,943	59,908	489,943	489,908	42,057	42,092	472,057	472,092	17,816
ТК33 – ул. Первомайская, 78	430,000	430,000	0,003	59,943	59,940	489,943	489,940	42,057	42,060	472,057	472,060	17,880
ТК34 – ул. Первомайская, 77	430,000	430,000	0,011	59,908	59,897	489,908	489,897	42,092	42,103	472,092	472,103	17,794
ТК34 – ТК35	430,000	430,000	0,028	59,908	59,880	489,908	489,880	42,092	42,120	472,092	472,120	17,760
ТК35 – ул. Первомайская, 76	430,000	429,000	0,004	59,880	60,876	489,880	489,876	42,120	43,124	472,120	472,124	17,752
ТК35 – ТК36	430,000	429,000	0,025	59,880	60,855	489,880	489,855	42,120	43,145	472,120	472,145	17,710
ТК36 – ул. Первомайская, 75а	429,000	429,000	0,014	60,855	60,841	489,855	489,841	43,145	43,159	472,145	472,159	17,682
Ответвление 6												
ТК31(ОТВ.1) – ТК31(ОТВ.2)	432,000	432,000	0,364	58,007	57,643	490,007	489,643	39,993	40,357	471,993	472,357	17,286
ТК31(ОТВ.2) – ТК38	432,000	431,000	0,028	57,643	58,615	489,643	489,615	40,357	41,385	472,357	472,385	17,230
ТК38 – ТК39	431,000	430,000	0,026	58,615	59,589	489,615	489,589	41,385	42,411	472,385	472,411	17,178
ТК39 – ул. Комсомольская, 6	430,000	430,000	0,002	59,589	59,587	489,589	489,587	42,411	42,413	472,411	472,413	17,174
ТК39 – ул. Комсомольская, 11	430,000	430,000	0,059	59,589	59,530	489,589	489,530	42,411	42,470	472,411	472,470	17,060
ТК39 – ТК40	430,000	430,000	0,014	59,589	59,575	489,589	489,575	42,411	42,425	472,411	472,425	17,150

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТК40 – ул. Комсомольская, 4	430,000	428,000	0,003	59,575	61,572	489,575	489,572	42,425	44,428	472,425	472,428	17,144
ТК40 – ТК41	430,000	429,000	0,015	59,575	60,560	489,575	489,560	42,425	43,440	472,425	472,440	17,120
ТК41 – ул. Комсомольская, 4а	429,000	429,000	0,003	60,560	60,557	489,560	489,557	43,440	43,443	472,440	472,443	17,114
ТК41 – ТК42	429,000	429,000	0,012	60,560	60,548	489,560	489,548	43,440	43,452	472,440	472,452	17,096
ТК42 – ТК43	429,000	428,000	0,002	60,548	61,546	489,548	489,546	43,452	44,454	472,452	472,454	17,092
ТК43 – ТК44	428,000	426,000	0,054	61,546	63,492	489,546	489,492	44,454	46,508	472,454	472,508	16,984
ТК44 – ул. Комсомольская, 2	426,000	428,000	0,220	63,492	61,272	489,492	489,272	46,508	44,728	472,508	472,728	16,544
ТК44 – ул. Партизанская, 2а	426,000	425,000	0,004	63,492	64,488	489,492	489,488	46,508	47,512	472,508	472,512	16,976
ТК44 – ТК45	426,000	425,000	0,024	63,492	64,468	489,492	489,468	46,508	47,532	472,508	472,532	16,936
ТК45 – ул. Партизанская, 1а	425,000	425,000	0,003	64,468	64,465	489,468	489,465	47,532	47,535	472,532	472,535	16,930
Ответвление 7												
ТК31(ОТВ.2) – ТК49	432,000	432,000	0,278	57,643	57,365	489,643	489,365	40,357	40,635	472,357	472,635	16,730
ТК49 – ТК50	432,000	431,000	0,104	57,365	58,261	489,365	489,261	40,635	41,739	472,635	472,739	16,522
ТК50 – ул. Октябрьская, 176	431,000	432,000	0,019	58,261	57,242	489,261	489,242	41,739	40,758	472,739	472,758	16,484
ТК50 – ТК51	431,000	430,000	0,051	58,261	59,210	489,261	489,210	41,739	42,790	472,739	472,790	16,420
ТК51 – ТК52	430,000	430,000	0,080	59,210	59,130	489,210	489,130	42,790	42,870	472,790	472,870	16,260
ТК52 – ул. Октябрьская, 172	430,000	429,000	0,006	59,130	60,124	489,130	489,124	42,870	43,876	472,870	472,876	16,248
ТК52 – ТК53	430,000	428,000	0,039	59,130	61,091	489,130	489,091	42,870	44,909	472,870	472,909	16,182
ТК53 – ул. Октябрьская, 170а	428,000	428,000	0,019	61,091	61,072	489,091	489,072	44,909	44,928	472,909	472,928	16,144
Ответвление 8												
ТК49 – ТК54	432,000	432,000	0,140	57,365	57,225	489,365	489,225	40,635	40,775	472,635	472,775	16,450
ТК54 – ул. Пушкина, 4а	432,000	432,000	0,016	57,225	57,209	489,225	489,209	40,775	40,791	472,775	472,791	16,418

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТК54 – ТК54/1	432,000	431,000	0,601	57,225	57,624	489,225	488,624	40,775	42,376	472,775	473,376	15,248
ТК54/1 – ул. Пушкина, 46	431,000	433,000	0,013	57,624	55,611	488,624	488,611	42,376	40,389	473,376	473,389	15,222
ТК54/1 – ТК54/1(ОТВ)	431,000	430,000	0,225	57,624	58,399	488,624	488,399	42,376	43,601	473,376	473,601	14,798
ТК54/1(ОТВ) – ТК55	430,000	431,000	0,110	58,399	57,289	488,399	488,289	43,601	42,711	473,601	473,711	14,578
ТК55 – ул. Мира, 171	431,000	432,000	0,448	57,289	55,841	488,289	487,841	42,711	42,159	473,711	474,159	13,682
ТК55 – ТК56	431,000	432,000	0,122	57,289	56,167	488,289	488,167	42,711	41,833	473,711	473,833	14,334
ТК56 – ул. Мира, 170	432,000	433,000	0,322	56,167	54,845	488,167	487,845	41,833	41,155	473,833	474,155	13,690
ТК56 – ТК57	432,000	433,000	0,218	56,167	54,949	488,167	487,949	41,833	41,051	473,833	474,051	13,898
ТК57 – ул. Мира, 164а	433,000	433,000	0,173	54,949	54,776	487,949	487,776	41,051	41,224	474,051	474,224	13,552
ТК57 – ТК58	433,000	433,000	0,071	54,949	54,878	487,949	487,878	41,051	41,122	474,051	474,122	13,756
ТК58 – ул. Мира, 164	433,000	432,000	0,101	54,878	55,777	487,878	487,777	41,122	42,223	474,122	474,223	13,554
ТК58 – ТК59	433,000	433,000	0,297	54,878	54,581	487,878	487,581	41,122	41,419	474,122	474,419	13,162
ТК59 – ул. Мира, 165	433,000	433,000	0,149	54,581	54,432	487,581	487,432	41,419	41,568	474,419	474,568	12,864
Ответвление 9												
ТК55 – ТК60	431,000	431,000	0,124	57,289	57,165	488,289	488,165	42,711	42,835	473,711	473,835	14,330
ТК60 – ул. Мира, 172	431,000	430,000	0,190	57,165	57,975	488,165	487,975	42,835	44,025	473,835	474,025	13,950
ТК60 – ТК61	431,000	429,000	0,132	57,165	59,033	488,165	488,033	42,835	44,967	473,835	473,967	14,066
ТК61 – ул. Пушкина, 8	429,000	422,000	0,154	59,033	65,879	488,033	487,879	44,967	52,121	473,967	474,121	13,758
ТК61 – ул. Мира, 163	429,000	429,000	1,012	59,033	58,021	488,033	487,021	44,967	45,979	473,967	474,979	12,042
Ответвление 10												
ТК54/1(ОТВ) – ТК62	430,000	427,000	0,190	58,399	61,209	488,399	488,209	43,601	46,791	473,601	473,791	14,418
ТК62 – ТК63	427,000	426,000	0,131	61,209	62,078	488,209	488,078	46,791	47,922	473,791	473,922	14,156
ТК63 – ул. Пушкина, 19	426,000	425,000	0,604	62,078	62,474	488,078	487,474	47,922	49,526	473,922	474,526	12,948
ТК63 – ТК63/1	426,000	426,000	0,083	62,078	61,995	488,078	487,995	47,922	48,005	473,922	474,005	13,990
ТК63/1 – ул. Советская, 110	426,000	428,000	0,008	61,995	59,987	487,995	487,987	48,005	46,013	474,005	474,013	13,974
ТК63/1 – ТК63/2	426,000	427,000	0,066	61,995	60,929	487,995	487,929	48,005	47,071	474,005	474,071	13,858
ТК63/2 – ул. Советская, 110к1	427,000	428,000	0,031	60,929	59,898	487,929	487,898	47,071	46,102	474,071	474,102	13,796
ТК63/2 – ТК63/3	427,000	429,000	0,004	60,929	58,925	487,929	487,925	47,071	45,075	474,071	474,075	13,850

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТК63/3 – ул. Советская, 110 (сооружение)	429,000	427,000	0,006	58,925	60,919	487,925	487,919	45,075	47,081	474,075	474,081	13,838
ТК63/3 – ТК63/4	429,000	428,000	0,020	58,925	59,905	487,925	487,905	45,075	46,095	474,075	474,095	13,810
ТК63/4 – ул. Советская, 110 (сооружение)	428,000	427,000	0,014	59,905	60,891	487,905	487,891	46,095	47,109	474,095	474,109	13,782
ТК63/4 – ТК63/5	428,000	428,000	0,059	59,905	59,846	487,905	487,846	46,095	46,154	474,095	474,154	13,692
ТК63/5 – ул. Советская, 110 к2	428,000	427,000	0,026	59,846	60,820	487,846	487,820	46,154	47,180	474,154	474,180	13,640
Гараж 1кн – ул. Советская, 110а	427,000	427,000	0,002	59,846	59,844	486,846	486,844	46,154	46,156	473,154	473,156	13,688
Ответвление 11												
ТК62 – ТК64	427,000	425,000	0,139	61,209	63,070	488,209	488,070	46,791	48,930	473,791	473,930	14,140
ТК64 – ТК65	425,000	425,000	0,065	63,070	63,005	488,070	488,005	48,930	48,995	473,930	473,995	14,010
ТК65 – ТК66	425,000	424,000	0,101	63,005	63,904	488,005	487,904	48,995	50,096	473,995	474,096	13,808
ТК66 – ТК67	424,000	424,000	0,538	63,904	63,366	487,904	487,366	50,096	50,634	474,096	474,634	12,732
ТК67 – ул. Мира, 125	424,000	424,000	0,151	63,366	63,215	487,366	487,215	50,634	50,785	474,634	474,785	12,430
ТК65 – ТК65/1	425,000	424,000	0,094	63,005	63,911	488,005	487,911	48,995	50,089	473,995	474,089	13,822
ТК65/1 – ТК68	424,000	422,000	0,174	63,911	65,737	487,911	487,737	50,089	52,263	474,089	474,263	13,474
ТК68 – ТК69	422,000	422,000	0,663	65,737	65,074	487,737	487,074	52,263	52,926	474,263	474,926	12,148
ТК69 – ул. Мира, 115	422,000	423,000	0,119	65,074	63,955	487,074	486,955	52,926	52,045	474,926	475,045	11,910
Ответвление 12												
ТК101(02) – ТК103	419,000	419,000	0,913	69,433	68,520	488,433	487,520	54,567	55,480	473,567	474,480	13,040
ТК103 – ТК104	419,000	420,000	0,026	68,520	67,494	487,520	487,494	55,480	54,506	474,480	474,506	12,988
ТК104 – ул. Ленина, 83	420,000	420,000	0,071	67,494	67,423	487,494	487,423	54,506	54,577	474,506	474,577	12,846
ТК104 – ул. Ленина, 89	420,000	421,000	1,309	67,494	65,185	487,494	486,185	54,506	54,815	474,506	475,815	10,370
ТК104 – ТК106	420,000	419,000	0,381	67,494	68,113	487,494	487,113	54,506	55,887	474,506	474,887	12,226
ТК106 – ТК107	419,000	421,000	0,411	68,113	65,702	487,113	486,702	55,887	54,298	474,887	475,298	11,404
ТК107 – ул. Титова, 3	421,000	416,000	0,040	65,702	70,662	486,702	486,662	54,298	59,338	475,298	475,338	11,324
ТК107 – ТК108	421,000	421,000	0,060	65,702	65,642	486,702	486,642	54,298	54,358	475,298	475,358	11,284
ТК108 – ул. Ленина, 81а	421,000	422,000	0,096	65,642	64,546	486,642	486,546	54,358	53,454	475,358	475,454	11,092

Окончание таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТК108 – ул. Ленина, 87	421,000	422,000	1,461	65,642	63,181	486,642	485,181	54,358	54,819	475,358	476,819	8,362
Ответвление 13												
ТК107 – ТК110	421,000	421,000	0,053	65,702	65,649	486,702	486,649	54,298	54,351	475,298	475,351	11,298
ТК110 – ул. Ленина, 79	421,000	431,000	0,043	65,649	55,606	486,649	486,606	54,351	44,394	475,351	475,394	11,212
ТК110 – ТК111	421,000	422,000	0,014	65,649	64,635	486,649	486,635	54,351	53,365	475,351	475,365	11,270
ТК111 – ул. Ленина, 81	422,000	423,000	0,153	64,635	63,482	486,635	486,482	53,365	52,518	475,365	475,518	10,964
ТК111 – ТК112	422,000	423,000	0,069	63,482	62,413	485,482	485,413	52,518	51,587	474,518	474,587	10,826
ТК112 – ТК113	423,000	422,000	0,042	62,413	63,371	485,413	485,371	51,587	52,629	474,587	474,629	10,742
ТК113 – ул. Ленина, 77	422,000	421,000	0,029	63,371	64,342	485,371	485,342	52,629	53,658	474,629	474,658	10,684
Ответвление 14												
ТК112 – ТК114	423,000	423,000	0,037	62,413	62,376	485,413	485,376	51,587	51,624	474,587	474,624	10,752
ТК114 – ул. Ленина, 85	423,000	422,000	0,005	62,376	63,371	485,376	485,371	51,624	52,629	474,624	474,629	10,742
Ответвление 15												
ТК103 – ТК115	419,000	418,000	0,449	68,520	69,071	487,520	487,071	55,480	56,929	474,480	474,929	12,142
ТК115 – ул. Титова, 6	418,000	413,000	0,005	69,071	74,066	487,071	487,066	56,929	61,934	474,929	474,934	12,132
ТК115 – ул. Титова, 6 (сооружение)	418,000	413,000	0,028	69,071	74,043	487,071	487,043	56,929	61,957	474,929	474,957	12,086
ТК115 – ТК116	418,000	417,000	0,215	69,071	69,856	487,071	486,856	56,929	58,144	474,929	475,144	11,712
ТК116 – ул. Розы Люксембург, 107	417,000	417,000	0,045	69,856	69,811	486,856	486,811	58,144	58,189	475,144	475,189	11,622
ТК116 – ТК118	417,000	416,000	0,214	69,856	70,642	486,856	486,642	58,144	59,358	475,144	475,358	11,284
ТК118 – ул. Титова, 16	416,000	407,000	0,029	70,642	79,613	486,642	486,613	59,358	68,387	475,358	475,387	11,226
ТК118 – ТК119	416,000	415,000	2,877	70,642	68,765	486,642	483,765	59,358	63,235	475,358	478,235	5,530
ТК119 – ул. Братьев Кашириных, 92	415,000	415,000	0,055	68,765	68,710	483,765	483,710	63,235	63,290	478,235	478,290	5,420
ТК119 – ТК120	415,000	414,000	0,082	68,765	69,683	483,765	483,683	63,235	64,317	478,235	478,317	5,366
ТК120 – ул. Братьев Кашириных, 94	414,000	415,000	0,207	69,683	68,476	483,683	483,476	64,317	63,524	478,317	478,524	4,952

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Расчёт объёма тепловых сетей Верхнеуральского городского поселения

В таблице Г.1 представлен расчёт объёма тепловых сетей Верхнеуральского городского поселения.

Таблица Г.1 – Расчёт объёма тепловых сетей Верхнеуральского городского поселения

Участок	Длина участка трубопровода по плану l , м	Условный проход трубопровода D_y , мм	Объём участка тепловой сети V_i , м ³
1	2	3	4
Главная магистраль			
Котельная № 83 – ТК1	43,0	300,0	6,079
ТК1 – Старая котельная	118,0	300,0	16,682
Старая котельная – ТК2	11,0	200,0	0,691
ТК2 – ул. Первомайская, 81	10,0	50,0	0,039
ТК2 – ТК3	32,0	200,0	2,011
ТК3 – ул. Первомайская, 81(1)	12,0	32,0	0,019
ТК3 – ТК5	85,0	200,0	5,341
ТК5 – ул. Комсомольская, 23	13,0	50,0	0,051
Старая котельная – ТК101(02)	1 147,0	200,0	72,068
ТК101(02) – ТК101(01)	35,0	200,0	2,199
ТК101(01) – ул. Энергетиков, 104	10,0	125,0	0,245
ТК101(01) – ТК101	72,0	200,0	4,524
ТК101 – ул. Братьев Кашириных, 100	69,0	100,0	1,084
ТК101 – ТК102	79,0	200,0	4,964
ТК102 – ТК102(1)	28,0	200,0	1,759
ТК102(1) – ул. Энергетиков, 1в	90,0	100,0	1,414
Старая котельная – УТ-1	515,0	200,0	32,358
УТ-1 – ул. Магнитогорская, 2	25,0	100,0	0,393
Баня – ул. Магнитогорская, 2 (сооружение)	12,0	32,0	0,019
УТ-1 – УТ-2	60,0	200,0	3,770
УТ-2 – ул. Магнитогорская, 2/1	9,0	70,0	0,069
УТ-2 – ул. Магнитогорская, 2/2	35,0	150,0	1,237

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4
Ответвление 1			
ТК5 – ТК6	30,0	200,0	1,885
ТК6 – ул. Комсомольская, 21	14,0	50,0	0,055
ТК6 – ТК7	41,0	200,0	2,576
ТК7 – ТК7/1	19,0	200,0	1,194
ТК7/1 – ул. Комсомольская, 19	10,0	50,0	0,039
ТК7/1 – ТК8	68,0	200,0	4,273
ТК8 – ул. Комсомольская, 17	10,0	50,0	0,039
ТК8 – ТК9	35,0	50,0	0,137
ТК9 – ул. Пушкина, 2	5,0	50,0	0,020
Ответвление 2			
ТК7 – ТК10	28,0	200,0	1,759
ТК10 – ул. Комсомольская, 25	6,0	50,0	0,024
ТК10 – ул. Комсомольская, 20	26,0	50,0	0,102
ТК10 – ТК11	36,0	200,0	2,262
ТК11 – ул. Комсомольская, 10	7,0	50,0	0,027
ТК11 – ТК12	59,0	200,0	3,707
ТК12 – ТК13	72,0	100,0	1,131
ТК12 (отв.1) – ул. Октябрьская, 187	13,0	50,0	0,051
ТК12 – ул. Октябрьская, 178	35,0	50,0	0,137
ТК13 – ул. Октябрьская, 185	13,0	50,0	0,051
ТК13 – ул. Пушкина, 4	26,0	50,0	0,102
Ответвление 3			
ТК12 – ТК14	113,0	150,0	3,994
ТК14 – ТК15	23,0	150,0	0,813
ТК15 – ул. Мира, 169	18,0	50,0	0,071
ТК15 – ул. Мира, 168а	9,0	50,0	0,035
ТК15 – ТК16	51,0	150,0	1,802
ТК16 – ТК17	18,0	100,0	0,283
ТК17 – ул. Мира, 168	13,0	50,0	0,051
ТК17 – ТК18	62,0	100,0	0,974
ТК18 – ТК19	15,0	100,0	0,236
ТК18 – ул. Мира, 174	46,0	50,0	0,181
ТК18 – ул. Мира, 169а	44,0	80,0	0,442
ТК19 – ул. Мира, 173	14,0	50,0	0,055
ТК19 – ТК20	43,0	100,0	0,675
ТК20 – ТК21	36,0	100,0	0,565

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4
ТК21 – ул. Мира, 167	10,0	50,0	0,039
ТК21 – ул. Мира, 166	40,0	50,0	0,157
Ответвление 4			
ТК5 – ТК22	51,0	150,0	1,802
ТК22 – ул. Комсомольская, 27	5,0	50,0	0,020
ТК22 – ТК23	48,0	150,0	1,696
ТК23 – ТК24	29,0	100,0	0,456
ТК24 – ТК25	3,0	100,0	0,047
ТК25 – ул. Комсомоль- ская, 29	12,0	80,0	0,121
ТК25 – ул. Комсомоль- ская, 31	18,0	100,0	0,283
ТК23 – ТК26	55,0	150,0	1,944
ТК26 – ул. Октябрьская, 180	15,0	50,0	0,059
ТК26 – ТК27	60,0	150,0	2,121
ТК27 – ул. Октябрьская, 189	8,0	50,0	0,031
ТК27 – ТК28	53,0	150,0	1,873
ТК28 – ул. Октябрьская, 191	11,0	80,0	0,111
ТК28 – ул. Октябрьская, 193	30,0	50,0	0,118
ТК28 – ТК29	60,0	100,0	0,942
ТК29 – ул. Октябрьская, 195	9,0	50,0	0,035
Ответвление 5			
ТК1 – ТК31	132,0	200,0	8,294
ТК31 – ТК31(ОТВ.1)	36,0	200,0	2,262
ТК31(ОТВ.1) – ТК32	120,0	100,0	1,885
ТК32 – ул. Первомай- ская, 79	8,0	50,0	0,031
ТК32 – ТК33	62,0	100,0	0,974
ТК33 – ТК34	23,0	50,0	0,090
ТК33 – ул. Первомай- ская, 78	6,0	50,0	0,024
ТК34 – ул. Первомай- ская, 77	7,0	32,0	0,011
ТК34 – ТК35	40,0	50,0	0,157
ТК35 – ул. Первомай- ская, 76	7,0	50,0	0,027
ТК35 – ТК36	43,0	50,0	0,169
ТК36 – ул. Первомай- ская, 75а	7,0	32,0	0,011

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4
Ответвление 6			
ТК31(ОТВ.1) – ТК31(ОТВ.2)	86,0	200,0	5,404
ТК31(ОТВ.2) – ТК38	40,0	100,0	0,628
ТК38 – ТК39	37,0	100,0	0,581
ТК39 – ул. Комсомоль- ская, 6	3,0	50,0	0,012
ТК39 – ул. Комсомоль- ская, 11	19,0	40,0	0,048
ТК39 – ТК40	40,0	100,0	0,628
ТК40 – ул. Комсомоль- ская, 4	3,0	50,0	0,012
ТК40 – ТК41	42,0	100,0	0,660
ТК41 – ул. Комсомоль- ская, 4а	3,0	50,0	0,012
ТК41 – ТК42	33,0	100,0	0,518
ТК42 – ТК43	7,0	100,0	0,110
ТК43 – ТК44	59,0	80,0	0,593
ТК44 – ул. Комсомоль- ская, 2	26,0	32,0	0,042
ТК44 – ул. Партизанская, 2а	7,0	50,0	0,027
ТК44 – ТК45	42,0	50,0	0,165
ТК45 – ул. Партизанская, 1а	4,0	40,0	0,010
Ответвление 7			
ТК31(ОТВ.2) – ТК49	74,0	200,0	4,650
ТК49 – ТК50	33,0	50,0	0,130
ТК50 – ул. Октябрьская, 176	8,0	40,0	0,020
ТК50 – ТК51	55,0	50,0	0,216
ТК51 – ТК52	28,0	40,0	0,070
ТК52 – ул. Октябрьская, 172	8,0	40,0	0,020
ТК52 – ТК53	46,0	40,0	0,116
ТК53 – ул. Октябрьская, 170а	8,0	32,0	0,013
Ответвление 8			
ТК49 – ТК54	39,0	200,0	2,450
ТК54 – ул. Пушкина, 4а	28,0	50,0	0,110
ТК54 – ТК54/1	169,0	200,0	10,619
ТК54/1 – ул. Пушкина, 4б	22,0	50,0	0,086
ТК54/1 – ТК54/1(ОТВ)	64,0	200,0	4,021
ТК54/1(ОТВ) – ТК55	39,0	150,0	1,378
ТК55 – ул. Мира, 171	17,0	40,0	0,043

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4
TK55 – TK56	20,0	100,0	0,314
TK56 – ул. Мира, 170	20,0	50,0	0,079
TK56 – TK57	65,0	100,0	1,021
TK57 – ул. Мира, 164а	7,0	50,0	0,027
TK57 – TK58	63,0	100,0	0,990
TK58 – ул. Мира, 164	9,0	50,0	0,035
TK58 – TK59	28,0	50,0	0,110
TK59 – ул. Мира, 165	14,0	50,0	0,055
Ответвление 9			
TK55 – TK60	31,0	100,0	0,487
TK60 – ул. Мира, 172	15,0	50,0	0,059
TK60 – TK61	64,0	100,0	1,005
TK61 – ул. Пушкина, 8	10,0	50,0	0,039
TK61 – ул. Мира, 163	38,0	50,0	0,149
Ответвление 10			
TK54/1(ОТВ) – TK62	141,0	200,0	8,859
TK62 – TK63	69,0	150,0	2,439
TK63 – ул. Пушкина, 19	50,0	50,0	0,196
TK63 – TK63/1	58,0	150,0	2,050
TK63/1 – ул. Советская, 110	18,0	150,0	0,636
TK63/1 – TK63/2	141,0	150,0	4,983
TK63/2 – ул. Советская, 110к1	25,0	100,0	0,393
TK63/2 – TK63/3	8,0	150,0	0,283
TK63/3 – ул. Советская, 110 (сооружение)	7,0	80,0	0,070
TK63/3 – TK63/4	42,0	150,0	1,484
TK63/4 – ул. Советская, 110 (сооружение)	29,0	150,0	1,025
TK63/4 – TK63/5	64,0	80,0	0,643
TK63/5 – ул. Советская, 110 к2	26,0	70,0	0,200
Гараж 1кн – ул. Советская, 110а	2,0	32,0	0,003
Ответвление 11			
TK62 – TK64	79,0	150,0	2,792
TK64 – TK65	37,0	150,0	1,308
TK65 – TK66	26,0	70,0	0,200
TK66 – TK67	25,0	50,0	0,098
TK67 – ул. Мира, 125	7,0	50,0	0,027
TK65 – TK65/1	81,0	150,0	2,863
TK65/1 – TK68	150,0	150,0	5,301
TK68 – TK69	67,0	100,0	1,052
TK69 – ул. Мира, 115	12,0	100,0	0,188

Окончание таблицы Г.1

1	2	3	4
Ответвление 12			
TK101(02) – TK103	144,0	150,0	5,089
TK103 – TK104	11,0	150,0	0,389
TK104 – ул. Ленина, 83	8,0	50,0	0,031
TK104 – ул. Ленина, 89	49,0	50,0	0,192
TK104 – TK106	38,0	100,0	0,597
TK106 – TK107	41,0	100,0	0,644
TK107 – ул. Титова, 3	6,0	50,0	0,024
TK107 – TK108	30,0	100,0	0,471
TK108 – ул. Ленина, 81а	6,0	50,0	0,024
TK108 – ул. Ленина, 87	60,0	50,0	0,236
Ответвление 13			
TK107 – TK110	29,0	100,0	0,456
TK110 – ул. Ленина, 79	5,0	50,0	0,020
TK110 – TK111	17,0	100,0	0,267
TK111 – ул. Ленина, 81	13,0	50,0	0,051
TK111 – TK112	15,0	50,0	0,059
TK112 – TK113	54,0	70,0	0,416
TK113 – ул. Ленина, 77	7,0	50,0	0,027
Ответвление 14			
TK112 – TK114	104,0	100,0	1,634
TK114 – ул. Ленина, 85	8,0	50,0	0,031
TK114 – ул. Ленина, 85	8,0	50,0	0,031
Ответвление 15			
TK103 – TK115	53,0	100,0	0,833
TK115 – ул. Титова, 6	5,0	80,0	0,050
TK115 – ул. Титова, 6 (сооружение)	30,0	32,0	0,048
TK115 – TK116	35,0	100,0	0,550
TK116 – ул. Розы Люк- сембург, 107	2,0	50,0	0,008
TK116 – TK118	72,0	100,0	1,131
TK118 – ул. Титова, 16	3,0	50,0	0,012
TK118 – TK119	47,0	50,0	0,185
TK119 – ул. Братьев Ка- шириных, 92	6,0	50,0	0,024
TK119 – TK120	50,0	80,0	0,503
TK120 – ул. Братьев Ка- шириных, 94	9,0	50,0	0,035

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
Тепловые нагрузки по потребителям для аварийного режима

В таблице Д.1 представлены тепловые нагрузки по потребителям для аварийного режима.

Таблица Д.1 – Тепловые нагрузки по потребителям для аварийного режима

Адрес подключения	Максимальный часовой расход тепла на отопление Q_o^{max} , МВт	Максимальный часовой расход тепла на вентиляцию Q_v^{max} , МВт	Годовой расход тепла на отопление $Q_o^{год}$, МВт	Годовой расход тепла на вентиляцию $Q_v^{год}$, МВт	Объем отапливаемой части здания V , м ³
1	2	3	4	5	6
ул. Первомайская, 81	0,015	0,007	36,645	17,696	1 659,25
ул. Первомайская, 81(1)	0,003	0,002	7,728	3,739	354,60
ул. Комсомольская, 23	0,136	–	339,032	–	5 653,91
ул. Комсомольская, 21	0,051	–	126,140	–	2 105,79
ул. Комсомольская, 19	0,091	–	227,600	–	3 794,33
ул. Комсомольская, 17	0,094	–	233,084	–	3 886,06
ул. Пушкина, 2	0,077	–	192,949	–	3 216,69
ул. Комсомольская, 25	0,081	–	200,926	–	3 350,44
ул. Комсомольская, 20	0,079	–	195,940	–	3 268,18
ул. Комсомольская, 10	0,120	–	298,896	–	4 983,94
ул. Октябрьская, 187	0,087	0,006	216,382	13,711	3 610,25
ул. Октябрьская, 178	0,047	0,002	116,168	5,734	1 937,80
ул. Октябрьская, 185	0,107	0,007	265,990	17,699	4 438,15
ул. Пушкина, 4	0,077	–	191,703	–	3 195,97
ул. Мира, 169	0,078	–	194,195	–	3 240,36
ул. Мира, 168а	0,118	–	294,160	–	4 906,41
ул. Мира, 168	0,076	–	189,459	–	3 160,46
ул. Мира, 174	0,075	–	187,714	–	3 132,05
ул. Мира, 169а	0,188	0,094	468,661	234,331	19 286,00
ул. Мира, 173	0,085	–	211,646	–	3 530,96

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6
ул. Мира, 167	0,092	–	229,844	–	3 831,61
ул. Мира, 166	0,133	–	331,802	–	5 564,81
ул. Комсомольская, 27	0,080	–	198,683	–	3 314,93
ул. Комсомольская, 29	0,080	–	199,430	–	3 326,77
ул. Комсомольская, 31	0,080	–	198,932	–	3 318,48
ул. Октябрьская, 180	0,082	–	203,170	–	3 388,32
ул. Октябрьская, 189	0,108	–	269,730	–	4 498,03
ул. Октябрьская, 191	0,082	–	203,419	–	3 391,28
ул. Октябрьская, 193	0,080	–	199,680	–	3 332,10
ул. Октябрьская, 195	0,080	–	199,680	–	3 332,10
ул. Первомайская, 79	0,012	–	30,662	–	510,17
ул. Первомайская, 78	0,013	–	32,407	–	540,36
ул. Первомайская, 77	0,010	–	25,677	–	427,90
ул. Первомайская, 76	0,009	–	21,688	–	361,03
ул. Первомайская, 75а	0,012	–	29,167	–	485,31
ул. Комсомольская, 6	0,022	–	54,096	–	902,57
ул. Комсомольская, 11	0,025	–	61,325	–	1 023,89
ул. Комсомольская, 4	0,023	–	57,586	–	958,79
ул. Комсомольская, 4а	0,023	–	57,586	–	958,79
ул. Комсомольская, 4	0,025	–	61,325	–	1 023,89
ул. Партизанская, 2а	0,009	–	21,439	–	356,29
ул. Партизанская, 1а	0,007	–	17,949	–	299,47
ул. Октябрьская, 176	0,022	–	53,597	–	895,46
ул. Октябрьская, 172	0,011	–	27,422	–	457,50
ул. Октябрьская, 170а	0,013	–	31,660	–	527,34
ул. Пушкина, 4а	0,008	0,004	20,192	9,772	914,58
ул. Пушкина, 4б	0,008	0,004	20,192	9,772	914,58
ул. Мира, 171	0,073	–	181,980	–	3 034,99
ул. Мира, 170	0,103	–	257,764	–	4 299,76
ул. Мира, 164а	0,128	–	319,587	–	5 332,42
ул. Мира, 164	0,087	–	215,883	–	3 600,20

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6
ул. Мира, 165	0,084	–	209,651	–	3 496,63
ул. Мира, 172	0,092	–	228,846	–	3 817,41
ул. Пушкина, 8	0,093	0,008	232,087	19,694	3 871,42
ул. Мира, 163	0,132	0,002	327,814	3,989	5 468,04
ул. Пушкина, 19	0,090	–	223,611	–	3 730,41
ул. Советская, 110	0,189	0,095	471,154	235,577	19 349,03
ул. Советская, 110к1	0,131	0,066	327,066	163,533	13 428,63
ул. Советская, 110 (сооружение)	0,017	0,008	42,379	20,442	1 911,41
ул. Советская, 110 (сооружение)	0,028	0,014	70,050	33,903	3 162,37
ул. Советская, 110 к2	0,043	0,022	107,942	53,846	4 430,08
ул. Советская, 110а	0,005	0,002	11,966	5,983	490,53
ул. Мира, 125	0,113	0,006	282,194	15,705	4 707,80
ул. Мира, 115 СОШ№1	0,376	0,188	937,572	468,661	38 497,60
ул. Магнитогорская, 2	0,015	0,007	37,643	18,198	1 694,71
ул. Магнитогорская, 2 (сооружение)	0,001	–	1,745	0,748	79,79
ул. Магнитогорская, 2/1	0,029	0,014	71,296	34,651	3 220,49
ул. Магнитогорская, 2/2	0,519	0,260	1 293,555	646,902	53 116,13
ул. Энергетиков, 104	0,047	0,023	116,168	58,084	4 774,83
ул. Братьев Кашириных, 100	0,078	–	193,448	–	3 227,34
ул. Энергетиков, 1в	0,006	0,003	15,705	7,728	640,26
ул. Ленина, 83	0,071	0,005	177,992	12,963	2 969,67
ул. Ленина, 89	0,133	–	332,301	–	5 542,05
ул. Титова, 3	0,058	0,009	143,590	21,190	2 396,47
ул. Ленина, 81а	0,103	–	256,767	–	4 283,19
ул. Ленина, 87	0,127	–	317,344	–	5 294,07
ул. Ленина, 79	0,076	–	189,210	–	3 153,95

Окончание таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6
ул. Ленина, 81	0,089	–	221,119	–	3 687,20
ул. Ленина, 77	0,052	–	129,879	–	2 166,28
ул. Ленина, 85	0,002	0,001	5,983	2,992	89,11
ул. Титова, 6 Д/С №5	0,047	0,023	116,168	58,084	4 774,83
ул. Титова, 6 (сооружение)	0,005	0,002	11,717	5,734	524,52
ул. Розы Люксембург, 107	0,123	–	305,876	–	5 101,12
ул. Титова, 16	0,080	–	198,683	–	3 314,34
ул. Братьев Кашириных, 92	0,078	–	194,445	–	3 243,91
ул. Братьев Кашириных, 94	0,124	–	308,619	–	5 147,29
Итого:			16 140,151	2 200,964	372 638,23

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Гидравлический расчёт участков трубопровода Верхнеуральского городского поселения для аварийного режима

В таблице Е.1 представлен гидравлический расчёт участков трубопровода Верхнеуральского городского поселения для аварийного режима.

Таблица Е.1 – Гидравлический расчёт участков трубопровода Верхнеуральского городского поселения для аварийного режима

Участок	Расход теплоносителя G , т/ч	Характеристика трубы		Коэффициент α	Длина участка трубопровода			Скорость теплоносителя на участке v , м/с	Потеря давления		Суммарная потеря давления $H = \sum \Delta H \cdot 10^{-3}$, м. вод. ст.
		Условный проход D_y , мм	Наружный диаметр · толщина стенки $D_n \cdot s$, мм		по плану l , м	Эквивалентная местным сопротивлениям $l_{\Sigma} = l \cdot \alpha$, м	приведённая $l_{np} = l + l_{\Sigma}$, м		Удельная на трение Δh , кгс/(м ² ·м)	на участке $\Delta H = \Delta h \cdot l_{np}$, кгс/м ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Главная магистраль											
Котельная № 83 – ТК1	252,778	300	325x12,5	0,5	43,0	21,50	64,5	0,98	3,35	215,75	0,216
ТК1 – Старая котельная	168,692	300	325x12,5	0,5	118,0	59,00	177,0	0,65	1,49	263,10	0,263
Старая котельная – ТК2	92,756	200	219x9,5	0,5	11,0	5,50	16,5	0,81	3,91	64,54	0,065
ТК2 – ул. Первомайская, 81	0,753	50	57x3,5	0,3	10,0	3,00	13,0	0,11	0,50	6,55	0,007
ТК2 – ТК3	92,003	200	219x9,5	0,5	32,0	16,00	48,0	0,81	3,85	184,72	0,185
ТК3 – ул. Первомайская, 81(1)	0,160	32	38x3,0	0,3	12,0	3,60	15,6	0,10	0,72	11,23	0,011

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТК3 – ТК5	91,843	200	219х9,5	0,5	85,0	42,50	127,5	0,80	3,83	488,94	0,489
ТК5 – ул. Комсомольская, 23	4,677	50	57х3,5	0,3	13,0	3,90	16,9	0,69	17,68	298,75	0,299
Старая котельная – ТК101(02)	46,935	200	219х9,5	0,5	1 147,0	573,50	1 720,5	0,41	1,00	1 716,03	1,716
ТК101(02) – ТК101(01)	5,399	200	219х9,5	0,5	35,0	17,50	52,5	0,34	0,66	34,65	0,035
ТК101(01) – ул. Энергетиков, 104	2,406	125	133х4,0	0,3	10,0	3,00	13,0	0,10	0,13	1,69	0,002
ТК101(01) – ТК101	2,993	200	219х9,5	0,5	72,0	36,00	108,0	0,34	0,66	71,28	0,071
ТК101 – ул. Братьев Кашириных, 100	2,670	100	108х4,0	0,3	69,0	20,70	89,7	0,13	0,27	24,22	0,024
ТК101 – ТК102	0,323	200	219х9,5	0,5	79,0	39,50	118,5	0,34	0,66	78,21	0,078
ТК102 – ТК102(1)	0,323	200	219х9,5	0,5	28,0	14,00	42,0	0,34	0,66	27,72	0,028
ТК102(1) – ул. Энергетиков, 1в	0,323	100	108х4,0	0,3	90,0	27,00	117,0	0,13	0,27	31,59	0,032
Старая котельная – УТ-1	29,001	200	219х9,5	0,5	515,0	257,50	772,5	0,34	0,66	509,85	0,510
УТ-1 – ул. Магнитогорская, 2	0,769	100	108х4,0	0,3	25,0	7,50	32,5	0,13	0,27	8,78	0,009
Баня – ул. Магнитогорская, 2 (сооружение)	0,036	32	38х3,0	0,3	12,0	3,60	15,6	0,10	0,72	11,23	0,011
УТ-1 – УТ-2	28,232	200	219х9,5	0,5	60,0	30,00	90,0	0,34	0,66	59,40	0,059
УТ-2 – ул. Магнитогорская, 2/1	1,461	70	76х3,0	0,3	9,0	2,70	11,7	0,11	0,34	3,94	0,004
УТ-2 – ул. Магнитогорская, 2/2	26,771	150	159х4,5	0,3	35,0	10,50	45,5	0,44	1,69	77,01	0,077
Ответвление 1											
ТК5 – ТК6	64,086	200	219х9,5	0,3	30,0	9,00	39,0	0,58	1,99	77,62	0,078
ТК6 – ул. Комсомольская, 21	1,742	50	57х3,5	0,3	14,0	4,20	18,2	0,26	2,51	45,67	0,046
ТК6 – ТК7	62,344	200	219х9,5	0,3	41,0	12,30	53,3	0,55	1,78	94,94	0,095

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТК7 – ТК7/1	9,015	200	219х9,5	0,3	19,0	5,70	24,7	0,34	0,66	16,30	0,016
ТК7/1 – ул. Комсомольская, 19	3,139	50	57х3,5	0,3	10,0	3,00	13,0	0,46	7,95	103,34	0,103
ТК7/1 – ТК8	5,876	200	219х9,5	0,3	68,0	20,40	88,4	0,34	0,66	58,34	0,058
ТК8 – ул. Комсомольская, 17	3,215	50	57х3,5	0,3	10,0	3,00	13,0	0,47	8,34	108,39	0,108
ТК8 – ТК9	2,661	50	57х3,5	0,3	35,0	10,50	45,5	0,39	5,71	259,91	0,260
ТК9 – ул. Пушкина, 2	2,661	50	57х3,5	0,3	5,0	1,50	6,5	0,39	5,71	37,13	0,037
Ответвление 2											
ТК7 – ТК10	53,329	200	219х9,5	0,3	28,0	8,40	36,4	0,50	1,46	53,01	0,053
ТК10 – ул. Комсомольская, 25	2,771	50	57х3,5	0,3	6,0	1,80	7,8	0,41	6,19	48,30	0,048
ТК10 – ул. Комсомольская, 20	2,703	50	57х3,5	0,3	26,0	7,80	33,8	0,40	5,89	199,19	0,199
ТК10 – ТК11	47,855	200	219х9,5	0,3	36,0	10,80	46,8	0,42	1,04	48,80	0,049
ТК11 – ул. Комсомольская, 10	4,123	50	57х3,5	0,3	7,0	2,10	9,1	0,61	13,70	124,67	0,125
ТК11 – ТК12	43,732	200	219х9,5	0,3	59,0	17,70	76,7	0,39	0,87	66,67	0,067
ТК12 – ТК13	9,733	100	108х4,0	0,3	72,0	21,60	93,6	0,36	1,91	179,08	0,179
ТК12 (отв.1) – ул. Октябрьская, 187	3,175	50	57х3,5	0,3	13,0	3,90	16,9	0,47	8,13	137,44	0,137
ТК12 – ул. Октябрьская, 178	1,684	50	57х3,5	0,3	35,0	10,50	45,5	0,25	2,36	107,16	0,107
ТК13 – ул. Октябрьская, 185	3,914	50	57х3,5	0,3	13,0	3,90	16,9	0,58	12,38	209,29	0,209
ТК13 – ул. Пушкина, 4	2,644	50	57х3,5	0,3	26,0	7,80	33,8	0,39	5,64	190,60	0,191
Ответвление 3											
ТК12 – ТК14	32,315	150	159х4,5	0,3	113,0	33,90	146,9	0,53	2,47	362,44	0,362
ТК14 – ТК15	32,315	150	159х4,5	0,3	23,0	6,90	29,9	0,53	2,47	73,77	0,074
ТК15 – ул. Мира, 169	2,680	50	57х3,5	0,3	18,0	5,40	23,4	0,40	5,79	135,58	0,136

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TK15 – ул. Мира, 168а	4,059	50	57x3,5	0,3	9,0	2,70	11,7	0,60	13,28	155,42	0,155
TK15 – TK16	25,576	150	159x4,5	0,3	51,0	15,30	66,3	0,42	1,54	102,43	0,102
TK16 – TK17	25,576	100	108x4,0	0,3	18,0	5,40	23,4	0,94	13,18	308,32	0,308
TK17 – ул. Мира, 168	2,614	50	57x3,5	0,3	13,0	3,90	16,9	0,38	5,51	93,12	0,093
TK17 – TK18	22,962	100	108x4,0	0,3	62,0	18,60	80,6	0,85	10,66	859,57	0,860
TK18 – TK19	10,669	100	108x4,0	0,3	15,0	4,50	19,5	0,40	2,29	44,74	0,045
TK18 – ул. Мира, 174	2,591	50	57x3,5	0,3	46,0	13,80	59,8	0,38	5,41	323,70	0,324
TK18 – ул. Мира, 169а	9,702	80	89x4,5	0,3	44,0	13,20	57,2	0,53	5,45	311,76	0,312
TK19 – ул. Мира, 173	2,921	50	57x3,5	0,3	14,0	4,20	18,2	0,43	6,88	125,23	0,125
TK19 – TK20	7,748	100	108x4,0	0,3	43,0	12,90	55,9	0,29	1,22	68,44	0,068
TK20 – TK21	7,748	100	108x4,0	0,3	36,0	10,80	46,8	0,29	1,22	57,30	0,057
TK21 – ул. Мира, 167	3,170	50	57x3,5	0,3	10,0	3,00	13,0	0,47	8,11	105,39	0,105
TK21 – ул. Мира, 166	4,578	50	57x3,5	0,3	40,0	12,00	52,0	0,68	16,94	880,62	0,881
Ответвление 4											
TK5 – TK22	23,080	150	159x4,5	0,3	51,0	15,30	66,3	0,38	1,26	83,46	0,083
TK22 – ул. Комсомоль- ская, 27	2,742	50	57x3,5	0,3	5,0	1,50	6,5	0,40	6,06	39,42	0,039
TK22 – TK23	20,338	150	159x4,5	0,3	48,0	14,40	62,4	0,33	0,98	61,18	0,061
TK23 – TK24	5,497	100	108x4,0	0,3	29,0	8,70	37,7	0,20	0,63	23,73	0,024
TK24 – TK25	5,497	100	108x4,0	0,3	3,0	0,90	3,9	0,20	0,63	2,45	0,002
TK25 – ул. Комсомоль- ская, 29	2,752	80	89x4,5	0,3	12,0	3,60	15,6	0,19	0,71	11,08	0,011
TK25 – ул. Комсомоль- ская, 31	2,745	100	108x4,0	0,3	18,0	5,40	23,4	0,13	0,27	6,32	0,006
TK23 – TK26	14,841	150	159x4,5	0,3	55,0	16,50	71,5	0,25	0,54	38,42	0,038
TK26 – ул. Октябрьская, 180	2,803	50	57x3,5	0,3	15,0	4,50	19,5	0,41	6,33	123,51	0,124
TK26 – TK27	12,038	150	159x4,5	0,3	60,0	18,00	78,0	0,20	0,36	28,26	0,028
TK27 – ул. Октябрьская, 189	3,721	50	57x3,5	0,3	8,0	2,40	10,4	0,55	11,13	115,71	0,116

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТК27 – ТК28	8,317	150	159x4,5	0,3	53,0	15,90	68,9	0,20	0,36	24,80	0,025
ТК28 – ул. Октябрьская, 191	2,805	80	89x4,5	0,3	11,0	3,30	14,3	0,19	0,71	10,15	0,010
ТК28 – ул. Октябрьская, 193	2,756	50	57x3,5	0,3	30,0	9,00	39,0	0,41	6,13	238,93	0,239
ТК28 – ТК29	2,756	100	108x4,0	0,3	60,0	18,00	78,0	0,13	0,27	21,06	0,021
ТК29 – ул. Октябрьская, 195	2,756	50	57x3,5	0,3	9,0	2,70	11,7	0,41	6,13	71,68	0,072
Ответвление 5											
ТК1 – ТК31	84,086	200	219x9,5	0,3	132,0	39,60	171,6	0,74	3,21	550,93	0,551
ТК31 – ТК31(ОТВ.1)	84,086	200	219x9,5	0,3	36,0	10,80	46,8	0,74	3,21	150,25	0,150
ТК31(ОТВ.1) – ТК32	1,923	100	108x4,0	0,3	120,0	36,00	156,0	0,13	0,27	42,12	0,042
ТК32 – ул. Первомайская, 79	0,422	50	57x3,5	0,3	8,0	2,40	10,4	0,10	0,44	4,58	0,005
ТК32 – ТК33	1,501	100	108x4,0	0,3	62,0	18,60	80,6	0,13	0,27	21,76	0,022
ТК33 – ТК34	1,054	50	57x3,5	0,3	23,0	6,90	29,9	0,16	1,07	31,95	0,032
ТК33 – ул. Первомайская, 78	0,447	50	57x3,5	0,30	6,0	1,80	7,8	0,10	0,44	3,43	0,003
ТК34 – ул. Первомайская, 77	0,354	32	38x3,0	0,30	7,0	2,10	9,1	0,12	1,00	9,07	0,009
ТК34 – ТК35	0,700	50	57x3,5	0,30	40,0	12,00	52,0	0,10	0,44	22,88	0,023
ТК35 – ул. Первомайская, 76	0,299	50	57x3,5	0,30	7,0	2,10	9,1	0,10	0,44	4,00	0,004
ТК35 – ТК36	0,401	50	57x3,5	0,30	43,0	12,90	55,9	0,10	0,44	24,60	0,025
ТК36 – ул. Первомайская, 75а	0,401	32	38x3,0	0,3	7,0	2,10	9,1	0,14	1,38	12,54	0,013
Ответвление 6											
ТК31(ОТВ.1) – ТК31(ОТВ.2)	82,163	200	219x9,5	0,3	86,0	25,80	111,8	0,72	3,06	342,60	0,343
ТК31(ОТВ.2) – ТК38	4,570	100	108x4,0	0,3	40,0	12,00	52,0	0,17	0,44	23,09	0,023

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТК38 – ТК39	4,570	100	108x4,0	0,3	37,0	11,10	48,1	0,17	0,44	21,36	0,021
ТК39 – ул. Комсомольская, 6	0,747	50	57x3,5	0,3	3,0	0,90	3,9	0,11	0,50	1,94	0,002
ТК39 – ул. Комсомольская, 11	0,847	40	45x2,5	0,3	19,0	5,70	24,7	0,20	1,99	49,06	0,049
ТК39 – ТК40	2,976	100	108x4,0	0,3	40,0	12,00	52,0	0,13	0,27	14,04	0,014
ТК40 – ул. Комсомольская, 4	0,793	50	57x3,5	0,3	3,0	0,90	3,9	0,12	0,56	2,18	0,002
ТК40 – ТК41	2,183	100	108x4,0	0,3	42,0	12,60	54,6	0,13	0,27	14,74	0,015
ТК41 – ул. Комсомольская, 4а	0,793	50	57x3,5	0,3	3,0	0,90	3,9	0,12	0,56	2,18	0,002
ТК41 – ТК42	1,390	100	108x4,0	0,3	33,0	9,90	42,9	0,13	0,27	11,58	0,012
ТК42 – ТК43	1,390	100	108x4,0	0,3	7,0	2,10	9,1	0,13	0,27	2,46	0,002
ТК43 – ТК44	1,390	80	89x4,5	0,3	59,0	17,70	76,7	0,19	0,71	54,46	0,054
ТК44 – ул. Комсомольская, 2	0,847	32	38x3,0	0,3	26,0	7,80	33,8	0,29	5,41	182,99	0,183
ТК44 – ул. Партизанская, 2а	0,295	50	57x3,5	0,3	7,0	2,10	9,1	0,10	0,44	4,00	0,004
ТК44 – ТК45	0,248	50	57x3,5	0,3	42,0	12,60	54,6	0,10	0,44	24,02	0,024
ТК45 – ул. Партизанская, 1а	0,248	40	45x2,5	0,3	4,0	1,20	5,2	0,10	0,55	2,86	0,003
Ответвление 7											
ТК31(ОТВ.2) – ТК49	77,593	200	219x9,5	0,3	74,0	22,20	96,2	0,69	2,73	262,77	0,263
ТК49 – ТК50	1,555	50	57x3,5	0,3	33,0	9,90	42,9	0,23	2,03	87,17	0,087
ТК50 – ул. Октябрьская, 176	0,741	40	45x2,5	0,3	8,0	2,40	10,4	0,17	1,53	15,95	0,016
ТК50 – ТК51	0,814	50	57x3,5	0,3	55,0	16,50	71,5	0,12	0,59	42,36	0,042
ТК51 – ТК52	0,814	40	45x2,5	0,3	28,0	8,40	36,4	0,19	1,83	66,77	0,067
ТК52 – ул. Октябрьская, 172	0,378	40	45x2,5	0,3	8,0	2,40	10,4	0,10	0,55	5,72	0,006

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТК52 – ТК53	0,436	40	45x2,5	0,3	46,0	13,80	59,8	0,11	0,65	38,87	0,039
ТК53 – ул. Октябрьская, 170а	0,436	32	38x3,0	0,3	8,0	2,40	10,4	0,15	1,49	15,50	0,015
Ответвление 8											
ТК49 – ТК54	76,038	200	219x9,5	0,3	39,0	11,70	50,7	0,67	2,62	132,97	0,133
ТК54 – ул. Пушкина, 4а	0,414	50	57x3,5	0,3	28,0	8,40	36,4	0,10	0,44	16,02	0,016
ТК54 – ТК54/1	75,624	200	219x9,5	0,3	169,0	50,70	219,7	0,67	2,59	569,83	0,570
ТК54/1 – ул. Пушкина, 4б	0,414	50	57x3,5	0,3	22,0	6,60	28,6	0,10	0,44	12,58	0,013
ТК54/1 – ТК54/1(ОТВ)	75,210	200	219x9,5	0,3	64,0	19,20	83,2	0,66	2,56	213,38	0,213
ТК54/1(ОТВ) – ТК55	27,557	150	159x4,5	0,3	39,0	11,70	50,7	0,45	1,79	90,88	0,091
ТК55 – ул. Мира, 171	2,511	40	45x2,5	0,3	17,0	5,10	22,1	0,58	16,60	366,86	0,367
ТК55 – ТК56	13,838	100	108x4,0	0,3	20,0	6,00	26,0	0,51	3,87	100,60	0,101
ТК56 – ул. Мира, 170	3,557	50	57x3,5	0,3	20,0	6,00	26,0	0,53	10,18	264,59	0,265
ТК56 – ТК57	10,281	100	108x4,0	0,3	65,0	19,50	84,5	0,38	2,13	180,19	0,180
ТК57 – ул. Мира, 164а	4,411	50	57x3,5	0,3	7,0	2,10	9,1	0,65	15,68	142,71	0,143
ТК57 – ТК58	5,870	100	108x4,0	0,3	63,0	18,90	81,9	0,21	0,72	58,76	0,059
ТК58 – ул. Мира, 164	2,978	50	57x3,5	0,3	9,0	2,70	11,7	0,44	7,15	83,71	0,084
ТК58 – ТК59	2,892	50	57x3,5	0,3	28,0	8,40	36,4	0,43	6,74	245,45	0,245
ТК59 – ул. Мира, 165	2,892	50	57x3,5	0,3	14,0	4,20	18,2	0,43	6,74	122,73	0,123
Ответвление 9											
ТК55 – ТК60	11,208	100	108x4,0	0,3	31,0	9,30	40,3	0,41	2,54	102,19	0,102
ТК60 – ул. Мира, 172	3,158	50	57x3,5	0,3	15,0	4,50	19,2	0,47	8,05	156,89	0,157
ТК60 – ТК61	8,050	100	108x4,0	0,3	64,0	19,20	83,2	0,30	1,32	109,49	0,109
ТК61 – ул. Пушкина, 8	3,473	50	57x3,5	0,3	10,0	3,00	13,0	0,51	9,73	126,47	0,126
ТК61 – ул. Мира, 163	4,577	50	57x3,5	0,3	38,0	11,40	49,4	0,68	16,93	836,22	0,836
Ответвление 10											
ТК54/1(ОТВ) – ТК62	47,653	200	219x9,5	0,3	141,0	42,30	183,3	0,42	1,03	189,28	0,189
ТК62 – ТК63	24,140	150	159x4,5	0,3	69,0	20,70	89,7	0,39	1,38	123,37	0,123

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТК63 – ул. Пушкина, 19	3,086	50	57х3,5	0,3	50,0	15,00	65,0	0,46	7,68	499,29	0,499
ТК63 – ТК63/1	21,054	150	159х4,5	0,3	58,0	17,40	75,4	0,34	1,05	78,82	0,079
ТК63/1 – ул. Советская, 110	9,752	150	159х4,5	0,3	18,0	5,40	23,4	0,20	0,36	8,42	0,008
ТК63/1 – ТК63/2	11,302	150	159х4,5	0,3	141,0	42,30	183,3	0,20	0,36	65,99	0,066
ТК63/2 – ул. Советская, 110к1	6,768	100	108х4,0	0,3	25,0	7,50	32,5	0,25	0,94	30,62	0,031
ТК63/2 – ТК63/3	4,534	150	159х4,5	0,3	8,0	2,40	10,4	0,20	0,36	3,74	0,004
ТК63/3 – ул. Советская, 110 (сооружение)	0,867	80	89х4,5	0,3	7,0	2,10	9,1	0,19	0,71	6,46	0,006
ТК63/3 – ТК63/4	3,667	150	159х4,5	0,3	42,0	12,60	54,6	0,20	0,36	19,66	0,020
ТК63/4 – ул. Советская, 110 (сооружение)	1,434	150	159х4,5	0,3	29,0	8,70	37,7	0,20	0,36	13,57	0,014
ТК63/4 – ТК63/5	2,233	80	89х4,5	0,3	64,0	19,20	83,2	0,19	0,71	59,07	0,059
ТК63/5 – ул. Советская, 110 к2	2,233	70	76х3,0	0,3	26,0	7,80	33,8	0,17	0,77	26,02	0,026
Гараж 1кн – ул. Советская, 110а	0,247	32	38х3,0	0,3	2,0	0,60	2,6	0,10	0,72	1,87	0,002
Ответвление 11											
ТК62 – ТК64	23,513	150	159х4,5	0,3	79,0	23,70	102,7	0,39	1,31	134,17	0,134
ТК64 – ТК65	23,513	150	159х4,5	0,3	37,0	11,10	48,1	0,39	1,31	62,84	0,063
ТК65 – ТК66	4,110	70	76х3,0	0,3	26,0	7,80	33,8	0,32	2,41	81,54	0,082
ТК66 – ТК67	4,110	50	57х3,5	0,3	25,0	7,50	32,5	0,61	13,62	442,49	0,442
ТК67 – ул. Мира, 125	4,110	50	57х3,5	0,3	7,0	2,10	9,1	0,61	13,62	123,90	0,124
ТК65 – ТК65/1	19,403	150	159х4,5	0,3	81,0	24,30	105,3	0,32	0,89	93,75	0,094
ТК65/1 – ТК68	19,403	150	159х4,5	0,3	150,0	45,00	195,0	0,32	0,89	173,61	0,174
ТК68 – ТК69	19,403	100	108х4,0	0,3	67,0	20,10	87,1	0,72	7,61	662,69	0,663
ТК69 – ул. Мира, 115	19,403	100	108х4,0	0,3	12,0	3,60	15,6	0,72	7,61	118,69	0,119

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТК69 – ул. Мира, 115	19,403	100	108x4,0	0,3	12,0	3,60	15,6	0,72	7,61	118,69	0,119
Ответвление 12											
ТК101(02) – ТК103	41,536	150	159x4,5	0,3	144,0	43,20	187,2	0,68	4,07	762,25	0,762
ТК103 – ТК104	24,989	150	159x4,5	0,3	11,0	3,30	14,3	0,41	1,47	21,00	0,021
ТК104 – ул. Ленина, 83	2,636	50	57x3,5	0,3	8,0	2,40	10,4	0,39	5,60	58,29	0,058
ТК104 – ул. Ленина, 89	4,584	50	57x3,5	0,3	49,0	14,70	63,7	0,68	16,98	1 081,63	1,082
ТК104 – ТК106	17,769	100	108x4,0	0,3	38,0	11,40	49,4	0,65	6,38	314,97	0,315
ТК106 – ТК107	17,769	100	108x4,0	0,3	41,0	12,30	53,3	0,65	6,38	339,84	0,340
ТК107 – ул. Титова, 3	2,274	50	57x3,5	0,3	6,0	1,80	7,8	0,35	4,12	32,13	0,032
ТК107 – ТК108	7,922	100	108x4,0	0,3	30,0	9,00	39,0	0,30	1,28	49,79	0,050
ТК108 – ул. Ленина, 81а	3,543	50	57x3,5	0,3	6,0	1,80	7,8	0,52	10,10	78,81	0,079
ТК108 – ул. Ленина, 87	4,379	50	57x3,5	0,3	60,0	18,00	78,0	0,65	15,45	1 205,33	1,205
Ответвление 13											
ТК107 – ТК110	7,573	100	108x4,0	0,3	29,0	8,70	37,7	0,28	1,17	44,18	0,044
ТК110 – ул. Ленина, 79	2,609	50	57x3,5	0,3	5,0	1,50	6,5	0,38	5,49	35,68	0,036
ТК110 – ТК111	4,964	100	108x4,0	0,3	17,0	5,10	22,1	0,18	0,52	11,55	0,012
ТК111 – ул. Ленина, 81	3,050	50	57x3,5	0,3	13,0	3,90	16,9	0,45	7,51	126,83	0,127
ТК111 – ТК112	1,914	50	57x3,5	0,3	15,0	4,50	19,5	0,28	3,00	58,48	0,058
ТК112 – ТК113	1,792	70	76x3,0	0,3	54,0	16,20	70,2	0,14	0,51	35,47	0,035
ТК113 – ул. Ленина, 77	1,792	50	57x3,5	0,3	7,0	2,10	9,1	0,27	2,64	24,02	0,024
Ответвление 14											
ТК112 – ТК114	0,122	100	108x4,0	0,3	104,0	31,20	135,2	0,13	0,27	36,50	0,037
ТК114 – ул. Ленина, 85	0,122	50	57x3,5	0,3	8,0	2,40	10,4	0,10	0,44	4,58	0,005
Ответвление 15											
ТК103 – ТК115	16,547	100	108x4,0	0,3	53,0	15,90	68,9	0,61	5,53	381,09	0,381
ТК115 – ул. Титова, 6	2,406	80	89x4,5	0,3	5,0	1,50	6,5	0,19	0,71	4,62	0,005
ТК115 – ул. Титова, 6 (сооружение)	0,238	32	38x3,0	0,3	30,0	9,00	39,0	0,10	0,72	28,08	0,028

Окончание таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТК115 – ТК116	13,903	100	108x4,0	0,3	35,0	10,50	45,5	0,52	3,91	177,71	0,178
ТК116 – ул. Розы Люксембург, 107	4,220	50	57x3,5	0,3	2,0	0,60	2,6	0,62	14,34	37,28	0,037
ТК116 – ТК118	9,683	100	108x4,0	0,3	72,0	21,60	93,6	0,36	1,89	177,20	0,177
ТК118 – ул. Титова, 16	2,742	50	57x3,5	0,3	3,0	0,90	3,9	0,40	6,06	23,65	0,024
ТК118 – ТК119	6,941	50	57x3,5	0,3	47,0	14,10	61,1	1,02	38,85	2 373,80	2,374
ТК119 – ул. Братьев Кашириных, 92	2,683	50	57x3,5	0,3	6,0	1,80	7,8	0,40	5,81	45,29	0,045
ТК119 – ТК120	4,258	80	89x4,5	0,3	50,0	15,00	65,0	0,23	1,04	67,54	0,068
ТК120 – ул. Братьев Кашириных, 94	4,258	50	57x3,5	0,3	9,0	2,70	11,7	0,63	14,61	170,89	0,171

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Расчёт располагаемых напоров для аварийного режима

В таблице Ж.1 представлен расчёт располагаемых напоров для аварийного режима.

Таблица Ж.1 – Расчёт располагаемых напоров для аварийного режима

Участок	Геодезическая отметка оси трубопровода, м		потери на участке $\sum \Delta H$, м.в.ст	Давление в по- дающем трубо- проводе		Напор в подаю- щем трубопрово- де		Давление в об- ратном трубо- проводе		Напор в обрат- ном трубопрово- де		Располагаемый напор ΔP (Нр), м.в.ст
	В начале участка	В конце участка		В начале участка P1-1, м.в.ст	В конце участка P1-2, м.в.ст	В начале участка Н1-1, м.в.ст	В конце участка Н1-2, м.в.ст	В начале участка P2-1, м.в.ст	В конце участка P2-2, м.в.ст	В начале участка Н2-1, м.в.ст	В конце участка Н2-2, м.в.ст	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Главная магистраль												
Котельная № 83 – ТК1	431	431	0,216	60,000	59,784	491,000	490,784	40,000	40,216	471,000	471,216	19,568
ТК1 – Старая котельная	431	431	0,263	59,784	59,521	490,784	490,521	40,216	40,479	471,216	471,479	19,042
Старая котельная – ТК2	431	431	0,065	59,521	59,456	490,521	490,456	40,479	40,544	471,479	471,544	18,912
ТК2 – ул. Первомайская, 81	431	431	0,007	59,456	59,449	490,456	490,449	40,544	40,551	471,544	471,551	18,898
ТК2 – ТК3	431	431	0,185	59,456	59,271	490,456	490,271	40,544	40,729	471,544	471,729	18,542
ТК3 – ул. Первомайская, 81(1)	431	431	0,011	59,271	59,260	490,271	490,260	40,729	40,740	471,729	471,740	18,520
ТК3 – ТК5	431	439	0,489	59,271	50,782	490,271	489,782	40,729	33,218	471,729	472,218	17,564
ТК5 – ул. Комсомольская, 23	439	439	0,299	50,782	50,483	489,782	489,483	33,218	33,517	472,218	472,517	16,966
Старая котельная – ТК101(02)	431	419	1,716	59,521	69,805	490,521	488,805	40,479	54,195	471,479	473,195	15,610

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТК101(02) – ТК101(01)	419	416	0,035	69,805	72,770	488,805	488,770	54,195	57,230	473,195	473,230	15,540
ТК101(01) – ул. Энергетиков, 104	416	416	0,002	72,770	72,768	488,770	488,768	57,230	57,232	473,230	473,232	15,536
ТК101(01) – ТК101	416	416	0,071	72,770	72,699	488,770	488,699	57,230	57,301	473,230	473,301	15,398
ТК101 – ул. Братьев Кашириных, 100	416	416	0,024	72,699	72,675	488,699	488,675	57,301	57,325	473,301	473,325	15,350
ТК101 – ТК102	416	412	0,078	72,699	76,621	488,699	488,621	57,301	61,379	473,301	473,379	15,242
ТК102 – ТК102(1)	412	411	0,028	76,621	77,593	488,621	488,593	61,379	62,407	473,379	473,407	15,186
ТК102(1) – ул. Энергетиков, 1в	411	411	0,032	77,593	77,561	488,593	488,561	62,407	62,439	473,407	473,439	15,122
Старая котельная – УТ-1	431	445	0,510	59,521	45,011	490,521	490,011	40,479	26,989	471,479	471,989	18,022
УТ-1 – ул. Магнитогорская, 2	445	446	0,009	45,011	44,002	490,011	490,002	26,989	25,998	471,989	471,998	18,004
Баня – ул. Магнитогорская, 2 (сооружение)	446	446	0,011	44,002	43,991	490,002	489,991	25,998	26,009	471,998	472,009	17,982
УТ-1 – УТ-2	445	446	0,059	45,011	43,952	490,011	489,952	26,989	26,048	471,989	472,048	17,904
УТ-2 – ул. Магнитогорская, 2/1	446	446	0,004	43,952	43,948	489,952	489,948	26,048	26,052	472,048	472,052	17,896
УТ-2 – ул. Магнитогорская, 2/2	446	447	0,077	43,952	42,875	489,952	489,875	26,048	25,125	472,048	472,125	17,750
Ответвление 1												
ТК5 – ТК6	439	438	0,078	50,782	51,704	489,782	489,704	33,218	34,296	472,218	472,296	17,408
ТК6 – ул. Комсомольская, 21	438	439	0,046	51,704	50,658	489,704	489,658	34,296	33,342	472,296	472,342	17,316
ТК6 – ТК7	438	438	0,095	51,704	51,609	489,704	489,609	34,296	34,391	472,296	472,391	17,218
ТК7 – ТК7/1	438	437	0,016	51,609	52,593	489,609	489,593	34,391	35,407	472,391	472,407	17,186
ТК7/1 – ул. Комсомольская, 19	437	437	0,103	52,593	52,490	489,593	489,490	35,407	35,510	472,407	472,510	16,980
ТК7/1 – ТК8	437	435	0,058	52,490	54,432	489,490	489,432	35,510	37,568	472,510	472,568	16,864

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТК8 – ул. Комсомольская, 17	435	434	0,108	54,432	55,324	489,432	489,324	37,568	38,676	472,568	472,676	16,648
ТК8 – ТК9	435	433	0,260	54,432	56,172	489,432	489,172	37,568	39,828	472,568	472,828	16,344
ТК9 – ул. Пушкина, 2	433	433	0,037	56,172	56,135	489,172	489,135	39,828	39,865	472,828	472,865	16,270
Ответвление 2												
ТК7 – ТК10	438	438	0,053	51,609	51,556	489,609	489,556	34,391	34,444	472,391	472,444	17,112
ТК10 – ул. Комсомольская, 25	438	439	0,048	51,556	50,508	489,556	489,508	34,444	33,492	472,444	472,492	17,016
ТК10 – ул. Комсомольская, 20	438	436	0,199	51,556	53,357	489,556	489,357	34,444	36,643	472,444	472,643	16,714
ТК10 – ТК11	438	438	0,049	51,556	51,507	489,556	489,507	34,444	34,493	472,444	472,493	17,014
ТК11 – ул. Комсомольская, 10	438	436	0,125	51,507	53,382	489,507	489,382	34,493	36,618	472,493	472,618	16,764
ТК11 – ТК12	438	438	0,067	51,507	51,440	489,507	489,440	34,493	34,560	472,493	472,560	16,880
ТК12 – ТК13	438	434	0,179	51,440	55,261	489,440	489,261	34,560	38,739	472,560	472,739	16,522
ТК12 (отв.1) – ул. Октябрьская, 187	436	436	0,137	51,440	51,303	487,440	487,303	34,560	34,697	470,560	470,697	16,606
ТК12 – ул. Октябрьская, 178	438	436	0,107	51,440	53,333	489,440	489,333	34,560	36,667	472,560	472,667	16,666
ТК13 – ул. Октябрьская, 185	434	434	0,209	55,261	55,052	489,261	489,052	38,739	38,948	472,739	472,948	16,104
ТК13 – ул. Пушкина, 4	434	434	0,191	55,261	55,070	489,261	489,070	38,739	38,930	472,739	472,930	16,140
Ответвление 3												
ТК12 – ТК14	438	435	0,362	51,440	54,078	489,440	489,078	34,560	37,922	472,560	472,922	16,156
ТК14 – ТК15	435	435	0,074	54,078	54,004	489,078	489,004	37,922	37,996	472,922	472,996	16,008
ТК15 – ул. Мира, 169	435	435	0,136	54,004	53,868	489,004	488,868	37,996	38,132	472,996	473,132	15,736
ТК15 – ул. Мира, 168а	435	436	0,155	54,004	52,849	489,004	488,849	37,996	37,151	472,996	473,151	15,698
ТК15 – ТК16	435	436	0,102	54,004	52,902	489,004	488,902	37,996	37,098	472,996	473,098	15,804
ТК16 – ТК17	436	436	0,308	52,902	52,594	488,902	488,594	37,098	37,406	473,098	473,406	15,188
ТК17 – ул. Мира, 168	436	437	0,093	52,594	51,501	488,594	488,501	37,406	36,499	473,406	473,499	15,002

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TK17 – TK18	436	435	0,860	52,594	52,734	488,594	487,734	37,406	39,266	473,406	474,266	13,468
TK18 – TK19	435	435	0,045	52,734	52,689	487,734	487,689	39,266	39,311	474,266	474,311	13,378
TK18 – ул. Мира, 174	435	436	0,324	52,734	51,410	487,734	487,410	39,266	38,590	474,266	474,590	12,820
TK18 – ул. Мира, 169а	435	435	0,312	52,734	52,422	487,734	487,422	39,266	39,578	474,266	474,578	12,844
TK19 – ул. Мира, 173	435	435	0,125	52,689	52,564	487,689	487,564	39,311	39,436	474,311	474,436	13,128
TK19 – TK20	435	435	0,068	52,689	52,621	487,689	487,621	39,311	39,379	474,311	474,379	13,242
TK20 – TK21	435	434	0,057	52,621	53,564	487,621	487,564	39,379	40,436	474,379	474,436	13,128
TK21 – ул. Мира, 167	434	435	0,105	53,564	52,459	487,564	487,459	40,436	39,541	474,436	474,541	12,918
TK21 – ул. Мира, 166	434	434	0,881	53,564	52,683	487,564	486,683	40,436	41,317	474,436	475,317	11,366
Ответвление 4												
TK5 – TK22	439	439	0,083	50,782	50,699	489,782	489,699	33,218	33,301	472,218	472,301	17,398
TK22 – ул. Комсомольская, 27	439	439	0,039	50,699	50,660	489,699	489,660	33,301	33,340	472,301	472,340	17,320
TK22 – TK23	439	439	0,061	50,699	50,638	489,699	489,638	33,301	33,362	472,301	472,362	17,276
TK23 – TK24	439	439	0,024	50,638	50,614	489,638	489,614	33,362	33,386	472,362	472,386	17,228
TK24 – TK25	439	439	0,002	50,614	50,612	489,614	489,612	33,386	33,388	472,386	472,388	17,224
TK25 – ул. Комсомольская, 29	439	439	0,011	50,612	50,601	489,612	489,601	33,388	33,399	472,388	472,399	17,202
TK25 – ул. Комсомольская, 31	439	438	0,006	50,612	51,606	489,612	489,606	33,388	34,394	472,388	472,394	17,212
TK23 – TK26	439	439	0,038	50,638	50,600	489,638	489,600	33,362	33,400	472,362	472,400	17,200
TK26 – ул. Октябрьская, 180	439	439	0,124	50,600	50,476	489,600	489,476	33,400	33,524	472,400	472,524	16,952
TK26 – TK27	439	438	0,028	50,600	51,572	489,600	489,572	33,400	34,428	472,400	472,428	17,144
TK27 – ул. Октябрьская, 189	438	438	0,116	51,572	51,456	489,572	489,456	34,428	34,544	472,428	472,544	16,912
TK27 – TK28	438	438	0,025	51,572	51,547	489,572	489,547	34,428	34,453	472,428	472,453	17,094
TK28 – ул. Октябрьская, 191	438	437	0,010	51,547	52,537	489,547	489,537	34,453	35,463	472,453	472,463	17,074
TK28 – ул. Октябрьская, 193	438	438	0,239	51,547	51,308	489,547	489,308	34,453	34,692	472,453	472,692	16,616
TK28 – TK29	438	437	0,021	51,547	52,526	489,547	489,526	34,453	35,474	472,453	472,474	17,052
TK29 – ул. Октябрьская, 195	437	437	0,072	52,526	52,454	489,526	489,454	35,474	35,546	472,474	472,546	16,908

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ответвление 5												
TK1 – TK31	431	432	0,551	59,784	58,233	490,784	490,233	40,216	39,767	471,216	471,767	18,466
TK31 – TK31(ОТВ.1)	432	432	0,150	58,233	58,083	490,233	490,083	39,767	39,917	471,767	471,917	18,166
TK31(ОТВ.1) – TK32	432	432	0,042	58,083	58,041	490,083	490,041	39,917	39,959	471,917	471,959	18,082
TK32 – ул. Первомайская, 79	432	431	0,005	58,041	59,036	490,041	490,036	39,959	40,964	471,959	471,964	18,072
TK32 – TK33	432	430	0,022	58,041	60,019	490,041	490,019	39,959	41,981	471,959	471,981	18,038
TK33 – TK34	430	430	0,032	60,019	59,987	490,019	489,987	41,981	42,013	471,981	472,013	17,974
TK33 – ул. Первомайская, 78	430	430	0,003	60,019	60,016	490,019	490,016	41,981	41,984	471,981	471,984	18,032
TK34 – ул. Первомайская, 77	430	430	0,009	59,987	59,978	489,987	489,978	42,013	42,022	472,013	472,022	17,956
TK34 – TK35	430	430	0,023	59,987	59,964	489,987	489,964	42,013	42,036	472,013	472,036	17,928
TK35 – ул. Первомайская, 76	430	429	0,004	59,964	60,960	489,964	489,960	42,036	43,040	472,036	472,040	17,920
TK35 – TK36	430	429	0,025	59,964	60,939	489,964	489,939	42,036	43,061	472,036	472,061	17,878
TK36 – ул. Первомайская, 75а	429	429	0,013	60,939	60,926	489,939	489,926	43,061	43,074	472,061	472,074	17,852
Ответвление 6												
TK31(ОТВ.1) – TK31(ОТВ.2)	432	432	0,343	58,083	57,740	490,083	489,740	39,917	40,260	471,917	472,260	17,480
TK31(ОТВ.2) – TK38	432	431	0,023	57,740	58,717	489,740	489,717	40,260	41,283	472,260	472,283	17,434
TK38 – TK39	431	430	0,021	58,717	59,696	489,717	489,696	41,283	42,304	472,283	472,304	17,392
TK39 – ул. Комсомольская, 6	430	430	0,002	59,696	59,694	489,696	489,694	42,304	42,306	472,304	472,306	17,388
TK39 – ул. Комсомольская, 11	430	430	0,049	59,696	59,647	489,696	489,647	42,304	42,353	472,304	472,353	17,294
TK39 – TK40	430	430	0,014	59,696	59,682	489,696	489,682	42,304	42,318	472,304	472,318	17,364
TK40 – ул. Комсомольская, 4	430	428	0,002	59,682	61,680	489,682	489,680	42,318	44,320	472,318	472,320	17,360

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТК40 – ТК41	430	429	0,015	59,682	60,667	489,682	489,667	42,318	43,333	472,318	472,333	17,334
ТК41 – ул. Комсомольская, 4а	429	429	0,002	60,667	60,665	489,667	489,665	43,333	43,335	472,333	472,335	17,330
ТК41 – ТК42	429	429	0,012	60,667	60,655	489,667	489,655	43,333	43,345	472,333	472,345	17,310
ТК42 – ТК43	429	428	0,002	60,655	61,653	489,655	489,653	43,345	44,347	472,345	472,347	17,306
ТК43 – ТК44	428	426	0,054	61,653	63,599	489,653	489,599	44,347	46,401	472,347	472,401	17,198
ТК44 – ул. Комсомольская, 2	426	428	0,183	63,599	61,416	489,599	489,416	46,401	44,584	472,401	472,584	16,832
ТК44 – ул. Партизанская, 2а	426	425	0,004	63,599	64,595	489,599	489,595	46,401	47,405	472,401	472,405	17,190
ТК44 – ТК45	426	425	0,024	63,599	64,575	489,599	489,575	46,401	47,425	472,401	472,425	17,150
ТК45 – ул. Партизанская, 1а	425	425	0,003	64,575	64,572	489,575	489,572	47,425	47,428	472,425	472,428	17,144
Ответвление 7												
ТК31(ОТВ.2) – ТК49	432	432	0,263	57,740	57,477	489,740	489,477	40,260	40,523	472,260	472,523	16,954
ТК49 – ТК50	432	431	0,087	57,477	58,390	489,477	489,390	40,523	41,610	472,523	472,610	16,780
ТК50 – ул. Октябрьская, 176	431	432	0,016	58,390	57,374	489,390	489,374	41,610	40,626	472,610	472,626	16,748
ТК50 – ТК51	431	430	0,042	58,390	59,348	489,390	489,348	41,610	42,652	472,610	472,652	16,696
ТК51 – ТК52	430	430	0,067	59,348	59,281	489,348	489,281	42,652	42,719	472,652	472,719	16,562
ТК52 – ул. Октябрьская, 172	430	429	0,006	59,281	60,275	489,281	489,275	42,719	43,725	472,719	472,725	16,550
ТК52 – ТК53	430	428	0,039	59,281	61,242	489,281	489,242	42,719	44,758	472,719	472,758	16,484
ТК53 – ул. Октябрьская, 170а	428	428	0,015	61,242	61,227	489,242	489,227	44,758	44,773	472,758	472,773	16,454
ТК53 – ул. Октябрьская, 170а	428	428	0,015	61,242	61,227	489,242	489,227	44,758	44,773	472,758	472,773	16,454

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ответвление 8												
TK49 – TK54	432	432	0,133	57,477	57,344	489,477	489,344	40,523	40,656	472,523	472,656	16,688
TK54 – ул. Пушкина, 4а	432	432	0,016	57,344	57,328	489,344	489,328	40,656	40,672	472,656	472,672	16,656
TK54 – TK54/1	432	431	0,570	57,344	57,774	489,344	488,774	40,656	42,226	472,656	473,226	15,548
TK54/1 – ул. Пушкина, 4б	431	433	0,013	57,774	55,761	488,774	488,761	42,226	40,239	473,226	473,239	15,522
TK54/1 – TK54/1(ОТВ)	431	430	0,213	57,774	58,561	488,774	488,561	42,226	43,439	473,226	473,439	15,122
TK54/1(ОТВ) – TK55	430	431	0,091	58,561	57,470	488,561	488,470	43,439	42,530	473,439	473,530	14,940
TK55 – ул. Мира, 171	431	432	0,367	57,470	56,103	488,470	488,103	42,530	41,897	473,530	473,897	14,206
TK55 – TK56	431	432	0,101	57,470	56,369	488,470	488,369	42,530	41,631	473,530	473,631	14,738
TK56 – ул. Мира, 170	432	433	0,265	56,369	55,104	488,369	488,104	41,631	40,896	473,631	473,896	14,208
TK56 – TK57	432	433	0,180	56,369	55,189	488,369	488,189	41,631	40,811	473,631	473,811	14,378
TK57 – ул. Мира, 164а	433	433	0,143	55,189	55,046	488,189	488,046	40,811	40,954	473,811	473,954	14,092
TK57 – TK58	433	433	0,059	55,189	55,130	488,189	488,130	40,811	40,870	473,811	473,870	14,260
TK58 – ул. Мира, 164	433	432	0,084	55,130	56,046	488,130	488,046	40,870	41,954	473,870	473,954	14,092
TK58 – TK59	433	433	0,245	55,130	54,885	488,130	487,885	40,870	41,115	473,870	474,115	13,770
TK59 – ул. Мира, 165	433	433	0,123	54,885	54,762	487,885	487,762	41,115	41,238	474,115	474,238	13,524
Ответвление 9												
TK55 – TK60	431	431	0,102	57,470	57,368	488,470	488,368	42,530	42,632	473,530	473,632	14,736
TK60 – ул. Мира, 172	431	430	0,157	57,368	58,211	488,368	488,211	42,632	43,789	473,632	473,789	14,422
TK60 – TK61	431	429	0,109	57,368	59,259	488,368	488,259	42,632	44,741	473,632	473,741	14,518
TK61 – ул. Пушкина, 8	429	422	0,126	59,259	66,133	488,259	488,133	44,741	51,867	473,741	473,867	14,266
TK61 – ул. Мира, 163	429	429	0,836	59,259	58,423	488,259	487,423	44,741	45,577	473,741	474,577	12,846
Ответвление 10												
TK54/1(ОТВ) – TK62	430	427	0,189	58,561	61,372	488,561	488,372	43,439	46,628	473,439	473,628	14,744
TK62 – TK63	427	426	0,123	61,372	62,249	488,372	488,249	46,628	47,751	473,628	473,751	14,498
TK63 – ул. Пушкина, 19	426	425	0,499	62,249	62,750	488,249	487,750	47,751	49,250	473,751	474,250	13,500
TK63 – TK63/1	426	426	0,079	62,249	62,170	488,249	488,170	47,751	47,830	473,751	473,830	14,340
TK63/1 – ул. Советская, 110	426	428	0,008	62,170	60,162	488,170	488,162	47,830	45,838	473,830	473,838	14,324

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TK63/1 – TK63/2	426	427	0,066	62,170	61,104	488,170	488,104	47,830	46,896	473,830	473,896	14,208
TK63/2 – ул. Советская, 110к1	427	428	0,031	61,104	60,073	488,104	488,073	46,896	45,927	473,896	473,927	14,146
TK63/2 – TK63/3	427	429	0,004	61,104	59,100	488,104	488,100	46,896	44,900	473,896	473,900	14,200
TK63/3 – ул. Советская, 110 (сооружение)	429	427	0,006	59,100	61,094	488,100	488,094	44,900	46,906	473,900	473,906	14,188
TK63/3 – TK63/4	429	428	0,020	59,100	60,080	488,100	488,080	44,900	45,920	473,900	473,920	14,160
TK63/4 – ул. Советская, 110 (сооружение)	428	427	0,014	60,080	61,066	488,080	488,066	45,920	46,934	473,920	473,934	14,132
TK63/4 – TK63/5	428	428	0,059	60,080	60,021	488,080	488,021	45,920	45,979	473,920	473,979	14,042
TK63/5 – ул. Советская, 110 к2	428	427	0,026	60,021	60,995	488,021	487,995	45,979	47,005	473,979	474,005	13,990
Гараж 1кн – ул. Советская, 110а	427	427	0,002	60,021	60,019	487,021	487,019	45,979	45,981	472,979	472,981	14,038
Ответвление 11												
TK62 – TK64	427	425	0,134	61,372	63,238	488,372	488,238	46,628	48,762	473,628	473,762	14,476
TK64 – TK65	425	425	0,063	63,238	63,175	488,238	488,175	48,762	48,825	473,762	473,825	14,350
TK65 – TK66	425	424	0,082	63,175	64,093	488,175	488,093	48,825	49,907	473,825	473,907	14,186
TK66 – TK67	424	424	0,442	64,093	63,651	488,093	487,651	49,907	50,349	473,907	474,349	13,302
TK67 – ул. Мира, 125	424	424	0,124	63,651	63,527	487,651	487,527	50,349	50,473	474,349	474,473	13,054
TK65 – TK65/1	425	424	0,094	63,175	64,081	488,175	488,081	48,825	49,919	473,825	473,919	14,162
TK65/1 – TK68	424	422	0,174	64,081	65,907	488,081	487,907	49,919	52,093	473,919	474,093	13,814
TK68 – TK69	422	422	0,663	65,907	65,244	487,907	487,244	52,093	52,756	474,093	474,756	12,488
TK69 – ул. Мира, 115	422	423	0,119	65,244	64,125	487,244	487,125	52,756	51,875	474,756	474,875	12,250
Ответвление 12												
TK101(02) – TK103	419	419	0,762	69,805	69,043	488,805	488,043	54,195	54,957	473,195	473,957	14,086
TK103 – TK104	419	420	0,021	69,043	68,022	488,043	488,022	54,957	53,978	473,957	473,978	14,044
TK104 – ул. Ленина, 83	420	420	0,058	68,022	67,964	488,022	487,964	53,978	54,036	473,978	474,036	13,928
TK104 – ул. Ленина, 89	420	421	1,082	68,022	65,940	488,022	486,940	53,978	54,060	473,978	475,060	11,880

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TK104 – TK106	420	419	0,315	68,022	68,707	488,022	487,707	53,978	55,293	473,978	474,293	13,414
TK106 – TK107	419	421	0,340	68,707	66,367	487,707	487,367	55,293	53,633	474,293	474,633	12,734
TK107 – ул. Титова, 3	421	416	0,032	66,367	71,335	487,367	487,335	53,633	58,665	474,633	474,665	12,670
TK107 – TK108	421	421	0,050	66,367	66,317	487,367	487,317	53,633	53,683	474,633	474,683	12,634
TK108 – ул. Ленина, 81а	421	422	0,079	66,317	65,238	487,317	487,238	53,683	52,762	474,683	474,762	12,476
TK108 – ул. Ленина, 87	421	422	1,205	66,317	64,112	487,317	486,112	53,683	53,888	474,683	475,888	10,224
Ответвление 13												
TK107 – TK110	421	421	0,044	66,367	66,323	487,367	487,323	53,633	53,677	474,633	474,677	12,646
TK110 – ул. Ленина, 79	421	431	0,036	66,323	56,287	487,323	487,287	53,677	43,713	474,677	474,713	12,574
TK110 – TK111	421	422	0,012	66,323	65,311	487,323	487,311	53,677	52,689	474,677	474,689	12,622
TK111 – ул. Ленина, 81	422	423	0,127	65,311	64,184	487,311	487,184	52,689	51,816	474,689	474,816	12,368
TK111 – TK112	422	423	0,058	64,184	63,126	486,184	486,126	51,816	50,874	473,816	473,874	12,252
TK112 – TK13	423	422	0,035	63,126	64,091	486,126	486,091	50,874	51,909	473,874	473,909	12,182
TK113 – ул. Ленина, 77	422	421	0,024	64,091	65,067	486,091	486,067	51,909	52,933	473,909	473,933	12,134
Ответвление 14												
TK112 – TK114	423	423	0,037	63,126	63,089	486,126	486,089	50,874	50,911	473,874	473,911	12,178
TK114 – ул. Ленина, 85	423	422	0,005	63,089	64,084	486,089	486,084	50,911	51,916	473,911	473,916	12,168
Ответвление 15												
TK103 – TK115	419	418	0,381	69,043	69,662	488,043	487,662	54,957	56,338	473,957	474,338	13,324
TK115 – ул. Титова, 6	418	413	0,005	69,662	74,657	487,662	487,657	56,338	61,343	474,338	474,343	13,314
TK115 – ул. Титова, 6 (сооружение)	418	413	0,028	69,662	74,634	487,662	487,634	56,338	61,366	474,338	474,366	13,268
TK115 – TK116	418	417	0,178	69,662	70,484	487,662	487,484	56,338	57,516	474,338	474,516	12,968
TK116 – ул. Розы Люксембург, 107	417	417	0,037	70,484	70,447	487,484	487,447	57,516	57,553	474,516	474,553	12,894
TK116 – TK118	417	416	0,177	70,484	71,307	487,484	487,307	57,516	58,693	474,516	474,693	12,614
TK118 – ул. Титова, 16	416	407	0,024	71,307	80,283	487,307	487,283	58,693	67,717	474,693	474,717	12,566
TK118 – TK119	416	415	2,374	71,307	69,933	487,307	484,933	58,693	62,067	474,693	477,067	7,866
TK119 – ул. Братьев Кашириных, 92	415	415	0,045	69,933	69,888	484,933	484,888	62,067	62,112	477,067	477,112	7,776

Окончание таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TK119 – TK120	415	414	0,068	69,933	70,865	484,933	484,865	62,067	63,135	477,067	477,135	7,730
TK120 – ул. Братьев Кашириных, 94	414	415	0,171	70,865	69,694	484,865	484,694	63,135	62,306	477,135	477,306	7,388

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Условные обозначения приборов и средств автоматики

В таблице И.1 представлены условные обозначения приборов и средств автоматики.

Таблица И.1 – Условные обозначения приборов и средств автоматики

Обозначение	Наименование
1	2
(TE)	Первичный измерительный преобразователь для измерения температуры, установленный по месту (например, термоэлектрический преобразователь (термопара), термопреобразователь сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т.д.).
(TI)	Прибор для измерения температуры показывающий, установленный по месту (милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т.д.).
(PI)	Прибор для измерения давления (разряжения), показывающий, установленный по месту (любой показывающий манометр, дифманометр, напоромер и т.д.).
(TC)	Регулятор температуры электронный, установленный на щите.
(M)	Прибор для измерения влажности электрической части, установленный по месту.
(DC)	Регулятор перепада давления, установленный по месту.
(G)	Управляющий сигнал электродвигателя регулирующего клапана системы отопления.
(PS)	Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Дерево целей проекта

На рисунке Д.1 представлено дерево целей проекта.

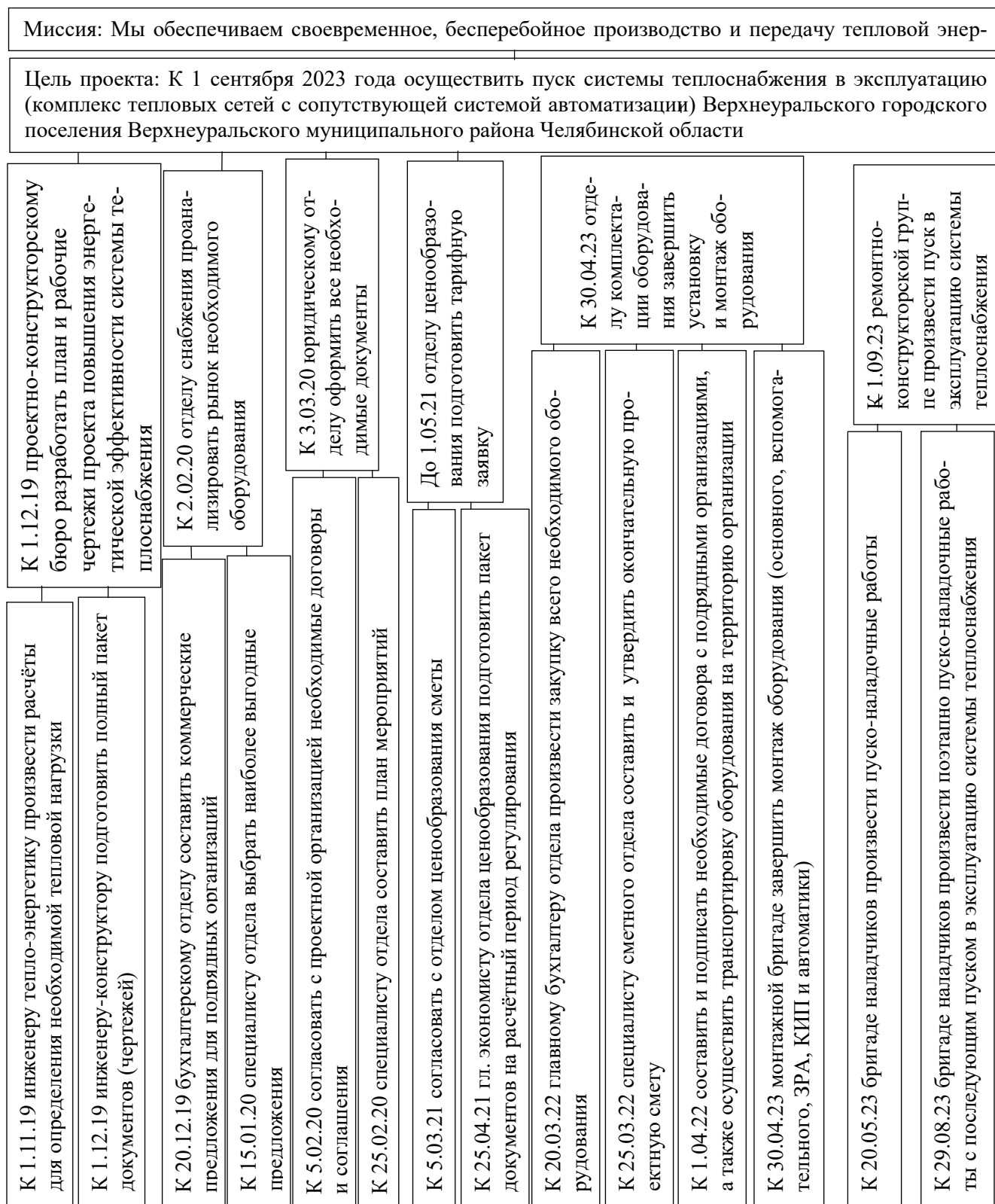


Рисунок Д.1 – Дерево целей проекта

ПРИЛОЖЕНИЕ Л
Ленточный график Ганта

На рисунке Л.1 представлен ленточный график Ганта.

Этапы	2019			2020			2021			2022			2023		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Инженеру тепло-энергетику произвести расчёты для определения нагрузки	■														
Инженеру-конструктору подготовить полный пакет документов (чертежей)		■													
Бухгалтерскому отделу составить коммерческие предложения		■	■												
Специалисту отдела выбрать наиболее выгодные предложения				■											
Согласовать с проектной организацией необходимые договора и соглашения					■										
Специалисту отдела составить план мероприятий					■	■									
Согласовать с отделом ценообразования сметы							■	■	■						
Гл. экономисту отдела ценообразования подготовить пакет документов на расчётный период регулирования							■	■	■						
Главному бухгалтеру отдела произвести закупку всего необходимого оборудования								■	■	■					
Специалисту сметного отдела составить и утвердить окончательную проектную смету											■				
Составить и подписать необходимые договора с подрядными организациями, а также осуществить транспортировку оборудования на территорию организации												■			
Монтажной бригаде завершить монтаж оборудования (основного, вспомогательного, ЗРА, КИП и автоматики)														■	
Бригаде наладчиков произвести пуско-наладочные работы															■
Бригаде наладчиков произвести поэтапно пуско-наладочные работы с последующим пуском в эксплуатацию системы теплоснабжения															■

Рисунок Л.1 – Планирование мероприятий по реализации проекта