

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения _____
Направление подготовки _____ Теплоэнергетика и теплотехника _____
Кафедра теоретической и промышленной теплотехники _____

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы				
Перевод на централизованное теплоснабжение потребителей подключенных к локальным котельным города Томска				

УДК 697.34: 621.181(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б1	Колесов Максим Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Ляликов Борис Анатольевич	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преп.	Кузьмина Наталья Геннадьевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Василевский Михаил Викторович	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПТ	Кузнецов Г.В.	д.ф.-м.н., профессор		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Общекультурные (универсальные) компетенции</i>	
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты
P2	Формулировать задачи в области теплоэнергетики и теплотехники, анализирую и решаю их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов
P3	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и следую профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвую в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережению на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P7	Применять базовые математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности в широком (в том числе междисциплинарном) контексте в комплексной инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач комплексного инженерного анализа с использованием базовых и специальных знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.

P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять комплексные инженерные проекты с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
<i>Специальные профессиональные</i>	
P12	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

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

Институт электронного обучения

Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника

Кафедра теоретической и промышленной теплотехники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ТПТ
Кузнецов Г.В.

(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2Б1	Колесову Максиму Викторовичу

Тема работы:

**Перевод на централизованное теплоснабжение потребителей
подключенных к локальным котельным города Томска**

Утверждена приказом директора (дата, номер) № 3565/с от 22.05.2017

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10.06.2017 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

*(наименование объекта исследования или проектирования;
производительность или нагрузка; режим работы
(непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид
сырья или материал изделия; требования к продукту,
изделию или процессу; особые требования к особенностям
функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в
плане безопасности эксплуатации, влияния на
окружающую среду, энергозатратам; экономический
анализ и т. д.).*

Технические характеристики теплопотребителей, состав и характеристики основного и вспомогательного оборудования источников теплоснабжения, температурный график сетевой воды, характеристики топлива, расчетные схемы тепловых сетей, параметры греющего и нагреваемого теплоносителя в ЦТП, технико-экономические показатели работы автономных котельных до реконструкции системы теплоснабжения.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Расчет и анализ тепловых и гидравлических режимов, технико-экономических показателей работы системы теплоснабжения до реконструкции на основе существующих методик расчета. Разработка реконструктивных мероприятий по переводу теплопотребителей автономных котельных на централизованное теплоснабжение. Анализ ожидаемых технико-экономических показателей работы системы после реконструкции.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	А1-схема тепловой сети до реконструкции; А1-схема тепловой сети после реконструкции; А1-АксонOMETрическая схема, разрез Б-Б и Компоновка ЦТП; А1- разрез А-А, Компоновка и план ЦТП; А2-принципиальная схема ЦТП.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кузьмина Н.Г., ст. преп. каф. менеджмента
Социальная ответственность	Василевский М.В., доцент каф. ЭБЖ

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	21.11.2016 г.
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Ляликов Б.А.	К.Т.Н.		21.11.2016 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б1	Колесов М.В.		21.11.2016 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа 99 с., 6 рисунков, 32 таблицы, 16 источников, 5 л. графического материала.

Ключевые слова: тепловая нагрузка, теплоноситель, гидравлический расчет, тепловые сети, источник теплоснабжения, основное и вспомогательное оборудование, пьезометрический график.

Объектом исследования является район теплоснабжения от ЦТП Урожайный 27/1.

Целью работы является рассмотрение возможности перевода на централизованное теплоснабжение потребителей подключенных к автономным источникам теплоснабжения.

В работе проведён: расчет часовых тепловых нагрузок и годового теплопотребления объектов системы теплоснабжения методом укрупненных показателей, расчет расходов теплоносителя по видам тепловых нагрузок, расчет температурного графика, гидравлический расчет тепловой сети с построением пьезометрических графиков до и после реконструкции тепловой сети, анализ графика на предмет установления надежной циркуляции теплоносителя в системе после реконструкции, расчет технико-экономических показателей и ожидаемый эффект от реализаций разработанных мероприятий.

Оглавление

	с.
Введение.....	9
1 Описание системы теплоснабжения до реконструкции.....	10
1.1 Характеристика режимов работы элементов системы теплоснабжения района.....	10
1.2 Характеристика режимов работы котельных «ул. Севастопольская», «ул. Б. Подгорная».....	12
2 Расчет тепловых нагрузок.....	15
2.1 Расчет тепловых нагрузок на отопление.....	15
2.2 Расчет тепловых нагрузок на горячее водоснабжение.....	16
2.3 Расчет часовой тепловой нагрузки района теплоснабжения.....	19
3 Расчет годового расхода теплоты.....	22
3.1 Годовой расход тепла на отопление.....	22
3.2 Годовой расход тепла на горячее водоснабжение.....	22
4 Определение расходов сетевой воды у потребителей.....	26
4.1 Расчет расхода воды на отопление.....	26
4.2 Расчет расхода воды на горячее водоснабжение в открытых системах теплоснабжения.....	26
5 Расчет температурного графика сетевой воды.....	31
5.1 Расчет температурного графика сетевой воды с применением ЭВМ.....	31
6 Гидравлический расчет.....	36
Расчетные зависимости.....	37
6.1 Поверочный гидравлический расчет двух трубной водяной сети.....	38
6.2 Гидравлический расчет двухтрубной тепловой сети по направлению ЦТП «Урожайный 27/1 вывод 2 – УУ 84» до реконструкции.....	45
6.3 Гидравлический расчет двух трубной тепловой сети по направлению «ЦТП Урожайный 27/1 вывод 2– Большая Подгорная,147» после реконструкции.....	50
7 Построение пьезометрических графиков тепловой сети.....	55
8 Расчет теплообменника ГВС включенного по двухступенчатой смешанной схеме.....	59
9 Сравнительный анализ технико-экономических показателей работы системы теплоснабжения до и после реконструкции.....	62
10 Задание для раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	68
10.1 Технико-экономическое обоснование проекта.....	69
10.2 Определение капитальных вложений в стоимость проекта.....	69
10.2.1 Формирование плана разработки проекта.....	69
10.2.2 Расчет затрат на проектирование и проведение НИОКР.....	71

10.2.3	Материальные затраты.....	72
10.3	Затраты на оплату труда.....	72
10.4	Отчисления на социальные нужды.....	73
10.4.1	Амортизация неосновных фондов и нематериальных активов.....	73
10.5	Прочие затраты.....	74
10.6	Накладные расходы.....	74
10.7	Составление сметы затрат на оборудование и монтажные работы....	75
10.7.1	Капитальные вложения в сооружение тепловой сети.....	71
10.7.2	Затраты на перекачку теплоносителя.....	76
10.7.3	Затраты на тепловые потери.....	77
10.7.4	Затраты на обслуживание тепловой сети.....	78
10.7.5	Затраты на текущий ремонт тепловых сетей.....	79
10.7.6	Общественные расходы.....	79
10.8	Расчет срока окупаемости проекта перевода потребителей на другой источник теплоснабжения.....	80
	Вывод.....	81
11	Задание для раздела «Социальная ответственность».....	82
11.4	Социальная ответственность.....	83
11.1	Профессиональная социальная безопасность.....	84
11.2	Экологическая безопасность.....	90
11.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	93
	Вывод.....	95
	Заключение.....	96
	Список использованных источников.....	97

Графический материал: На
отдельных
листах

- ФЮРА. 012210.001 ВКР Схема тепловой сети
до реконструкции
- ФЮРА. 012210.002 ВКР Схема тепловой сети
после реконструкции
- ФЮРА. 012210.003 ВКР Компоновка (разрез по А-А)
и план ЦТП
- ФЮРА. 012210.004 ВКР Компоновка (разрез по Б-Б) и
аксонометрическая схема ЦТП
- ФЮРА. 012210.005 ВКР Принципиальная схема ЦТП

Введение

Целью работы является рассмотрение возможности перевода на централизованное теплоснабжение потребителей подключенных к автономным источникам теплоснабжения.

Рассматриваемая система теплоснабжения включает:

- источник теплоснабжения (котельная «ул. Водяная,80»), в которой вырабатывается тепловая энергия в виде горячей воды. Отпуск тепловой энергии потребителям регулируется с помощью температурного графика на коллекторах котельной $t_1/t_2 = 115/70$ С.
- система транспорта тепловой энергии рассматриваемого района теплоснабжения состоит из 2-х трубной и 4-х трубной тепловой сети и ЦТП.
- теплопотребителей с внутренними системами теплопотребления, подключенных к тепловой сети через абонентские вводы.

В работе рассматривается часть района теплоснабжения - вывод №2 от ЦТП Урожайный 27/1, включая теплопотребителей, подключенных к автономно работающим котельным «ул. Б. Подгорная, 153/1» и «ул. Севастопольская, 108».

Автономные угольные котельные имеют низкую тепловую экономичность, обусловленную низкоэффективным морально и физически устаревшим установленным теплогенерирующим оборудованием (НР-18) с низким к.п.д ($\eta_{бр}$ от 54 до 65%).

Отпуск тепловой энергии от котельной «ул. Водяная,80» осуществляется с более высокими технико-экономическими показателями (ТЭП). Поэтому перевод теплопотребителей от автономных котельных на централизованное теплоснабжение является актуальной задачей.

Поставленная задача решается на основе расчета тепловых и гидравлических режимов реконструируемой системы теплоснабжения,

результаты которого могут быть использованы в предпроектных разработках АО «ТомскРТС».

1 Описание системы теплоснабжения до реконструкции

1.1 Характеристика режимов работы элементов системы теплоснабжения района

Исследование существующих источников теплоснабжения показало техническое несовершенство и низкую тепловую эффективность угольных котельных («ул. Б. Поднорная», «ул. Севастопольская»), низкое качество применяемого топлива. Реальную экономическую и экологическую альтернативу угольным котельным могут составить в настоящее время котельные, работающие на природном газе. Реконструкция существующих угольных котельных с переводом их на сжигание природного газа связана с большими затратами на техническое перевооружение котельных. Теплоснабжение потребителей подключенных к этим котельным перевести на централизованное теплоснабжение от котельной по ул.Водяная,80, путем врезки в тепловую сеть в точке УУ-С84 (см. лист 2 ГЧ).

Основной вид топлива котельной по ул.Водяная,80– природный газ. На котельной установлено 4 водогрейных котла марки КВГМ 20-150 и один паровой котел ДЕ 10-14. Котельная работает с коэффициентом загрузки 0,72 и имеет возможность подключения перспективных потребителей с тепловой нагрузкой 3,022 МВт. Технические характеристики котлов КВГМ-20-150 и ДЕ-10-14 приводятся в табл.1, 1.1 [1].

Таблица 1 – Технические характеристики КВГМ-20-150.

№,п./п	Показатели	Значение
1	Тип котла	Водогрейный
2	Вид расчетного топлива	1 - Газ; 2 - Жидкое топливо
3	Теплопроизводительность, Гкал/ч	20
4	Теплопроизводительность, МВт	23.26
5	Рабочее (избыточное) давление теплоносителя на выходе, МПа (кгс/см ²)	1,0-2,25 (10-22,5)

№,п./п	Показатели	Значение
6	Температурный график воды на коллекторах котельной, °С	70-115
7	Расчетный КПД (топливо №1), %	92
8	Расход расчетного топлива (топливо №1), кг/ч (м ³ /ч - для газа и жидкого топлива)	2530
9	Расход расчетного топлива (топливо №2), кг/ч (м ³ /ч - для газа и жидкого топлива)	2450
10	Габариты транспортабельного блока, LxВxН, мм	топочный блок 7140x3220x3820;
11	Габариты компоновки, LxВxН, мм	12447x5000x7975
12	Масса котла без топки (транспортабельного блока котла), кг	топочный блок 7180; конвективный блок 13706
13	Масса котла без топки (в объеме заводской поставки), кг	27800 (58500)

№,п/п	Показатели	Значение
1	Тип котла	Паровой
2	Вид расчетного топлива	1 - Газ; 2 - Жидкое
3	Паропроизводительность, т/ч	10
4	Рабочее (избыточное) давление теплоносителя на выходе, МПа (кгс/см ²)	1,3(13,0)
5	Температура пара на выходе, °С	насыщ. 194
6	Температура питательной воды, °С	100
7	Расчетный КПД (топливо №1), %	93
8	Расчетный КПД (топливо №2), %	91
9	Расход расчетного топлива (топливо №1), кг/ч (м ³ /ч - для	710
10	Расход расчетного топлива (топливо №2), кг/ч (м ³ /ч - для	671
11	Габариты транспортабельного блока, LxВxН, мм	5710x3030x4028

12	Габариты компоновки, LxVxH, мм	6530x4050x5050
13	Масса котла без топки (транспортного блока котла),	16680
14	Масса котла без топки (в объеме заводской поставки), кг	17680

Таблица 1.1 – Технические характеристики ДЕ-10-14

1.2 Характеристика режимов работы котельных «ул. Севастопольская», «ул. Б. Подгорная»

Существующими объектами теплоснабжения являются две угольные котельные, расположенные по адресу ул. Подгорная, 153/1 и Севастопольская, 108. Характеристики котельных агрегатов приведены в табл.1.2, 1.3 [2].

Таблица 1.2 – Характеристики котельных агрегатов НР-18

Характеристика	Ед. изм.	Параметр
Производительность	Гкал/час	0,65
Поверхность нагрева котла-		
16 секций	м2	27,0
- 24 секции	м2	40,0
- 32 секции	м2	53,0
Объем котла (32 секции):		
- полный	м3	1,27
- секций	м3	0,07
Коллектор входной из труб		
- диаметр	мм	159
- толщина стенки	мм	4,0
Коллектор котла из труб		
- диаметр	мм	108
- толщина стенки	мм	4,0
Секции котла из труб		

- диаметр	мм	89
- толщина стенки	мм	3,5
Рабочее давление	кг/см ²	7,0
Пробное давление	кг/см ²	9,0
Расчётная температура воды	°С	70/115
КПД котла, не менее	%	70
Масса	кг	2100
Характеристика	Ед. изм.	Параметр
Габариты:		
- длина 32/24/16 секций	мм	2600/1950/1300
- ширина	мм	2400
- высота	мм	1800
ВИД ТОПЛИВА		Уголь

Таблица 1.3 - Характеристика топливоиспользующих агрегатов на существующих котельных

Назначение, направление использования	Наименование агрегата, тип, марка, характерный размер, год ввода в эксплуатацию	Кол-во	Производительность агрегата (паспортная) по продукту, Гкал/ч	Удельный расход топлива на единицу продукции, кг у.т./Гкал		Наименование и краткая характеристика теплоутилизационного оборудования, температура отходящих газов, °С	Примечание
				фактически за 10 мес. 2016 г.	норматив расхода		
1	2	3	4	5	6	7	8
Котельная ул.Подгорная 153/1							
Подогрев сетевой воды	Водогрейный котел НР-18, 1969÷1970	2	0,54	401,7	204	нет, 150	
Котельная ул.Севастопольская, 108							
Подогрев сетевой воды	Водогрейный котел НР-18с, 1982÷1983	2	0,65	262,4	204	нет, 148	

Таблица 1.4 – Сведения о работе котельных

Тип котлоагрегата	Год ввода в эксплуатацию	Кол-во	Производительность, проектн./факт., т/ч, Гкал/ч.	Давление, раб./факт., МПа	КПД "брутто" по данным последних испытаний, %	КПД по паспорту, %	Удельный расход топлива на выработку тепла факт/норм. кг у.т	топлива по коммерческому учёту, тыс. т у. т.	Годовая выработка тепла по приборному учёту, Гкал	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Котельная ул.Подгорная 153/1										
Водогрейный котел НР-18 ст.№1	1969	1	0,65/0,65	0,7/0,7	35,6	70	401,7/204	243,4	606	
Водогрейный котел НР-18ст.№2	1970	1	0,65/0,65	0,7/0,7	35,6	70	401,7/204			
Котельная ул.Севастопольская, 108										
Водогрейный котел НР-18с ст.№1	1982	1	0,65/0,65	0,7	54,5	70	262,4/204	231,9	883,7	
Водогрейный котел НР-18сст.№2	1983	1	0,65/0,65	0,7	54,5	70	262,4/204			
							ИТОГО:	475,3	1489,8	

2 Расчет тепловых нагрузок

При отсутствии проектных данных отопительные тепловые нагрузки, как правило, определяются по укрупненным показателям. Конечной целью расчетов теплового потребления является определение тепловых нагрузок (максимальных, текущих) объектов системы теплоснабжения на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, расчет и построение графиков тепловых нагрузок (суточных, годовых и по продолжительности). Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение теплопотребителей, присоединенных к источникам (ТЭЦ, котельная), предшествует тепловому расчету источников систем теплоснабжения и гидравлическому расчету тепловых сетей.

2.1 Расчет тепловых нагрузок на отопление

Основная задача отопления заключается в поддержании внутренней температуры помещений на заданном уровне. Для этого необходимо сохранение равновесия между тепловыми потерями здания и теплопритоком от системы отопления. Тепловые потери Q_T через наружные ограждения, при отсутствии проектных данных, определяются по укрупненным показателям: общей площади F [3] или наружному объему здания V_H [3]. Максимальный тепловой поток на отопление жилых и общественных зданий

$$Q_{ov}^p = \beta \cdot q_{ov} \cdot V_H \cdot (t_b^p - t_o^p) \cdot 10^{-6}, \text{ МВт (Гкал/ч)}, \quad (2.1)$$

где q_{of} , q_{ov} – соответственно удельный тепловой поток, Вт / м² (ккал/ч·м²), на отопление 1 м² общей площади, удельная отопительная характеристика,

Вт/(м³· К), (ккал/(м³ · ч ·°C));

F – общая площадь жилых зданий, м²;

K_1 – коэффициент, учитывающий тепловой поток на отопление общественных зданий, при отсутствии данных принимается равным 0,25;

β – поправочный коэффициент, учитывающий климатические условия района;

V_H – наружный объем здания, м³;

t_B – расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, °С [4];

t_o^p – расчетная температура наружного воздуха для отопления, °С [4].

Расчет часовой тепловой нагрузки на отопление жилого дома по адресу ул. Первомайская 63/1

$$Q_o^p = 0,9 \cdot 0,4 \cdot 15704 \cdot (20 - (-39)) \cdot 10^{-6} = 0,3357, \text{ Гкал/ч.} \quad (2.2)$$

Средний тепловой поток на отопление для средней за отопительный сезон температуры наружного воздуха [3]

$$Q_o = Q_o^p \frac{(t_B^p - t_H^{cp})}{(t_B^p - t_o^p)}, \text{ МВт (Гкал/ч)} \quad (2.3)$$

Расчет средней тепловой нагрузки на отопление жилого дома по адресу пер. Первомайская 63/1

$$Q_o^{cp} = Q_o^p \frac{(t_B - t_H^{cp})}{(t_B - t_o^p)} = 0,3357 \cdot \frac{(20 - (-8.8))}{(20 - (-39))} = 0,161, \text{ Гкал.} \quad (2.4)$$

Результаты аналогичных расчетов для других объектов системы теплоснабжения представлены в табл. 2.1. Для теплопотребителей котельной Севастопольская, 108 в табл. 4, котельной Б.Подгорная, 153/1 в табл. 4.1.

2.2 Расчет тепловых нагрузок на горячее водоснабжение

Тепловое потребление для целей горячего водоснабжения в течение отопительного периода изменяется сравнительно мало, но отличается

большой неравномерностью по часам суток. Летом расход тепла в системах горячего водоснабжения жилых зданий по сравнению с зимой уменьшается на 30÷35 %. Это объясняется тем, что в летнее время температура воды в холодном водопроводе на 10÷12 °С выше, чем в зимний период. Кроме того, значительная часть городского населения летом, в субботные и воскресные дни, выезжает в загородные зоны, т. е. в те дни, когда в жилом секторе зимой наблюдаются максимальные разборы горячей воды. По своему значению во многих жилых районах крупных городов нагрузка на ГВС становится сопоставимой с отопительной нагрузкой. В ряде районов годовой отпуск тепла на горячее водоснабжение достигает 40 % суммарного отпуска тепла по жилому району. Средний тепловой поток на горячее водоснабжение (ГВС) жилых и общественных зданий [3]

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} = \frac{1,2m(a+b)(55-t_x)c}{24} 10^{-6}, \text{ Гкал/ч} \quad (2.2.1)$$

где m -расчетное число потребителей горячей воды;

a -норма расхода воды на ГВС при температуре 55 °С на одного человека в сутки, проживающего в здании с горячим водоснабжением, принимаемая в зависимости от степени комфортности л/сут; [5,6],

b -норма расхода воды на ГВС в общественных зданиях при температуре 55 °С, принимаемая по нормативам на 1 человека;

c -удельная теплоемкость воды равная 4,187 кДж/(кг·°С) (1 ккал/(кг · °С));

t_x -температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период (при отсутствии других данных принимается равной 5 °С), °С;

Максимальный тепловой поток на ГВС жилых и общественных зданий [3]

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{max}} = 2,4 \cdot Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} \cdot 10^{-6}, \text{ МВт (Гкал/ч)}. \quad (2.2.2)$$

Средний тепловой поток на ГВС в неотапительный (летний) период

$$Q_{\text{ГВС Л}}^{\text{ср}} = Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} \frac{(55 - t_{\text{Л}})}{(55 - t_3)} \beta, \text{ МВт (Гкал/ч)} \quad (2.2.3)$$

где $t_3, t_{\text{Л}}$ – соответственно температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период (при отсутствии данных принимается равной 5 °С) и неотапительный (летний) период (принимается равной 15 °С) [1];

β -коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотапительный период по отношению к отопительному периоду, принимаемый при отсутствии данных для жилищно-коммунального сектора – 0,8 (для курортных и южных городов $\beta = 1,5$), для предприятий – 1,0 [3].

Расчет среднего теплового потока на горячее водоснабжение жилого дома по адресу пер. Первомайская 63/1 по формуле (2.2.1):

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} = \frac{1,2 \cdot 264 \cdot 119 \cdot (59 - 5)}{24} 10^{-6} = 0.0849, \text{ Гкал/ч}$$

Максимальный тепловой поток по формуле (2.2.2):

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{max}} = 2,4 \cdot 0.0849 = 0.20376 \text{ Гкал/ч}$$

Расчет Среднего теплового потока на ГВС в неотапительный (летний) период по формуле (2.2.3):

$$Q_{\text{ГВС Л}}^{\text{ср}} = 0.162 \cdot \frac{(55 - 15)}{(55 - 5)} 0.8 = 0.104, \text{ Гкал/ч.}$$

Результаты расчетов тепловых нагрузок на ГВС сведены в табл.2.1, для теплопотребителей котельной Севастопольская,108 в табл.4.2, котельной Б.Подгорная,153/1 в табл.4.3.

2.3 Расчет часовой тепловой нагрузки района теплоснабжения

Расчетная часовая тепловая нагрузка микрорайона определяется как сумма отдельных видов нагрузок для всех теплопотребителей района:

$$Q_{\text{мкр}}^p = \sum_1^k Q_o^p + \sum_1^l Q_B^p + \sum_1^m Q_{\text{ГВС}}^{\text{max}} \quad (2.3.1)$$

где k,l,m-соответственно количество потребителей имеющих отопительную, вентиляционную и нагрузку горячего водоснабжения.

Расчетная нагрузка района теплоснабжения получается суммированием

$$Q^p = \sum_1^n Q_{\text{мкр}}^p, \text{ МВт (Гкал/ ч)} \quad (2.3.2)$$

Где n-количество микрорайонов, образующих район теплоснабжения и потерь тепла в тепловых сетях:

Расчетная часовая тепловая нагрузка района для всех потребителей района

$$Q_{\text{мкр}}^p = 3,619 + 1,405 = 8,945 \text{ Гкал/ ч}.$$

Результаты расчетов часовой тепловой нагрузки района представлены в табл.2.1, для теплопотребителей котельной Севастопольская,108 в табл.4.2, котельной Б.Подгорная,153/1 в табл.4.3.

Таблица 2.1-Часовые нагрузки

Адрес узла ввода	Максимальная тепловая нагрузка на отопление, Гкал/ч	Средняя тепловая нагрузка на отопление, Гкал/ч	Средняя тепловая нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Максимальная тепловая нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Средняя тепловая нагрузка на ГВС(лето), Гкал/ч
1	2	3	4	5	6
Светлый пер. 40/А	0,207	0,099	0,000	0,000	0,000
Ферганская ул. 92	0,036	0,017	0,000	0,000	0,000

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Ферганская ул. 90	0,036	0,017	0,000	0,000	0,000
Ферганская ул. 88	0,107	0,051	0,000	0,000	0,000
Первомайская ул. 101	0,070	0,034	0,007	0,017	0,011
Первомайская ул. 99	0,030	0,014	0,019	0,046	0,029
Первомайская ул. 94	0,007	0,003	0,000	0,000	0,000
Ферганская ул. 80	0,111	0,053	0,000	0,000	0,000
Первомайская ул. 97	0,130	0,062	0,000	0,000	0,000
Г. Чубаровцев ул. 22 узел №1	0,147	0,070	0,000	0,000	0,000
Г. Чубаровцев ул. 24	0,296	0,142	0,000	0,000	0,000
Г. Чубаровцев ул. 22 узел №2	0,147	0,070	0,000	0,000	0,000
Г. Чубаровцев ул. 22 узел №3	0,147	0,070	0,000	0,000	0,000
Г. Чубаровцев ул. 26	0,317	0,152	0,000	0,000	0,000
Г. Чубаровцев ул. 24	0,026	0,013	0,000	0,000	0,000
Г. Чубаровцев ул. 26	0,029	0,014	0,000	0,000	0,000
Первомайская ул. 84	0,014	0,007	0,000	0,000	0,000
Крымская ул. 43 узел №1	0,278	0,133	0,000	0,000	0,000
Первомайская ул. 65	0,457	0,220	0,000	0,000	0,000
Первомайская ул. 82	0,008	0,004	0,001	0,003	0,002
Первомайская ул. 80	0,014	0,007	0,000	0,000	0,000
Первомайская ул. 78	0,009	0,005	0,000	0,000	0,000
Первомайская ул. 65/1	0,064	0,031	0,007	0,017	0,011
Крымская ул. 43 узел №2	0,278	0,133	0,000	0,000	0,000
Первомайская ул. 74	0,011	0,005	0,000	0,000	0,000
Светлый пер. 32	0,316	0,152	0,000	0,000	0,000
Кедровая ул. 32	0,038	0,018	0,014	0,034	0,022
Светлый пер. 40/Б	0,222	0,107	0,000	0,000	0,000
Светлый пер. 36	0,272	0,131	0,000	0,000	0,000
Светлый пер. 30 узел №2	0,317	0,152	0,000	0,000	0,000
Светлый пер. 24	0,015	0,007	0,000	0,000	0,000
Светлый пер. 21	0,029	0,014	0,000	0,000	0,000
Ангарская ул. 40	0,041	0,020	0,000	0,000	0,000
Ангарская ул. 38	0,043	0,021	0,000	0,000	0,000
Ангарская ул. 73	0,010	0,005	0,000	0,000	0,000
Учительская ул. 66	0,009	0,004	0,000	0,000	0,000
Ангарская ул. 71 узел №2	0,035	0,017	0,000	0,000	0,000
Ангарская ул. 71 узел №1	0,035	0,017	0,000	0,000	0,000
Учительская ул. 62	0,023	0,011	0,000	0,000	0,000
Ферганская ул. 65	0,121	0,058	0,000	0,000	0,000
Учительская ул. 62/1	0,024	0,011	0,000	0,000	0,000

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Ангарская ул. 69	0,031	0,015	0,000	0,000	0,000
Учительская ул. 60	0,110	0,053	0,000	0,000	0,000
Катунская ул. 40	0,100	0,048	0,000	0,000	0,000
Г. Чубаровцев ул. 30б	0,045	0,021	0,001	0,002	0,001
Г. Чубаровцев ул. 32 стр. 1	0,045	0,021	0,000	0,000	0,000
Г. Чубаровцев ул. 30	0,271	0,130	0,000	0,000	0,000
Г. Чубаровцев ул. 32	0,092	0,044	0,000	0,000	0,000
Г. Чубаровцев ул. 28	0,232	0,112	0,000	0,000	0,000
Г. Чубаровцев ул. 30/А	0,304	0,146	0,159	0,381	0,244
Первомайская ул. 65/А	0,299	0,144	0,065	0,155	0,099
Ферганская ул. 65а	0,068	0,033	0,126	0,302	0,194
Светлый пер. 30 узел №1	0,329	0,158	0,000	0,000	0,000
Первомайская ул. 63/1	0,336	0,161	0,085	0,204	0,130
Первомайская ул. 72	0,009	0,004	0,000	0,000	0,000
Первомайская ул. 63/2	0,289	0,139	0,076	0,181	0,116
Ферганская ул. 25	0,352	0,169	0,026	0,063	0,041
Светлый пер. 32	0,023	0,011	0,000	0,000	0,000
Ангарская ул. 75	0,014	0,007	0,000	0,000	0,000
Героев Чубаровцев ул. 22	0,055	0,027	0,000	0,000	0,000
Учительская ул. 64	0,013	0,006	0,000	0,000	0,000
Итого	7,540	3,619	0,585	1,405	0,899

3 Расчет годового расхода теплоты

Годовой расход теплоты потребителями района теплоснабжения

$$Q = Q_o^{\text{год}} + Q_v^{\text{год}} + Q_{\text{гвс}}^{\text{год}} + Q_t^{\text{год}}, \text{ Гдж (Гкал)}, \quad (3.1)$$

где $Q_o^{\text{год}}$, $Q_v^{\text{год}}$, $Q_{\text{гвс}}^{\text{год}}$, $Q_t^{\text{год}}$ – годовые расходы тепла на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, технологические нужды.

3.1 Годовой расход тепла на отопление [4]:

$$Q_o^{\text{год}} = Q_o^{\text{ср}} \left[(n_o - n_d) + n_d \frac{t_{\text{вд}} - t_{\text{н}}^{\text{срo}}}{t_{\text{вр}} - t_{\text{н}}^{\text{срo}}} \right], \text{ Гдж (Гкал)} \quad (3.1.1)$$

Здесь $Q_o^{\text{ср}}$ – средняя тепловая нагрузка за отопительный период, МВт или Гкал/ч;

n_o – продолжительность работы системы отопления (для жилых и общественных зданий – продолжительность отопительного периода), с/год или ч/год;

n_d – длительность работы дежурного отопления, с/год или ч/год;

$t_{\text{вд}}$ – температура внутреннего воздуха при работе дежурного отопления, °С.

Годовой расход теплоты на отопление

$$Q_o^{\text{год}} = Q_o^{\text{ср}} \cdot n_o = 0,161 \cdot 5592 = 900,3 \text{ Гкал/ч}$$

Средняя температура наружного воздуха (за любой интервал отопительного периода):

$$t_{\text{н}}^{\text{срo}} = \frac{n_1 t_{\text{н1}}^{\text{ср}} + n_2 t_{\text{н2}}^{\text{ср}} + \dots + n_m t_{\text{нm}}^{\text{ср}}}{n_1 + n_2 + \dots + n_m}, \text{ °С} \quad (3.1.2)$$

3.2 Годовой расход тепла на горячее водоснабжение

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{год}} = Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} \cdot \left[n_o + \varphi_{\text{ГВС}}^{\text{л}} \frac{t_{\text{Г}} - t_{\text{Х}}^{\text{л}}}{t_{\text{Г}} - t_{\text{Х}}^{\text{з}}} \cdot (n_{\text{Г}} - n_o) \right], \text{ Гдж (Гкал)} \quad (3.2.1)$$

где $Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}}$ – средненедельный расход тепла на горячее водоснабжение;

$n_{\text{Г}}$ – длительность работы системы горячего водоснабжения, при отсутствии данных можно принять $n_{\text{Г}} = 8400$ ч/год;

$\varphi_{\text{ГВС}}^{\text{л}}$ – коэффициент снижения часового расхода воды на горячее водоснабжение в летний период, $\varphi_{\text{ГВС}}^{\text{л}} = 0,8$;

$t_{\text{Г}}, t_{\text{Х}}[\text{л}], t_{\text{Х}}[\text{з}]$ – температура соответственно горячей воды и холодной водопроводной воды летом и зимой, °С.

Расход теплоты на ГВС за отопительный период для жилого дома по адресу ул. Первомайская 63/1

$$Q_{\text{ГВС(от)}}^{\text{год}} = Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} \cdot n_o = 0,0676 \cdot 5616 = 379,6, \text{ Гкал}$$

Расчет расхода теплоты на ГВС в неотопительный период для жилого дома по адресу ул. Первомайская 63/1

$$Q_{\text{ГВС(л)}}^{\text{год}} = Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} \cdot \left[\varphi_{\text{ГВС}}^{\text{л}} \frac{t_{\text{Г}} - t_{\text{Х}}^{\text{л}}}{t_{\text{Г}} - t_{\text{Х}}^{\text{з}}} \cdot (n_{\text{Г}} - n_o) \right] = 0,0676 \cdot \left[0,8 \cdot \left(\frac{55 - 15}{55 - 5} \right) \cdot 2808 \right] = 121,5, \text{ Гкал}$$

Годовой расход теплоты на ГВС для жилого дома по адресу ул. Первомайская 63/1

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{год}} = Q_{\text{ГВС(от)}}^{\text{ср}} + Q_{\text{ГВС(л)}}^{\text{ср}} = 379,6 + 121,5 = 501,1 \text{ Гкал}$$

Годовой расход теплоты для жилого дома по адресу ул. Первомайская 63/1

$$Q = Q_o^{\text{год}} + Q_{\text{ГВС}}^{\text{год}} = 900,3 + 501,1 = 1401,4 \text{ Гкал}.$$

Результаты расчетов сведены в табл.3.1, для теплопотребителей котельной Севастопольская,108 в табл.4.2, котельной Б.Подгорная,153/1 в табл.4.3.

Таблица 3.1 - Годовой расход тепла

Адрес узла ввода	Годовой расход тепла на отопление Гкал	Расход тепла на ГВС(зима), Гкал	Расход тепла на ГВС(лето), Гкал	Годовой расход тепла на ГВС, Гкал	Годовой расход тепла, Гкал
1	2	3	4	5	6
Светлый пер. 40/А	554,547	0,000	0,000	0,000	554,547
Ферганская ул. 92	96,361	0,000	0,000	0,000	96,361
Ферганская ул. 90	96,361	0,000	0,000	0,000	96,361
Ферганская ул. 88	286,668	0,000	0,000	0,000	286,668
Первомайская ул. 101	187,354	40,262	12,939	53,202	240,556
Первомайская ул. 99	79,988	106,807	34,325	141,132	221,120
Первомайская ул. 94	18,521	0,000	0,000	0,000	18,521
Ферганская ул. 80	299,015	0,000	0,000	0,000	299,015
Первомайская ул. 97	347,599	0,000	0,000	0,000	347,599
Г. Чубаровцев ул. 22 узел №1	394,035	0,000	0,000	0,000	394,035
Г. Чубаровцев ул. 24	795,317	0,000	0,000	0,000	795,317
Г. Чубаровцев ул. 22 узел №2	394,035	0,000	0,000	0,000	394,035
Г. Чубаровцев ул. 22 узел №3	394,035	0,000	0,000	0,000	394,035
Г. Чубаровцев ул. 26	851,684	0,000	0,000	0,000	851,684
Г. Чубаровцев ул. 24	70,593	0,000	0,000	0,000	70,593
Г. Чубаровцев ул. 26	77,304	0,000	0,000	0,000	77,304
Первомайская ул. 84	37,847	0,000	0,000	0,000	37,847
Крымская ул. 43 узел №1	745,257	0,000	0,000	0,000	745,257
Первомайская ул. 65	1227,466	0,000	0,000	0,000	1227,466
Первомайская ул. 82	21,205	6,710	2,157	8,867	30,072
Первомайская ул. 80	38,652	0,000	0,000	0,000	38,652
Первомайская ул. 78	25,231	0,000	0,000	0,000	25,231
Первомайская ул. 65/1	170,713	38,585	12,400	50,985	221,698
Крымская ул. 43 узел №2	745,257	0,000	0,000	0,000	745,257
Первомайская ул. 74	28,989	0,000	0,000	0,000	28,989
Светлый пер. 32	849,268	0,000	0,000	0,000	849,268
Кедровая ул. 32	100,924	78,288	25,160	103,448	204,372
Светлый пер. 40/Б	596,420	0,000	0,000	0,000	596,420
Светлый пер. 36	730,360	0,000	0,000	0,000	730,360
Светлый пер. 30 узел №2	850,879	0,000	0,000	0,000	850,879
Светлый пер. 24	40,531	0,000	0,000	0,000	40,531
Светлый пер. 21	78,914	0,000	0,000	0,000	78,914
Ангарская ул. 40	110,587	0,000	0,000	0,000	110,587
Ангарская ул. 38	115,956	0,000	0,000	0,000	115,956

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6
Ангарская ул. 73	27,915	0,000	0,000	0,000	27,915
Учительская ул. 66	23,352	0,000	0,000	0,000	23,352
Ангарская ул. 71 узел №2	93,140	0,000	0,000	0,000	93,140
Ангарская ул. 71 узел №1	93,140	0,000	0,000	0,000	93,140
Учительская ул. 62	61,736	0,000	0,000	0,000	61,736
Ферганская ул. 65	323,441	0,000	0,000	0,000	323,441
Учительская ул. 62/1	64,151	0,000	0,000	0,000	64,151
Ангарская ул. 69	83,477	0,000	0,000	0,000	83,477
Учительская ул. 60	295,258	0,000	0,000	0,000	295,258
Катунская ул. 40	267,879	0,000	0,000	0,000	267,879
Г. Чубаровцев ул. 30б	119,714	3,914	1,258	5,172	124,886
Г. Чубаровцев ул. 32 стр. 1	119,982	0,000	0,000	0,000	119,982
Г. Чубаровцев ул. 30	726,334	0,000	0,000	0,000	726,334
Г. Чубаровцев ул. 32	247,480	0,000	0,000	0,000	247,480
Г. Чубаровцев ул. 28	623,530	0,000	0,000	0,000	623,530
Г. Чубаровцев ул. 30/А	816,790	888,010	285,383	1173,392	1990,182
Первомайская ул. 65/А	802,832	361,243	116,094	477,337	1280,169
Ферганская ул. 65а	182,523	704,592	226,437	931,029	1113,552
Светлый пер. 30 узел №1	883,089	0,000	0,000	0,000	883,089
Первомайская ул. 63/1	901,073	474,761	152,575	627,336	1528,409
Первомайская ул. 72	23,352	0,000	0,000	0,000	23,352
Первомайская ул. 63/2	774,649	422,755	135,862	558,617	1333,266
Ферганская ул. 25	944,824	147,629	47,444	195,073	1139,897
Светлый пер. 32	61,467	0,000	0,000	0,000	61,467
Ангарская ул. 75	36,505	0,000	0,000	0,000	36,505
Героев Чубаровцев ул. 22	148,702	0,000	0,000	0,000	148,702
Учительская ул. 64	34,322	0,000	0,000	0,000	34,322
Итого:	20238,532	3273,557	1052,034	4325,591	24564,122

4 Определение расходов сетевой воды у потребителей

4.1 Расчет расхода воды на отопление

Расчетный расход воды на отопление

$$G_o^p = \frac{Q_o^p}{c(\tau_1 - \tau_2)}, \text{ кг/ч} \quad (4.1)$$

где τ_1, τ_2 – соответственно температура воды в подающем и обратном трубопроводе тепловой сети при расчетной температуре наружного воздуха на отопление t_o^p .

Расчетный расход воды на отопление для жилого дома по адресу ул. Первомайская 63/1

$$G_o^p = \frac{0,3357}{1000 \cdot (95 - 70)} = 13,428 \text{ м/ч}.$$

Результаты расчетов представлены в табл.3, для теплопотребителей котельной Севастопольская,108 в табл.4.2, котельной Б.Подгорная,153/1 в табл.4.3.

4.2 Расчет расхода воды на горячее водоснабжение в открытых системах теплоснабжения

При температуре воды в подающем трубопроводе, равной 60 °С, водоразбор ведется только из подающей линии. С повышением температуры сетевой воды ($t_1 > 60$ °С) водоразбор осуществляется одновременно из обоих трубопроводов в таком соотношении, чтобы температура воды, поступающей на горячее водоснабжение, была равна 60 °С. В холодный период отопительного сезона, при $t_2 \geq 60$ °С, разбор воды происходит только из обратной магистрали. Температура горячей воды в системах горячего водоснабжения у потребителей для открытых систем должна быть не менее 60 °С, для закрытых – не менее 70 °С [3].

Средний расход воды на горячее водоснабжение

$$G_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}}}{c(t_{\text{Г}} - t_{\text{ХЗ}})}, \text{ кг/ч} \quad (4.2.1)$$

Максимальный расход воды на горячее водоснабжение

$$G_{\text{ГВС}}^{\text{max}} = \frac{Q_{\text{ГВС}}^{\text{max}}}{c(t_{\text{Г}} - t_{\text{ХЗ}})}, \text{ кг/ч} \quad (4.2.2)$$

Суммарный расчетный расход сетевой воды в двухтрубных тепловых сетях в открытых и закрытых системах при качественном регулировании

$$G_{\text{с}}^{\text{р}} = G_{\text{о}}^{\text{р}} + G_{\text{в}}^{\text{р}} + K_{\text{з}} G_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} \quad (4.2.3)$$

где $K_{\text{з}}$ – коэффициент, учитывающий долю среднего расхода воды на горячее водоснабжение при регулировании по нагрузке отопления.

Средний расход воды на ГВС для жилого дома по адресу ул. Первомайская 63/1

$$G_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} = \frac{0,0849}{1000 \cdot (60 - 5)} = 1,543 \text{ Т/ч},$$

Максимальный расход воды на ГВС для жилого дома по адресу ул. Первомайская 63/1

$$G_{\text{ГВС}}^{\text{max}} = \frac{0,20376}{1000 \cdot (60 - 5)} = 3,704 \text{ Т/ч}.$$

Суммарный расчетный расход воды для жилого дома по адресу ул. Первомайская 63/1.

$$G_{\text{с}}^{\text{р}} = 13,428 + 1,543 = 14,971 \text{ Т/ч}.$$

Результаты расчетов представлены в табл.4.1, для теплопотребителей котельной Севастопольская,108 в табл.4.2, котельной Б.Подгорная,153/1 в табл.4.3.

Таблица 4.1-Расход теплоносителя

Адрес узла ввода	Максимальный расход воды на ГВС, G T/ч	Расчетный расход воды на отопление, G T/ч	Расчетный расход воды на ГВС, G T/ч	Суммарный расчетный расход воды, G T/ч
1	2	3	4	5
Светлый пер. 40/А	0,000	8,264	0,000	8,264
Ферганская ул. 92	0,000	1,436	0,000	1,436
Ферганская ул. 90	0,000	1,436	0,000	1,436
Ферганская ул. 88	0,000	4,272	0,000	4,272
Первомайская ул. 101	0,314	2,792	0,131	2,923
Первомайская ул. 99	0,833	1,192	0,347	1,539
Первомайская ул. 94	0,000	0,276	0,000	0,276
Ферганская ул. 80	0,000	4,456	0,000	4,456
Первомайская ул. 97	0,000	5,18	0,000	5,180
Г. Чубаровцев ул. 22 узел №1	0,000	5,872	0,000	5,872
Г. Чубаровцев ул. 24	0,000	11,852	0,000	11,852
Г. Чубаровцев ул. 22 узел №2	0,000	5,872	0,000	5,872
Г. Чубаровцев ул. 22 узел №3	0,000	5,872	0,000	5,872
Г. Чубаровцев ул. 26	0,000	12,692	0,000	12,692
6Г. Чубаровцев ул. 24	0,000	1,052	0,000	1,052
Г. Чубаровцев ул. 26	0,000	1,152	0,000	1,152
Первомайская ул. 84	0,000	0,564	0,000	0,564
Крымская ул. 43 узел №1	0,000	11,106	0,000	11,106
Первомайская ул. 65	0,000	18,292	0,000	18,292
Первомайская ул. 82	0,052	0,316	0,022	0,338
Первомайская ул. 80	0,000	0,576	0,000	0,576
Первомайская ул. 78	0,000	0,376	0,000	0,376
Первомайская ул. 65/1	0,301	2,544	0,125	2,669
Крымская ул. 43 узел №2	0,000	11,106	0,000	11,106
Первомайская ул. 74	0,000	0,432	0,000	0,432
Светлый пер. 32	0,000	12,656	0,000	12,656
Кедровая ул. 32	0,611	1,504	0,255	1,759
Светлый пер. 40/Б	0,000	8,888	0,000	8,888
Светлый пер. 36	0,000	10,884	0,000	10,884
Светлый пер. 30 узел №2	0,000	12,68	0,000	12,680
Светлый пер. 24	0,000	0,604	0,000	0,604
Светлый пер. 21	0,000	1,176	0,000	1,176
Ангарская ул. 40	0,000	1,648	0,000	1,648
Ангарская ул. 38	0,000	1,728	0,000	1,728
Ангарская ул. 73	0,000	0,416	0,000	0,416
Учительская ул. 66	0,000	0,348	0,000	0,348
Ангарская ул. 71 узел №2	0,000	1,388	0,000	1,388

Продолжение табл. 4.1

1	2	3	4	5
Ангарская ул. 71 узел №1	0,000	1,388	0,000	1,388
Учительская ул. 62	0,000	0,92	0,000	0,920
Ферганская ул. 65	0,000	4,82	0,000	4,820
Учительская ул. 62/1	0,000	0,956	0,000	0,956
Ангарская ул. 69	0,000	1,244	0,000	1,244
Учительская ул. 60	0,000	4,4	0,000	4,400
Катунская ул. 40	0,000	3,992	0,000	3,992
Г. Чубаровцев ул. 30б	0,031	1,784	0,013	1,797
Г. Чубаровцев ул. 32 стр. 1	0,000	1,788	0,000	1,788
Г. Чубаровцев ул. 30	0,000	10,824	0,000	10,824
Г. Чубаровцев ул. 32	0,000	3,688	0,000	3,688
Г. Чубаровцев ул. 28	0,000	9,292	0,000	9,292
Г. Чубаровцев ул. 30/А	6,929	12,172	2,887	15,059
Первомайская ул. 65/А	2,819	11,964	1,175	13,139
Ферганская ул. 65а	5,498	2,72	2,291	5,011
Светлый пер. 30 узел №1	0,000	13,16	0,000	13,160
Первомайская ул. 63/1	3,705	13,428	1,544	14,972
Первомайская ул. 72	0,000	0,348	0,000	0,348
Первомайская ул. 63/2	3,299	11,544	1,375	12,919
Ферганская ул. 25	1,152	14,08	0,480	14,560
Светлый пер. 32	0,000	0,916	0,000	0,916
Ангарская ул. 75	0,000	0,544	0,000	0,544
Героев Чубаровцев ул. 22	0,000	2,216	0,000	2,216
Учительская ул. 64	0,000	0,51148	0,000	0,511
Итого:	25,545	301,599	10,644	312,243

Таблица 4.2 - Часовые нагрузки, годовое теплотребление объектов (котельной ул.Севастопольская,108)

Адрес узла ввода	Максимальная тепловая нагрузка на отопление, Гкал/ч	Средняя тепловая нагрузка на отопление, Гкал/ч	Средняя тепловая нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Максимальная тепловая нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Средняя тепловая нагрузка на ГВС(лето), Гкал/ч	Расчетный расход воды на отопление, Т/ч	Максимальный расход воды на ГВС, Т/ч	Расчетный расход воды на ГВС, Т/ч	Суммарный расчетный расход воды, Т/ч	Годовой расход тепла на отопление Гкал	Расход тепла на ГВС(зима), Гкал	Расход тепла на ГВС(лето), Гкал	Годовой Расход тепла на ГВС, Гкал	Годовой расход тепла, Гкал
Б.Подгорная ул. 153	0,0537	0,0262	0,0010	0,0024	0,0015	2,148	0,0436	0,0018	2,1	146,6	5,6	2,8	8,4	155,0
Б.Подгорная ул. 155	0,0411	0,0201	0,0004	0,0010	0,0006	1,644	0,0175	0,0007	1,6	112,2	2,2	1,1	3,4	115,5
Б.Подгорная ул. 149	0,0463	0,0226	0,0036	0,0086	0,0055	1,852	0,1571	0,0065	1,9	126,4	20,2	9,9	30,2	156,5
Б.Подгорная ул. 147	0,0446	0,0218	0,0066	0,0158	0,0101	1,784	0,2880	0,0120	1,8	121,7	37,1	18,2	55,3	177,0
Севастопольская ул. 79	0,0063	0,0031	0,0000	0,0000	0,0000	0,252	0,0000	0,0000	0,3	17,2	0	0	0	17,2
Б.Подгорная ул. 151	0,0441	0,0215	0,0032	0,0077	0,0049	1,764	0,1396	0,0058	1,8	120,4	18,0	8,8	26,8	147,2
Итого:	0,2361	0,1152	0,0148	0,03552	0,0227	9,444	0,6458	0,0269	9,5	644,5	83,1	40,9	124,0	768,4

Таблица 4.3 - Часовые нагрузки, годовое теплотребление теплотребителей (котельной ул.Б.Подгорная,153/1)

Адрес узла ввода	Максимальная тепловая нагрузка на отопление, Гкал/ч	Средняя тепловая нагрузка на отопление, Гкал/ч	Средняя тепловая нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Максимальная тепловая нагрузка на ГВС, Гкал/ч	Средняя тепловая нагрузка на ГВС(лето), Гкал/ч	Расчетный расход воды на отопление, Т/ч	Максимальный расход воды на ГВС, Т/ч	Расчетный расход воды на ГВС, Т/ч	Суммарный расчетный расход воды, Т/ч	Годовой расход тепла на отопление Гкал	Годовой Расход тепла на ГВС (зима), Гкал	Годовой Расход тепла на ГВС (лето), Гкал	Годовой Расход тепла на ГВС, Гкал	Годовой расход тепла, Гкал
Б.Подгорная ул. 159	0,0470	0,0229	0,0012	0,0029	0,0018	1,88	0,0524	0,022	1,90182	128,3	6,7392	3,312	10,05	138,3
Б.Подгорная ул. 157	0,0399	0,0195	0,0012	0,0029	0,0018	1,596	0,0524	0,022	1,61782	108,9	6,7392	3,312	10,05	119
Б.Подгорная ул. 159/А	0,0988	0,0482	0,0000	0,0000	0,0000	3,952	0	0	3,952	269,7	0	0	0	269,7
Итого:	0,1857	0,0906	0,0024	0,0058	0,0037	7,4280	0,1047	0,0436	7,4716	506,9	13,478	6,625	20,1	527

5 Расчет температурного графика сетевой воды

При качественном регулировании задача расчета состоит в определении температуры сетевой воды в зависимости от тепловой нагрузки. Расход воды остается постоянным в течение всего отопительного сезона.

Выражение для определения температуры сетевой воды в подающем трубопроводе

$$\tau_1 = t_{\text{в}} + \Delta t_0' \bar{Q}^{0,8} + (\delta t_0' - 0,5 \Theta') \bar{Q}_0, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (5.1)$$

Температура воды после отопительной установки равна

$$\tau_{2,0} = \tau_1 - \delta \tau_0' \bar{Q}_0 = t_{\text{в}} + \Delta t_0' \bar{Q}_0^{0,8} - 0,5 \Theta' \bar{Q}_0, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (5.2)$$

Температура воды после смесительного устройства на вводе составит

$$\tau_3 = \tau_{2,0} + \Theta' \bar{Q}_0 = t_{\text{в}} + \Delta t_0' \bar{Q}_0^{0,8} + 0,5 \Theta' \bar{Q}_0, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (5.3)$$

5.1 Расчет температурного графика сетевой воды с применением ЭВМ

Схема регулирования отпуска теплоты должна выбираться в зависимости от вида системы теплоснабжения и от соотношения нагрузок горячего водоснабжения и отопления.

Магистральные водяные тепловые сети должны предусматриваться двухтрубными, подающими тепло одновременно на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Для них должно предусматриваться центральное качественное регулирование отпуска теплоты по преобладающей нагрузке, согласно графику изменения температуры воды, в зависимости от температуры наружного воздуха. Расход теплоносителя в тепловой сети и системах отопления остается постоянным.

При одновременной подаче теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение вид графика зависит от соотношения расчетных тепловых нагрузок.

При соотношении $\frac{Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}}}{Q_o} < 0,15$ график строится на основании уравнений (5.1)–(5.3) и называется отопительным.

При соотношении $0,15 \leq \frac{Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}}}{Q_o} \leq 0,3$ в закрытой тепловой сети применяется режим центрального регулирования по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения. Температурный график носит название повышенного.

При соотношении $0,1 \leq \frac{Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}}}{Q_o} \leq 0,3$ в открытой тепловой сети применяется режим центрального регулирования по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения. Температурный график называется скорректированным.

Для расчета температурных графиков на ЭВМ применяется программа на языке Паскаль. Программа предусматривает расчет закрытых и открытых систем теплоснабжения, блок схема представлена на рис. 5.1

Файл с исходными данными для расчета температурного отопительного графика при качественном регулировании на ЭВМ формируется в следующей последовательности[7,8]:

1-я строка:

$m[1,1]$ – ключ, определяющий вид температурного графика (1 – качественное регулирование по отопительной нагрузке; 4 – «повышенный» температурный график; 5 – «скорректированный» температурный график);

2-я строка:

$m[1,2]$ – ключ, определяющий схему включения абонентской системы (0 – безэлеваторная, 1 – элеваторная);

$m[2,2]$ – ключ, определяющий наличие системы ГВС (0 – нет, 1 – есть);

3-я строка:

$m[1,3]$ – количество элементов в массиве температур наружного воздуха;

$m[1,3]$ – расчетная температура для проектирования отопления, °С;

$m[2,3]$ – расчетная температура воздуха внутри помещения, °С;

$m[3,3]$ – расчетная температура воды в подающей магистрали, °С;

$m[4,3]$ – расчетная температура воды в обратной магистрали, °С;

$m[5,3]$ – расчетная температура воды после смешения, °С;

4-я и 5-я строка:

$m[i,4]$, $m[i,5]$ – массив температур наружного воздуха, °С.

Файл с исходными данными:

```
1
1 1
48 -39 20 95 70 95
8 7 6 5 4 3 2 1 0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -
17 -18
-19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -
37 -38 -39
```

Таблица 5.1 Результаты расчета температурного графика

thb	t1	t2	thb	t1	t2
1	2	3	4	5	6
8	64,6	54,9	-16	69,7	54,5
7	64,5	54,7	-17	70,9	55,2
6	64,3	54,4	-18	72	55,9
5	64,2	54,1	-19	73,1	56,6
4	64,1	53,8	-20	74,3	57,3
3	64	53,6	-21	75,4	58
2	63,8	53,3	-22	76,5	58,7
1	63,7	53	-23	77,6	59,4
0	63,6	52,8	-24	78,7	60,1
-1	63,5	52,5	-25	79,9	60,8
-2	63,4	52,2	-26	81	61,5
-3	63,2	51,9	-27	82,1	62,1
-4	63,1	51,7	-28	83,2	62,8
-5	63	51,4	-29	84,3	63,5
-6	62,9	51,1	-30	85,3	64,2
-7	62,8	50,8	-31	86,4	64,8
-8	62,6	50,6	-32	87,5	65,5
-9	62,5	50,3	-33	88,6	66,1

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6
-10	62,7	50	-34	89,7	66,8
-11	63,9	50,8	-35	90,7	67,4
-12	65,1	51,5	-36	91,8	68,1
-13	66,3	52,3	-37	92,9	68,7
-14	67,4	53	-38	93,9	69,4
-15	68,6	53,7	-39	95	70

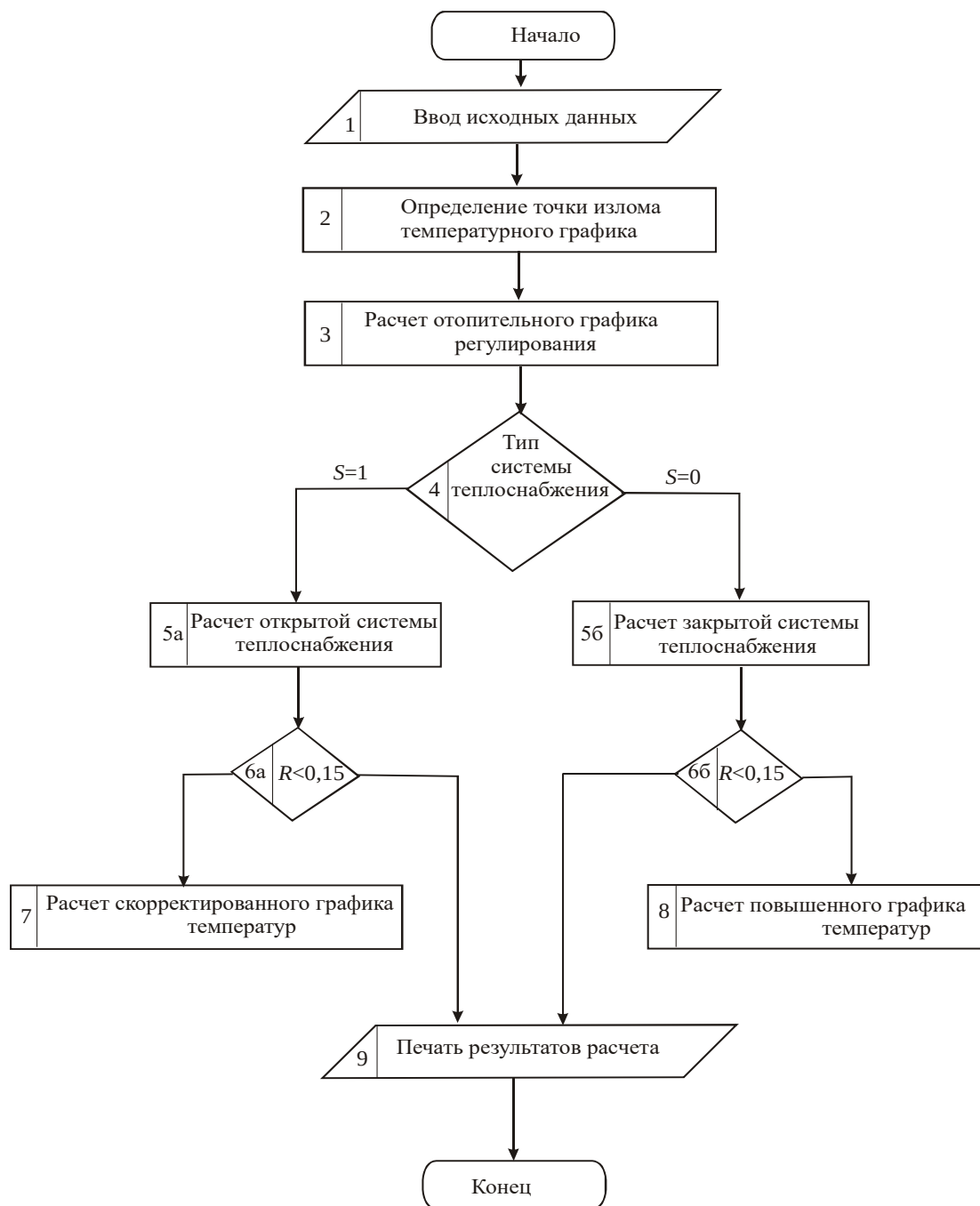


Рисунок 5.1- Блок-схема расчета температурных графиков сетевой воды

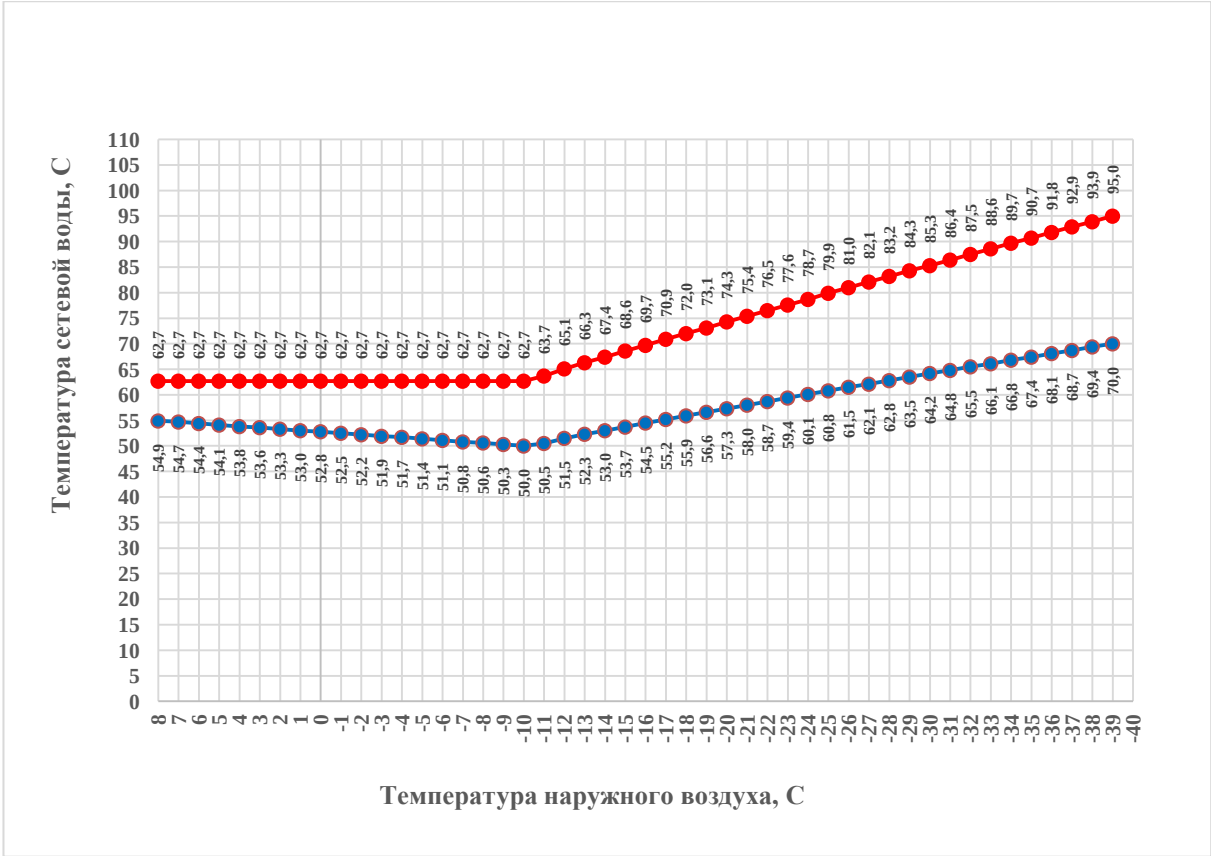


Рисунок 5.2 - Температурный график теплоснабжения 95/70 °С от ЦТП
Урожайный 27/1

6 Гидравлический расчет

При проектировании тепловых сетей основная задача гидравлического расчета состоит в определении диаметров труб по заданным расходам теплоносителя и располагаемым перепадам давлений во всей сети или в отдельных ее участках.

В процессе эксплуатации тепловых сетей возникает необходимость решения обратных задач по определению расходов теплоносителя на участках сети или давлений в отдельных точках при изменении гидравлических режимов.

Таким образом, в задачу гидравлического расчета входит:

- 1) определение диаметров трубопроводов;
- 2) определение падения давления (напора);
- 3) установление величин давлений (напоров) в различных точках сети;
- 4) увязка всех точек системы при статическом и динамическом режимах с целью обеспечения допустимых давлений и требуемых напоров в сети и абонентских системах.

Результаты гидравлического расчета дают исходный материал для решения следующих задач:

- 1) определение капиталовложений, расхода металла (труб) и основного объема работ по сооружению тепловой сети;
- 2) установление характеристик циркуляционных и подпиточных насосов, количества насосов и их размещения;
- 3) выяснение условий работы тепловой сети и абонентских систем и выбор схем присоединения абонентских установок к тепловой сети;
- 4) выбор авторегуляторов для тепловой сети и абонентских вводов;
- 5) разработка режимов эксплуатации.

Для проведения гидравлического расчета должны быть заданы схема и профиль тепловой сети, указаны размещение станции и потребителей и расчетные нагрузки.

расчетные зависимости

Падение давления в трубопроводе может быть представлено как сумма двух слагаемых – линейного падения и падения в местных сопротивлениях:

$$\Delta p = \Delta p_{\text{л}} + \Delta p_{\text{м}}, \text{ Па}, \quad (6.1)$$

где $\Delta p_{\text{л}}$ – падение давления вследствие трения на прямолинейных участках трубопровода, Па;

$\Delta p_{\text{м}}$ – падение давления в арматуре (вентильях, задвижках, кранах и т. д.) и других элементах оборудования (коленах, шайбах, переходах и т. д.).

Формулы для гидравлического расчета трубопроводов водяных тепловых сетей [8] приводятся ниже:

Суммарные потери давления в трубопроводах на трение и в местных сопротивлениях

$$\Delta P = R \cdot l_{\text{пр}}, \text{ Па}, \quad (6.2)$$

где $l_{\text{пр}}$ – приведенная длина трубопровода, м;

$$l_{\text{пр}} = l + l_{\text{э}}, \text{ м}, \quad (6.3)$$

где l – длина участка трубопровода по плану, м.

Эквивалентная длина местных сопротивлений

$$l_{\text{э}} = \sum \xi \frac{D_i}{\lambda}, \text{ м}, \quad (6.4)$$

где $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений;

D_i – внутренний диаметр, м;

λ – коэффициент гидравлического трения.

Удельные потери давления на трение

$$R = 6,27 \cdot 10^{-8} \lambda \frac{G_i^2}{D_i^5 \rho}, \text{ Па/м}, \quad (6.5)$$

где G_i – суммарный расчетный расход сетевой воды в двухтрубных тепловых сетях открытых и закрытых систем теплоснабжения, кг/ч;

ρ – средняя плотность теплоносителя на рассчитываемом участке, кг/м³.

Внутренний диаметр труб

$$D_i = \sqrt[5]{\frac{6,27 \cdot 10^{-8} \lambda G_i^2}{R \rho}}, \text{ м.} \quad (6.6)$$

Коэффициент гидравлического трения:

– для области квадратичного закона (при $Re \geq Re_{пр}$)

$$\lambda = \frac{1}{\left(1,14 + 2 \lg \frac{D_i}{k_\varepsilon}\right)}; \quad (6.7)$$

– для любых значений числа Рейнольдса (приближенно)

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{k_\varepsilon}{D_i} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}, \quad (6.8)$$

где k_ε – коэффициент эквивалентной шероховатости, м.

Предельное число Рейнольдса, характеризующее границы переходной области и области квадратичного закона,

$$Re_{пр} = 568 \frac{D_i}{k_\varepsilon}. \quad (6.9)$$

Предельная скорость, т. е. скорость потока, при которой (и выше) имеет место квадратичная зависимость падения давления от расхода,

$$w_{пр} = 568 \frac{vi}{k_\varepsilon}, \text{ м/с.} \quad (6.10)$$

6.1 Поверочный гидравлический расчет двух трубной водяной сети

Цель поверочного расчета – определение потерь давления на участках трубопроводов двухтрубной водяной сети и располагаемых напоров на тепловых вводах потребителей. Методика предназначена для действующей сети (известны диаметры трубопроводов и расходы теплоносителей по участкам).

Перед гидравлическим расчетом определяется суммарный расчетный расход сетевой воды (на основании результатов расчета тепловых нагрузок заданного района теплоснабжения), складывающийся из расчетных расходов на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение.

Если отсутствуют проектные данные по объектам теплопотребления, то для определения расхода сетевой воды для каждого объекта (и соответствующего присоединенного к нему участка тепловой сети) по укрупненным показателям рассчитывают тепловые нагрузки данного объекта, а затем из уравнения теплового баланса находится расход сетевой воды на этот объект.

Составляется расчетная схема тепловой сети с нанесением на ней длин и диаметров трубопроводов, местных сопротивлений и расчетных расходов теплоносителей по всем участкам сети (см. лист 1,2).

Для заполнения таблицы исходных данных рассчитывается расход воды для участка, как сумма расходов воды для тепловых вводов, входящих в данный участок. Расчет производится, начиная от концевых участков (т. е. участков без предшественников). Далее рассчитывается расход для тех участков, которые являются предшествующими для концевых. Результирующим является расход последнего участка (ближайшего к источнику тепла) перечня в описании наружной сети. Поэтому для ускорения просчета в характеристике наружной сети рекомендуется сначала располагать конечные участки, потом те, которые входят в них. Последним в перечне должен быть участок, определяющий начало тепловой сети. Если участок не содержит тепловых вводов, тогда расход воды для этого участка определяется как сумма расходов воды предыдущих участков.

Потери напора на i -м участке трубопровода определяются

$$\Delta H_i = \beta \Delta h_{\text{тр}(i)} L \cdot 10^{-3} + \Delta h_m, \text{ м вод. ст.},$$

где β – поправочный коэффициент, применяемый при коэффициенте эквивалентной шероховатости отличном от $K_s = 0,5$ мм [9];

L – длина трубопровода на i -м участке, м;

$\Delta h_{\text{тр}}$ – удельные линейные потери напора на трение, мм/м:

$$\Delta h_{\text{тр}} = \frac{0,102 \lambda w^2 \rho}{(2 d_{\text{вн}})}, \text{ мм/м}, \quad (6.1.1)$$

где $d_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр трубопровода, м;

λ – коэффициент гидравлического трения.

Тепловые сети, как правило, работают при турбулентном режиме движения теплоносителя в квадратичной области, поэтому коэффициент гидравлического трения определяется по формуле (6.7).

Скорость теплоносителя w находится из уравнения неразрывности

$$w = 4 G_d / (3,6 \pi D_i^2 \rho), \text{ м/с} \quad (6.1.2)$$

Потери напора $\Delta h_{\text{м}}$ в местных сопротивлениях

$$\Delta h_{\text{м}} = \sum \zeta w^2 \rho / 2, \text{ м вод. ст.} \quad (6.1.3)$$

Расчетные потери напора от источника тепла определяются из потерь на двух трубопроводах (подающем и обратном) на каждом участке, учитывая структуру наружной тепловой сети.

Потери напора на участке (на двух трубопроводах) равны удвоенным потерям (для закрытых систем теплоснабжения)

$$\Delta H_i = 2 \Delta h_i, \text{ м вод. ст.} \quad (6.1.4)$$

Потери напора от источника тепла на i -м участке определяются с учетом потерь напора на предшествующих участках

$$\Delta H_{\text{и}} = \sum_{1}^{i-1} \Delta H_i + \Delta H_i, \text{ м вод. ст.} \quad (6.1.5)$$

Для расчета потерь напора системы H_c необходимо просчитать сумму значений потерь на последовательности участков от источника до конечного участка (наиболее удаленного от источника тепла). Расчет начинается с наиболее удаленного от источника конечного участка. Далее рассчитывается участок, предшествующий этому конечному, и т. д. до узловой точки, от которой начинается ответвление, и далее до источника. Затем берется конечный участок другого ответвления и проводится расчет сопротивления другой последовательности участков (конечный участок – источник) и т. д., пока не будут рассчитаны все возможные цепочки участков. Значение расчетных потерь напора от источника тепла до каждого конечного участка заносится в базу данных для соответствующего конечного участка.

Располагаемый напор в конце участка

$$\Delta H_{k(i)}^p = \Delta H_{n(i)}^p - \Delta H_{2(i)}, \text{ м вод. ст.}, \quad (6.1.6)$$

где $\Delta H_{k(i)}^p$ – располагаемый напор в конце участка, м вод. ст.;

$\Delta H_{n(i)}^p$ – располагаемый напор в начале участка, м вод. ст.;

$\Delta H_{2(i)}$ – потери напора в двух трубопроводах в (подающем и обратном) на данном участке, м вод. ст.

Автоматизация гидравлического расчета двух трубной водяной сети

В качестве исходных данных для гидравлического расчета двух трубной тепловой сети района теплоснабжения от цтп Урожайный 27/1, используется расчетная схема тепловой сети (см. лист 1) На основании схемы составляется файл с исходными данными для гидравлического расчета. Для повышения производительности вычислительного процесса использовалась программа для ЭВМ разработанная на алгоритмическом языке Паскаль.,

Программа организована в виде модульной структуры (см. рис. 6.1), состоящей из расчетного модуля (*UGIDTSE3*) и головной программы (*GIDRA*).

Расчетный модуль состоит из следующих блоков:

- блока описания и ввода исходных данных;
- основной расчетной процедуры (*GIDRASTSET*), в которой реализуется алгоритм гидравлического расчета тепловой сети;
- вспомогательной процедуры (*CALCKPOPR*) для определения поправочных коэффициентов при $k_3 \neq 0,5$;
- блока вывода результатов в табличной форме.

Блок ввода исходных данных предназначен для считывания исходных данных (одинокных переменных, записей и массивов) в оперативную память ЭВМ.

В процедуре *GIDRASTSET* производятся гидравлические расчеты по изложенной выше методике (формулы (6.1)–(6.1.6)).

Для выполнения расчетов по участкам сети организуется цикл по участкам. Для каждого участка, который характеризуется шагом цикла, выполняются гидравлические расчеты в следующей последовательности:

- открывается цикл по гидравлическому расчету участков;
- с учетом значения $Re_{пр}$ (6.9) определяется коэффициент гидравлического сопротивления λ ((6.7) – (6.8));
- из уравнения неразрывности рассчитывается скорость движения воды на участке (формула 6.1.2);
- вычисляются индексы массивов стандартных диаметров и коэффициентов эквивалентной шероховатости (при $k_3 \neq 0,5$). Индексы определяются в процедуре *CALCKPOPR* и затем используются для идентификации значений коэффициентов из матрицы поправочных коэффициентов;
- определяются удельные линейные потери напора на трение по формуле (6.1.1);
- рассчитываются потери напора в местных сопротивлениях по формуле (6.1.3);
- находятся суммарные потери на участке в одной линии по формуле (6.1);

- определяются потери напора по двум трубопроводам на участке по формуле (6.1.4);

- выполняется проверка на конец цикла по гидравлическому расчету участков тепловой сети.

После выполнения этого цикла на каждом участке сети становятся известными поправочный коэффициент β , расчетные значения удельных потерь R , потери напора на участке (линейные, местные, суммарные на одном трубопроводе, то же для двух трубопроводов). Далее в процедуре организуется еще один цикл для расчета на каждом участке следующих величин:

- потерь напора от источника нарастающим итогом по формуле (6.1.5);
- располагаемого напора в конце участка по формуле (6.1.6).

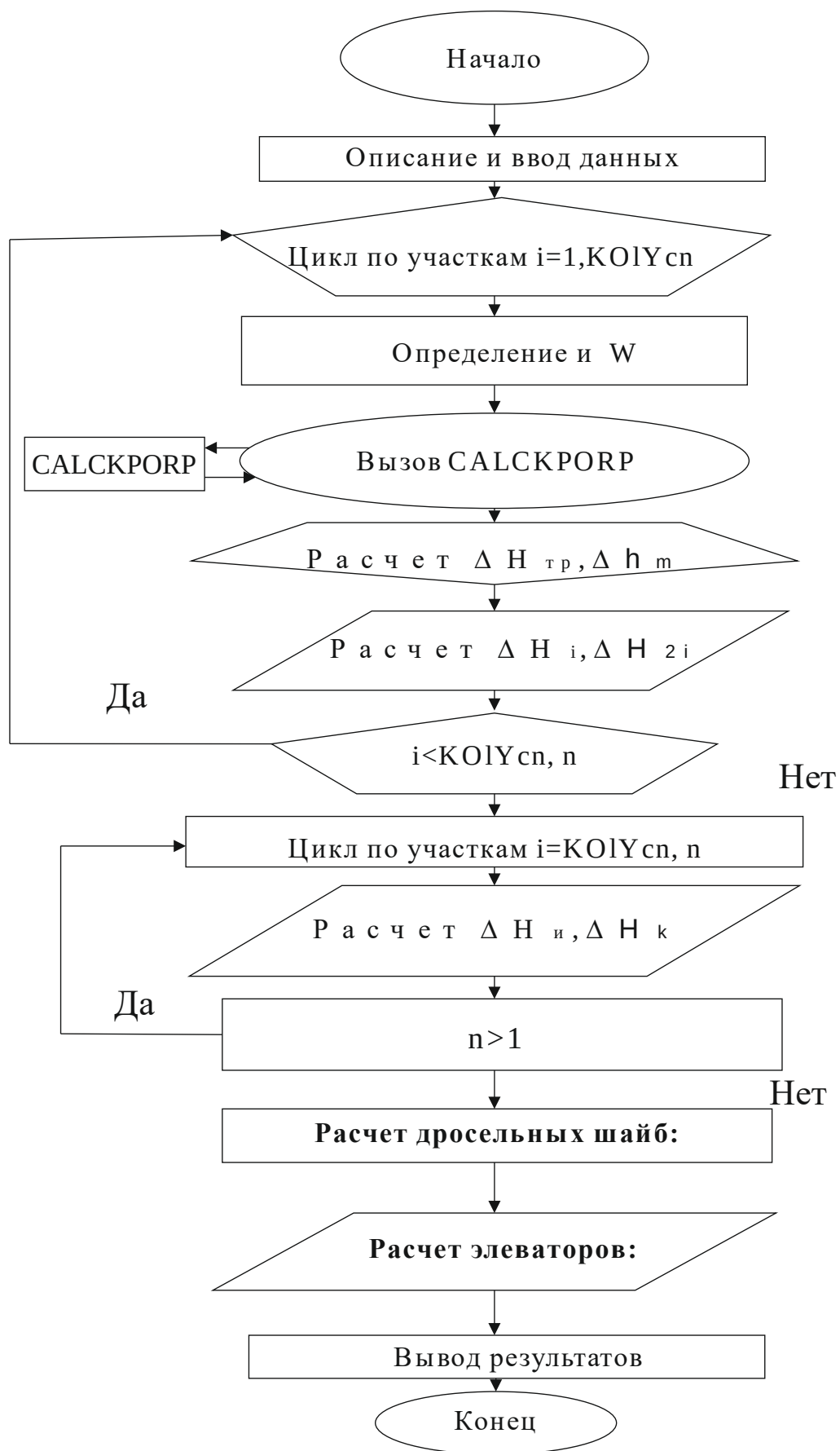


Рисунок 6.1 - Блок схема расчетного модуля

Порядок формирования файла с исходными данными. Количество и порядок следования исходных данных должны строго соответствовать операторам ввода данных в программе для ЭВМ. В процессе подготовки файла с исходными данными следует уделять особое внимание контролю размерности величин, входящих в файл.

Файл содержит данные трех типов:

- числовые значения целого типа (количество и номера участков тепловой сети, количество предыдущих участков, наличие элеваторов у потребителей, присоединенных к конечным участкам);
- числовые значения действительного типа (характеристики участка: внутренний диаметр трубопровода, длина, коэффициент эквивалентной шероховатости, сумма коэффициентов местных сопротивлений, расход сетевой воды, падение напора во внутренних системах у потребителей);
- массивы из элементов целого типа (номера предыдущих участков).

Ниже построчно приводится структура файла.

1-я строка:

$m[1,1]$ – количество участков тепловой сети.

2-я строка:

$m[1,2]$ – плотность сетевой воды, кг/м^3 ;

$m[2,2]$ – вязкость сетевой воды, $\text{м}^2/\text{с}$;

$m[3,2]$ – располагаемый напор на начальном участке сети, м;

$m[4-6,2]$ – температуры сетевой воды соответственно в подающей, обратной линиях и во внутренней системе теплопотребителя, $^{\circ}\text{C}$.

3-я строка:

Задается исходная информация для 1-го участка.

$m[1,3]$ – номер участка;

$m[2,3]$ – количество предыдущих участков тепловой сети;

$m[3,3]$ – массив номеров предыдущих участков (если предыдущие участки отсутствуют, то можно ограничиться одним элементом массива – $m[3,3] = 0$);

$m[4,3]$ – внутренний диаметр трубопровода на участке, м;
 $m[5,3]$ – длина участка, м;
 $m[6,3]$ – коэффициент эквивалентной шероховатости, мм;
 $m[7,3]$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке;
 $m[8,3]$ – расход сетевой воды на участке, т/ч;
 $m[9,3]$ – сопротивление внутренней системы теплопотребителя, м;
 $m[10,3]$ – задается тип присоединения потребителей к конечным участкам (0 – безэлеваторное присоединение, 1 – элеваторное).

4-я – 11-я строки содержат информацию о характеристиках участков №№ 2–7. Порядок их формирования аналогичен структуре 3-й строки.

Для определения поправочных коэффициентов на коэффициент эквивалентной шероховатости целесообразно организовать второй файл, содержащий массив табличных значений K_j ($Stk[i]$, где $i = 1, n$), массив стандартных внутренних диаметров ($Std[i]$, $j = 1, m$) и матрицу поправочных коэффициентов размером $[n \times m]$.

6.2 Гидравлический расчет двухтрубной тепловой сети по направлению ЦТП «Урожайный 27/1 вывод 2 – УУ 84» до реконструкции

Файл с исходными данными схемы теплоснабжения до реконструкции:

```

71
970 0.365e-6 35 95 70 95
1 0 0 0.1 17.13 0.7 5.3 0.78 0 0
2 0 0 0.04 21.47 0.7 5.5 0.376 0 0
3 0 0 0.1 3.92 0.7 1.3 22.212 0 0
4 3 1 2 3 0.15 93.77 0.7 0.18 23.368 0 0
5 0 0 0.05 6.86 0.7 5.5 1.477 0 0
6 2 4 5 0.15 104.7 0.7 0.46 24.845 0 0
7 0 0 0.1 27.93 0.7 1.9 14.972 0 0
8 0 0 0.1 35.13 0.7 0.37 12.919 0 0
9 2 7 8 0.125 27.93 0.7 0.43 27.891 0 0
10 0 0 0.125 54.89 0.7 3.8 18.292 0 0
11 0 0 0.032 9.37 0.7 5.5 2.669 0 0
12 0 0 0.080 61.13 0.7 5.3 13.138 0 0
13 4 9 10 11 12 0.2 22.79 0.7 0.11 61.99 0 0
14 2 6 13 0.2 33.01 0.7 0.05 86.835 0 0
15 0 0 0.125 300 0.7 5.5 18.88 0 0
16 2 14 15 0.2 150.33 0.7 1.64 105.715 0 0
17 0 0 0.125 75.35 0.7 0.1 19.832 0 0
18 0 0 0.04 57.26 0.7 5.3 1.052 0 0
19 0 0 0.080 6 0.7 0.05 11.852 0 0
  
```

20	2	18	19	0.1	36.34	0.7	2.7	12.904	0	0			
21	0	0		0.032	30.55	0.7	5.5	0.276	0	0			
22	3	17	20	21	0.15	40.26	0.7	0.08	33.012	0	0		
23	0	0			0.05	29.87	0.7	5.3	1.152	0	0		
24	0	0			0.08	6.95	0.7	1.3	12.692	0	0		
25	2	23	24		0.08	60.75	0.7	4.4	13.844	0	0		
26	0	0			0.05	62.82	0.7	5.5	4.461	0	0		
27	3	22	25	26	0.15	60.75	0.7	3.3	51.317	0	0		
28	0	0			0.08	105	0.7	0.45	7.144	0	0		
29	0	0			0.05	2.01	0.7	4.5	4.456	0	0		
30	0	0			0.05	10.02	0.7	3.9	5.18	0	0		
31	3	28	29	30	0.08	45.7	0.7	5.5	16.78	0	0		
32	3	16	27	31	0.25	37.09	0.7	0.05	173.812	0	0		
33	0	0			0.08	52.89	0.7	5.5	9.292	0	0		
34	0	0			0.05	111.49	0.7	5.5	1.176	0	0		
35	0	0			0.07	140.21	0.7	0.5	3.98	0	0		
36	0	0			0.08	3.04	0.7	2.2	4.82	0	0		
37	3	34	35	36	0.1	67.78	0.7	5.5	9.976	0	0		
38	0	0			0.07	41.71	0.7	5.5	5.01	0	0		
39	4	32	33	37	38	0.25	74.57	0.7	0.05	198.09	0	0	
40	0	0			0.032	49.3	0.7	5.3	0.544	0	0		
41	0	0			0.025	2.11	0.7	5.5	0.416	0	0		
42	0	0			0.04	57.01	0.7	5.5	0.348	0	0		
43	0	0			0.04	3.6	0.7	1.7	2.776	0	0		
44	0	0			0.032	14.03	0.7	5.5	0.5115	0	0		
45	5	40	41	42	43	44	0.1	3.57	0.7	0.05	4.5955	0	0
46	0	0					0.04	53.12	0.7	5.5	0.92	0	0
47	2	45	46				0.1	32.33	0.7	2.8	5.5155	0	0
48	0	0					0.04	51.97	0.7	5.5	0.956	0	0
49	0	0					0.05	1.13	0.7	5.5	1.244	0	0
50	0	0					0.05	2.5	0.7	3.13	4.4	0	0
51	4	47	48	49	50		0.1	26.89	0.7	5.5	12.1155	0	0
52	2	39	51				0.25	26.63	0.7	0.05	210.205	0	0
53	0	0					0.1	33.49	0.7	5.5	10.824	0	0
54	2	52	53				0.25	70.5	0.7	0.05	221.029	0	0
55	0	0					0.05	39.62	0.7	5.5	1.796	0	0
56	0	0					0.08	51.57	0.7	5.5	15.059	0	0
57	3	54	55	56			0.25	58.15	0.7	0.05	237.884	0	0
58	0	0					0.07	72.26	0.7	5.5	5.476	0	0
59	2	57	58				0.25	37.01	0.7	0.05	243.36	0	0
60	0	0					0.05	46.5	0.7	5.5	5.476	0	0
61	2	59	60				0.25	130	0.7	0.05	247.352	0	0
62	0	0					0.125	50.44	0.7	5.5	25.84	0	0
63	2	61	62				0.25	69.09	0.7	0.05	273.192	0	0
64	0	0					0.05	94.12	0.7	5.5	1.758	0	0
65	0	0					0.08	2.9	0.7	0.05	8.888	0	0
66	2	64	65				0.08	18.37	0.7	0.18	10.646	0	0
67	0	0					0.08	23.35	0.7	2.4	8.264	0	0
68	2	66	67				0.1	54.42	0.7	5.5	18.91	0	0
69	0	0					0.1	32.14	0.7	5.5	13.572	0	0
70	0	0					0.07	9.43	0.7	5.5	10.884	0	0
71	4	63	68	69	70		0.25	482.38	0.7	0.05	316.558	0	0

Таблица 6.2.1 - Характеристики участков тепловой сети

N уч-ка -	Диаметр dy м	Длина L м	Сум. коэф. местн.сопр. -	Расход воды Gсв т/ч	Скорость w м/с
1	0.100	17.1	5.3	0.780	0.028
2	0.040	21.5	5.5	0.376	0.086
3	0.100	3.9	1.3	22.212	0.810
4	0.150	93.8	0.2	23.368	0.379
5	0.050	6.9	5.5	1.477	0.215
6	0.150	104.7	0.5	24.845	0.403
7	0.100	27.9	1.9	14.972	0.546
8	0.100	35.1	0.4	12.919	0.471
9	0.125	27.9	0.4	27.891	0.651
10	0.125	54.9	3.8	18.292	0.427
11	0.032	9.4	5.5	2.669	0.950
12	0.080	61.1	5.3	13.138	0.748
13	0.200	22.8	0.1	61.990	0.565
14	0.200	33.0	0.1	86.835	0.792
15	0.125	300.0	5.5	18.880	0.441
16	0.200	150.3	1.6	105.715	0.964
17	0.125	75.3	0.1	19.832	0.463
18	0.040	57.3	5.3	1.052	0.240
19	0.080	6.0	0.1	11.852	0.675
20	0.100	36.3	2.7	12.904	0.471
21	0.032	30.6	5.5	0.276	0.098
22	0.150	40.3	0.1	33.012	0.535
23	0.050	29.9	5.3	1.152	0.168
24	0.080	6.9	1.3	12.692	0.723
25	0.080	60.7	4.4	13.844	0.789
26	0.050	62.8	5.5	4.461	0.651
27	0.150	60.7	3.3	51.317	0.832
28	0.080	105.0	0.5	7.144	0.407
29	0.050	2.0	4.5	4.456	0.650
30	0.050	10.0	3.9	5.180	0.755
31	0.080	45.7	5.5	16.780	0.956
32	0.250	37.1	0.1	173.812	1.014
33	0.080	52.9	5.5	9.292	0.529
34	0.050	111.5	5.5	1.176	0.172
35	0.070	140.2	0.5	3.980	0.296
36	0.080	3.0	2.2	4.820	0.275
37	0.100	67.8	5.5	9.976	0.364
38	0.070	41.7	5.5	5.010	0.373
39	0.250	74.6	0.1	198.090	1.156
40	0.032	49.3	5.3	0.544	0.194
41	0.025	2.1	5.5	0.416	0.243
42	0.040	57.0	5.5	0.348	0.079
43	0.040	3.6	1.7	2.776	0.633
44	0.032	14.0	5.5	0.511	0.182
45	0.100	3.6	0.1	4.596	0.168
46	0.040	53.1	5.5	0.920	0.210
47	0.100	32.3	2.8	5.516	0.201
48	0.040	52.0	5.5	0.956	0.218
49	0.050	1.1	5.5	1.244	0.181
50	0.050	2.5	3.1	4.400	0.642
51	0.100	26.9	5.5	12.115	0.442
52	0.250	26.6	0.1	210.205	1.226
53	0.100	33.5	5.5	10.824	0.395
54	0.250	70.5	0.1	221.029	1.289

55	0.050	39.6	5.5	1.796	0.262
56	0.080	51.6	5.5	15.059	0.858
57	0.250	58.2	0.1	237.884	1.388
58	0.070	72.3	5.5	5.476	0.407
59	0.250	37.0	0.1	243.360	1.420
60	0.050	46.5	5.5	5.476	0.799
61	0.250	130.0	0.1	247.352	1.443
62	0.125	50.4	5.5	25.840	0.603
63	0.250	69.1	0.1	273.192	1.594
64	0.050	94.1	5.5	1.758	0.256
65	0.080	2.9	0.1	8.888	0.506
66	0.080	18.4	0.2	10.646	0.607
67	0.080	23.3	2.4	8.264	0.471
68	0.100	54.4	5.5	18.910	0.689
69	0.100	32.1	5.5	13.572	0.495
70	0.070	9.4	5.5	10.884	0.810
71	0.250	482.4	0.1	316.558	1.847

Таблица 6.2.2 - Результаты гидравлического расчета

N	Поправ.	Расч. знач.	Потери напора на				dH от	dH расп. в
уч-ка	коэф-т	уд. потерь	участке				ист-ка	конце уч-ка
i	b	Rл	dHл	dHм	dHс	dH2с	dHi	dHi
-	-	мм/м	м	м	м	м	м	м
1	1.11	0.02	0.000	0.000	0.001	0.001	31.561	3.439
2	1.13	0.45	0.010	0.002	0.012	0.023	31.584	3.416
3	1.11	11.46	0.045	0.042	0.087	0.174	31.735	3.265
4	1.10	1.50	0.140	0.001	0.142	0.283	31.560	3.440
5	1.12	2.02	0.014	0.013	0.026	0.053	31.330	3.670
6	1.10	1.69	0.177	0.004	0.181	0.361	31.277	3.723
7	1.11	5.21	0.145	0.028	0.173	0.347	31.700	3.300
8	1.11	3.88	0.136	0.004	0.140	0.280	31.634	3.366
9	1.10	5.55	0.155	0.009	0.164	0.328	31.353	3.647
10	1.10	2.39	0.131	0.034	0.165	0.331	31.356	3.644
11	1.14	67.34	0.631	0.246	0.877	1.753	32.779	2.221
12	1.11	12.94	0.791	0.147	0.938	1.875	32.901	2.099
13	1.10	2.32	0.053	0.002	0.055	0.109	31.025	3.975
14	1.10	4.56	0.151	0.002	0.152	0.304	30.916	4.084
15	1.10	2.54	0.763	0.053	0.816	1.631	32.243	2.757
16	1.10	6.76	1.016	0.075	1.092	2.183	30.612	4.388
17	1.10	2.81	0.211	0.001	0.212	0.425	30.198	4.802
18	1.13	3.33	0.190	0.015	0.206	0.411	30.525	4.475
19	1.11	10.53	0.063	0.001	0.064	0.129	30.242	4.758
20	1.11	3.87	0.141	0.030	0.170	0.340	30.114	4.886
21	1.14	0.78	0.024	0.003	0.026	0.053	29.826	5.174
22	1.10	2.98	0.120	0.001	0.121	0.243	29.773	5.227
23	1.12	1.24	0.037	0.007	0.044	0.089	31.636	3.364
24	1.11	12.07	0.084	0.034	0.118	0.235	31.782	3.218
25	1.11	14.36	0.873	0.135	1.008	2.016	31.547	3.453
26	1.12	17.75	1.115	0.115	1.230	2.460	31.991	3.009
27	1.10	7.21	0.438	0.113	0.551	1.102	29.531	5.469
28	1.11	3.83	0.402	0.004	0.405	0.811	31.666	3.334
29	1.12	17.71	0.036	0.094	0.130	0.259	31.114	3.886
30	1.12	23.93	0.240	0.110	0.350	0.700	31.555	3.445
31	1.11	21.10	0.964	0.249	1.213	2.426	30.855	4.145
32	1.10	5.66	0.210	0.003	0.213	0.425	28.429	6.571
33	1.11	6.47	0.342	0.076	0.419	0.837	28.841	6.159

34	1.12	1.29	0.144	0.008	0.152	0.304	28.693	6.307
35	1.12	2.48	0.348	0.002	0.350	0.701	29.090	5.910
36	1.11	1.79	0.005	0.008	0.014	0.027	28.416	6.584
37	1.11	2.31	0.157	0.036	0.193	0.385	28.389	6.611
38	1.12	3.83	0.160	0.038	0.197	0.395	28.398	6.602
39	1.10	7.36	0.548	0.003	0.552	1.104	28.003	6.997
40	1.14	2.92	0.144	0.010	0.154	0.307	27.559	7.441
41	1.14	6.19	0.013	0.016	0.029	0.058	27.310	7.690
42	1.13	0.39	0.022	0.002	0.024	0.047	27.299	7.701
43	1.13	22.38	0.081	0.034	0.114	0.228	27.480	7.520
44	1.14	2.59	0.036	0.009	0.045	0.091	27.343	7.657
45	1.11	0.51	0.002	0.000	0.002	0.004	27.252	7.748
46	1.13	2.56	0.136	0.012	0.148	0.295	27.544	7.456
47	1.11	0.74	0.024	0.006	0.029	0.059	27.248	7.752
48	1.13	2.76	0.143	0.013	0.156	0.312	27.502	7.498
49	1.12	1.44	0.002	0.009	0.011	0.021	27.211	7.789
50	1.12	17.27	0.043	0.064	0.107	0.214	27.403	7.597
51	1.11	3.41	0.092	0.053	0.145	0.290	27.189	7.811
52	1.10	8.28	0.221	0.004	0.224	0.449	26.900	8.100
53	1.11	2.72	0.091	0.042	0.134	0.267	26.718	8.282
54	1.10	9.16	0.646	0.004	0.650	1.299	26.451	8.549
55	1.12	2.97	0.118	0.019	0.136	0.273	25.425	9.575
56	1.11	17.00	0.877	0.200	1.077	2.154	27.305	7.695
57	1.10	10.61	0.617	0.005	0.622	1.243	25.152	9.848
58	1.12	4.57	0.330	0.045	0.376	0.751	24.660	10.340
59	1.10	11.10	0.411	0.005	0.416	0.832	23.909	11.091
60	1.12	26.74	1.244	0.174	1.417	2.834	25.911	9.089
61	1.10	11.47	1.491	0.005	1.496	2.992	23.077	11.923
62	1.10	4.76	0.240	0.099	0.339	0.678	20.763	14.237
63	1.10	13.99	0.967	0.006	0.973	1.946	20.085	14.915
64	1.12	2.85	0.268	0.018	0.286	0.572	20.192	14.808
65	1.11	5.92	0.017	0.001	0.018	0.036	19.656	15.344
66	1.11	8.49	0.156	0.003	0.159	0.319	19.620	15.380
67	1.11	5.12	0.120	0.026	0.146	0.292	19.593	15.407
68	1.11	8.31	0.452	0.129	0.581	1.163	19.302	15.698
69	1.11	4.28	0.138	0.067	0.204	0.408	18.547	16.453
70	1.12	18.06	0.170	0.178	0.349	0.698	18.837	16.163
71	1.10	18.78	9.061	0.008	9.070	18.139	18.139	16.861

Примечание. Пояснение к табл. 6.2.2.:

Графа 1 – порядковый номер участка (см. ГЧ.лист 1).

Графа 2 – поправочный коэффициент на эквивалентную шероховатость.

Графа 3 – значения удельных потерь сопротивления $R_{\text{л}}$, мм вод. ст./м.

Графа 4 – потери напора на участке из-за трения $H_{\text{л}}$, м вод. ст.

Графа 5 – потери напора в местных сопротивлениях $H_{\text{м}}$, м вод. ст.

Графа 6 – суммарные потери напора $H_{\text{с}}$ (на одном трубопроводе), м вод. ст.

Графа 7 – суммарные потери напора на участке $2H_{\text{с}}$ (на двух трубопроводах), м вод. ст.

Графа 8 – располагаемый напор в конце участка, м вод. ст.

6.3 Гидравлический расчет двух трубной тепловой сети по направлению «ЦТП Урожайный 27/1 вывод 2– Большая Подгорная,147» после реконструкции

Файл с исходными данными схемы теплоснабжения после реконструкции:

```

86
970 0.365e-6 41 95 70 95
1 0 0 0.07 33 0.7 0.32 1.904 0 0
2 0 0 0.05 2 0.7 2.1 1.917 0 0
3 2 1 2 0.08 33.7 0.7 2.67 3.821 0 0
4 0 0 0.1 32.5 0.7 0.43 1.651 0 0
5 0 0 0.05 2 0.7 1.85 2.166 0 0
6 2 4 5 0.1 30 0.7 2.5 3.817 0 0
7 0 0 0.05 2 0.7 5.5 1.822 0 0
8 3 3 6 7 0.1 11.2 0.7 1.3 9.46 0 0
9 0 0 0.05 18.5 0.7 5.5 0.252 0 0
10 2 8 9 0.1 196.8 0.7 1.9 9.712 0 0
11 0 0 0.07 86.5 0.7 5 3.952 0 0
12 0 0 0.05 7 0.7 1.9 1.901 0 0
13 0 0 0.05 11 0.7 2.33 1.617 0 0
14 2 12 13 0.07 43.5 0.7 5.1 3.518 0 0
15 3 10 11 14 0.125 324.01 0.7 2.58 17.182 0 0
16 0 0 0.1 17.13 0.7 5.3 0.78 0 0
17 0 0 0.04 21.47 0.7 5.5 0.376 0 0
18 0 0 0.1 3.92 0.7 1.3 22.212 0 0
19 3 16 17 18 0.15 93.77 0.7 0.18 23.368 0 0
20 0 0 0.05 6.86 0.7 5.5 1.477 0 0
21 3 15 19 20 0.15 104.7 0.7 0.46 42.027 0 0
22 0 0 0.1 27.93 0.7 1.9 14.972 0 0
23 0 0 0.1 35.13 0.7 0.37 12.919 0 0
24 2 22 23 0.125 27.93 0.7 0.43 27.891 0 0
25 0 0 0.125 54.89 0.7 3.8 18.292 0 0
26 0 0 0.032 9.37 0.7 5.5 2.669 0 0
27 0 0 0.080 61.13 0.7 5.3 13.138 0 0
28 4 24 25 26 27 0.2 22.79 0.7 0.11 61.99 0 0
29 2 21 28 0.2 33.01 0.7 0.05 104.017 0 0
30 0 0 0.1 300 0.7 5.5 18.88 0 0
31 2 29 30 0.2 150.33 0.7 1.64 122.897 0 0
32 0 0 0.125 75.35 0.7 0.1 19.832 0 0
33 0 0 0.032 30.55 0.7 5.5 0.276 0 0
34 0 0 0.04 57.26 0.7 5.3 1.052 0 0
35 0 0 0.08 6 0.7 0.05 11.852 0 0
36 2 34 35 0.1 36.34 0.7 2.7 12.904 0 0
37 3 32 33 36 0.15 40.26 0.7 0.08 33.012 0 0
38 0 0 0.04 62.82 0.7 5.5 4.461 0 0
39 0 0 0.05 29.87 0.7 5.3 1.152 0 0
40 0 0 0.08 6.95 0.7 1.3 12.692 0 0
41 2 39 40 0.08 60.75 0.7 4.4 13.844 0 0
42 3 37 38 41 0.15 60.75 0.7 3.3 51.317 0 0
43 0 0 0.08 105 0.7 0.45 7.144 0 0
44 0 0 0.05 10.02 0.7 3.9 5.18 0 0
45 0 0 0.05 2.01 0.7 4.5 4.456 0 0
46 3 43 44 45 0.08 45.7 0.7 5.5 16.78 0 0
47 3 31 42 46 0.25 37.09 0.7 0.05 190.994 0 0
48 0 0 0.05 111.49 0.7 5.5 1.176 0 0
49 0 0 0.07 140.21 0.7 0.5 3.98 0 0
50 0 0 0.08 3.04 0.7 2.2 4.82 0 0

```

51	3	48	49	50		0.1	67.78	0.7	5.5	9.976	0	0	
52	0	0				0.07	41.71	0.7	5.5	5.01	0	0	
53	0	0				0.08	52.89	0.7	5.5	9.292	0	0	
54	4	47	51	52	53	0.25	74.57	0.7	0.05	215.272	0	0	
55	0	0				0.032	49.3	0.7	5.3	0.544	0	0	
56	0	0				0.032	2.11	0.7	5.5	0.416	0	0	
57	0	0				0.04	57.01	0.7	5.5	0.348	0	0	
58	0	0				0.04	3.6	0.7	1.7	2.776	0	0	
59	0	0				0.032	14.03	0.7	5.5	0.5115	0	0	
60	5	55	56	57	58	59	0.1	3.57	0.7	0.05	4.5955	0	0
61	0	0					0.04	53.12	0.7	5.5	0.92	0	0
62	2	60	61				0.1	32.33	0.7	2.8	5.5155	0	0
63	0	0					0.04	51.97	0.7	5.5	0.956	0	0
64	0	0					0.05	2.5	0.7	3.13	4.4	0	0
65	0	0					0.05	1.13	0.7	5.5	1.244	0	0
66	4	62	63	64	65		0.1	26.89	0.7	5.5	12.1155	0	0
67	2	54	66				0.25	26.63	0.7	0.05	227.387	0	0
68	0	0					0.1	33.49	0.7	5.5	10.824	0	0
69	2	67	68				0.25	70.5	0.7	0.05	238.211	0	0
70	0	0					0.05	39.62	0.7	5.5	1.796	0	0
71	0	0					0.08	51.57	0.7	5.5	15.059	0	0
72	3	69	70	71			0.25	58.15	0.7	0.05	255.066	0	0
73	0	0					0.07	72.26	0.7	5.5	5.476	0	0
74	2	72	73				0.25	37.01	0.7	0.05	260.542	0	0
75	0	0					0.05	46.5	0.7	5.5	3.992	0	0
76	2	74	75				0.25	130	0.7	0.05	264.534	0	0
77	0	0					0.125	50.44	0.7	5.5	25.84	0	0
78	2	76	77				0.25	69.09	0.7	0.05	290.374	0	0
79	0	0					0.05	94.12	0.7	5.5	1.758	0	0
80	0	0					0.08	2.9	0.7	0.05	8.888	0	0
81	2	79	80				0.08	18.37	0.7	0.18	10.646	0	0
82	0	0					0.08	23.35	0.7	2.4	8.264	0	0
83	2	81	82				0.1	54.42	0.7	5.5	18.91	0	0
84	0	0					0.1	32.14	0.7	5.5	13.572	0	0
85	0	0					0.07	9.43	0.7	5.5	10.884	0	0
86	4	78	83	84	85		0.25	482.38	0.7	0.05	333.74	0	0

Таблица 6.2.1 - Характеристики участков тепловой сети

N уч-ка	Диаметр dy м	Длина L м	Сум. коэф. местн.сопр. -	Расход воды Gсв т/ч	Скорость w м/с
1	0.070	33.0	0.3	1.904	0.142
2	0.050	2.0	2.1	1.917	0.280
3	0.080	33.7	2.7	3.821	0.218
4	0.100	32.5	0.4	1.651	0.060
5	0.050	2.0	1.9	2.166	0.316
6	0.100	30.0	2.5	3.817	0.139
7	0.050	2.0	5.5	1.822	0.266
8	0.100	11.2	1.3	9.460	0.345
9	0.050	18.5	5.5	0.252	0.037
10	0.100	196.8	1.9	9.712	0.354
11	0.070	86.5	5.0	3.952	0.294
12	0.050	7.0	1.9	1.901	0.277
13	0.050	11.0	2.3	1.617	0.236
14	0.070	43.5	5.1	3.518	0.262
15	0.125	324.0	2.6	17.182	0.401
16	0.100	17.1	5.3	0.780	0.028
17	0.040	21.5	5.5	0.376	0.086

18	0.100	3.9	1.3	22.212	0.810
19	0.150	93.8	0.2	23.368	0.379
20	0.050	6.9	5.5	1.477	0.215
21	0.150	104.7	0.5	42.027	0.681
22	0.100	27.9	1.9	14.972	0.546
23	0.100	35.1	0.4	12.919	0.471
24	0.125	27.9	0.4	27.891	0.651
25	0.125	54.9	3.8	18.292	0.427
26	0.032	9.4	5.5	2.669	0.950
27	0.080	61.1	5.3	13.138	0.748
28	0.200	22.8	0.1	61.990	0.565
29	0.200	33.0	0.1	104.017	0.948
30	0.100	300.0	5.5	18.880	0.688
31	0.200	150.3	1.6	122.897	1.120
32	0.125	75.3	0.1	19.832	0.463
33	0.032	30.6	5.5	0.276	0.098
34	0.040	57.3	5.3	1.052	0.240
35	0.080	6.0	0.1	11.852	0.675
36	0.100	36.3	2.7	12.904	0.471
37	0.150	40.3	0.1	33.012	0.535
38	0.040	62.8	5.5	4.461	1.017
39	0.050	29.9	5.3	1.152	0.168
40	0.080	6.9	1.3	12.692	0.723
41	0.080	60.7	4.4	13.844	0.789
42	0.150	60.7	3.3	51.317	0.832
43	0.080	105.0	0.5	7.144	0.407
44	0.050	10.0	3.9	5.180	0.755
45	0.050	2.0	4.5	4.456	0.650
46	0.080	45.7	5.5	16.780	0.956
47	0.250	37.1	0.1	190.994	1.114
48	0.050	111.5	5.5	1.176	0.172
49	0.070	140.2	0.5	3.980	0.296
50	0.080	3.0	2.2	4.820	0.275
51	0.100	67.8	5.5	9.976	0.364
52	0.070	41.7	5.5	5.010	0.373
53	0.080	52.9	5.5	9.292	0.529
54	0.250	74.6	0.1	215.272	1.256
55	0.032	49.3	5.3	0.544	0.194
56	0.032	2.1	5.5	0.416	0.148
57	0.040	57.0	5.5	0.348	0.079
58	0.040	3.6	1.7	2.776	0.633
59	0.032	14.0	5.5	0.511	0.182
60	0.100	3.6	0.1	4.596	0.168
61	0.040	53.1	5.5	0.920	0.210
62	0.100	32.3	2.8	5.516	0.201
63	0.040	52.0	5.5	0.956	0.218
64	0.050	2.5	3.1	4.400	0.642
65	0.050	1.1	5.5	1.244	0.181
66	0.100	26.9	5.5	12.115	0.442
67	0.250	26.6	0.1	227.387	1.327
68	0.100	33.5	5.5	10.824	0.395
69	0.250	70.5	0.1	238.211	1.390
70	0.050	39.6	5.5	1.796	0.262
71	0.080	51.6	5.5	15.059	0.858
72	0.250	58.2	0.1	255.066	1.488
73	0.070	72.3	5.5	5.476	0.407
74	0.250	37.0	0.1	260.542	1.520
75	0.050	46.5	5.5	3.992	0.582
76	0.250	130.0	0.1	264.534	1.543
77	0.125	50.4	5.5	25.840	0.603

78	0.250	69.1	0.1	290.374	1.694
79	0.050	94.1	5.5	1.758	0.256
80	0.080	2.9	0.1	8.888	0.506
81	0.080	18.4	0.2	10.646	0.607
82	0.080	23.3	2.4	8.264	0.471
83	0.100	54.4	5.5	18.910	0.689
84	0.100	32.1	5.5	13.572	0.495
85	0.070	9.4	5.5	10.884	0.810
86	0.250	482.4	0.1	333.740	1.947

Таблица 6.2.2 - Результаты гидравлического расчета

N	Поправ.	Расч. знач.	Потери напора на				dH от	dH расп. в
уч-ка	коэф-т	уд. потерь	участке				ист-ка	конце уч-ка
i	b	Rл	dHл	dHм	dHс	dH2с	dHi	dHi
-	-	мм/м	м	м	м	м	м	м
1	1.12	0.58	0.019	0.000	0.020	0.039	38.918	2.082
2	1.12	3.38	0.007	0.008	0.015	0.030	38.909	2.091
3	1.11	1.14	0.038	0.006	0.045	0.089	38.879	2.121
4	1.11	0.07	0.002	0.000	0.002	0.005	38.821	2.179
5	1.12	4.18	0.008	0.009	0.018	0.035	38.851	2.149
6	1.11	0.36	0.011	0.002	0.013	0.026	38.816	2.184
7	1.12	3.05	0.006	0.019	0.025	0.051	38.841	2.159
8	1.11	2.08	0.023	0.008	0.031	0.062	38.790	2.210
9	1.12	0.07	0.001	0.000	0.002	0.003	38.731	2.269
10	1.11	2.19	0.431	0.012	0.443	0.886	38.728	2.272
11	1.12	2.45	0.212	0.021	0.233	0.467	38.309	2.691
12	1.12	3.32	0.023	0.007	0.030	0.061	38.107	2.893
13	1.12	2.42	0.027	0.006	0.033	0.066	38.112	2.888
14	1.12	1.95	0.085	0.017	0.102	0.204	38.046	2.954
15	1.10	2.11	0.682	0.021	0.703	1.406	37.842	3.158
16	1.11	0.02	0.000	0.000	0.001	0.001	36.721	4.279
17	1.13	0.45	0.010	0.002	0.012	0.023	36.743	4.257
18	1.11	11.46	0.045	0.042	0.087	0.174	36.894	4.106
19	1.10	1.50	0.140	0.001	0.142	0.283	36.720	4.280
20	1.12	2.02	0.014	0.013	0.026	0.053	36.490	4.510
21	1.10	4.84	0.507	0.011	0.517	1.034	36.437	4.563
22	1.11	5.21	0.145	0.028	0.173	0.347	36.187	4.813
23	1.11	3.88	0.136	0.004	0.140	0.280	36.120	4.880
24	1.10	5.55	0.155	0.009	0.164	0.328	35.840	5.160
25	1.10	2.39	0.131	0.034	0.165	0.331	35.842	5.158
26	1.14	67.34	0.631	0.246	0.877	1.753	37.265	3.735
27	1.11	12.94	0.791	0.147	0.938	1.875	37.387	3.613
28	1.10	2.32	0.053	0.002	0.055	0.109	35.512	5.488
29	1.10	6.54	0.216	0.002	0.218	0.437	35.402	5.598
30	1.11	8.28	2.484	0.129	2.613	5.226	40.192	0.808
31	1.10	9.14	1.373	0.102	1.475	2.950	34.966	6.034
32	1.10	2.81	0.211	0.001	0.212	0.425	33.785	7.215
33	1.14	0.78	0.024	0.003	0.026	0.053	33.413	7.587
34	1.13	3.33	0.190	0.015	0.206	0.411	34.112	6.888
35	1.11	10.53	0.063	0.001	0.064	0.129	33.829	7.171
36	1.11	3.87	0.141	0.030	0.170	0.340	33.701	7.299
37	1.10	2.98	0.120	0.001	0.121	0.243	33.360	7.640
38	1.13	57.78	3.630	0.281	3.911	7.822	40.940	0.060
39	1.12	1.24	0.037	0.007	0.044	0.089	35.223	5.777
40	1.11	12.07	0.084	0.034	0.118	0.235	35.369	5.631
41	1.11	14.36	0.873	0.135	1.008	2.016	35.134	5.866
42	1.10	7.21	0.438	0.113	0.551	1.102	33.118	7.882
43	1.11	3.83	0.402	0.004	0.405	0.811	35.252	5.748

44	1.12	23.93	0.240	0.110	0.350	0.700	35.142	5.858
45	1.12	17.71	0.036	0.094	0.130	0.259	34.701	6.299
46	1.11	21.10	0.964	0.249	1.213	2.426	34.442	6.558
47	1.10	6.84	0.254	0.003	0.257	0.513	32.016	8.984
48	1.12	1.29	0.144	0.008	0.152	0.304	32.192	8.808
49	1.12	2.48	0.348	0.002	0.350	0.701	32.589	8.411
50	1.11	1.79	0.005	0.008	0.014	0.027	31.915	9.085
51	1.11	2.31	0.157	0.036	0.193	0.385	31.888	9.112
52	1.12	3.83	0.160	0.038	0.197	0.395	31.897	9.103
53	1.11	6.47	0.342	0.076	0.419	0.837	32.339	8.661
54	1.10	8.69	0.648	0.004	0.652	1.303	31.502	9.498
55	1.14	2.92	0.144	0.010	0.154	0.307	30.858	10.142
56	1.14	1.73	0.004	0.006	0.010	0.019	30.570	10.430
57	1.13	0.39	0.022	0.002	0.024	0.047	30.598	10.402
58	1.13	22.38	0.081	0.034	0.114	0.228	30.779	10.221
59	1.14	2.59	0.036	0.009	0.045	0.091	30.642	10.358
60	1.11	0.51	0.002	0.000	0.002	0.004	30.551	10.449
61	1.13	2.56	0.136	0.012	0.148	0.295	30.843	10.157
62	1.11	0.74	0.024	0.006	0.029	0.059	30.547	10.453
63	1.13	2.76	0.143	0.013	0.156	0.312	30.801	10.199
64	1.12	17.27	0.043	0.064	0.107	0.214	30.702	10.298
65	1.12	1.44	0.002	0.009	0.011	0.021	30.510	10.490
66	1.11	3.41	0.092	0.053	0.145	0.290	30.488	10.512
67	1.10	9.69	0.258	0.004	0.262	0.525	30.199	10.801
68	1.11	2.72	0.091	0.042	0.134	0.267	29.941	11.059
69	1.10	10.64	0.750	0.005	0.755	1.509	29.674	11.326
70	1.12	2.97	0.118	0.019	0.136	0.273	28.437	12.563
71	1.11	17.00	0.877	0.200	1.077	2.154	30.318	10.682
72	1.10	12.20	0.709	0.005	0.715	1.429	28.165	12.835
73	1.12	4.57	0.330	0.045	0.376	0.751	27.486	13.514
74	1.10	12.72	0.471	0.006	0.477	0.953	26.735	14.265
75	1.12	14.21	0.661	0.092	0.753	1.506	27.288	13.712
76	1.10	13.12	1.705	0.006	1.711	3.422	25.782	15.218
77	1.10	4.76	0.240	0.099	0.339	0.678	23.038	17.962
78	1.10	15.81	1.092	0.007	1.099	2.198	22.360	18.640
79	1.12	2.85	0.268	0.018	0.286	0.572	22.215	18.785
80	1.11	5.92	0.017	0.001	0.018	0.036	21.679	19.321
81	1.11	8.49	0.156	0.003	0.159	0.319	21.643	19.357
82	1.11	5.12	0.120	0.026	0.146	0.292	21.616	19.384
83	1.11	8.31	0.452	0.129	0.581	1.163	21.324	19.676
84	1.11	4.28	0.138	0.067	0.204	0.408	20.570	20.430
85	1.12	18.06	0.170	0.178	0.349	0.698	20.859	20.141
86	1.10	20.88	10.071	0.009	10.081	20.162	20.162	20.838

Примечание. Пояснение к табл. 6.2.2:

Графа 1 – порядковый номер участка (см. ГЧ. лист 2.).

Графа 2 – поправочный коэффициент на эквивалентную шероховатость.

Графа 3 – значения удельных потерь сопротивления $R_{\text{л}}$, мм вод. ст./м.

Графа 4 – потери напора на участке из-за трения $H_{\text{л}}$, м вод. ст.

Графа 5 – потери напора в местных сопротивлениях $H_{\text{м}}$, м вод. ст.

Графа 6 – суммарные потери напора $H_{\text{с}}$ (на одном трубопроводе), м вод. ст.

Графа 7 – суммарные потери напора на участке $2H_{\text{с}}$ (на двух трубопроводах), м вод. ст.

Графа 8 – располагаемый напор в конце участка, м вод. ст.

7 Построение пьезометрических графиков тепловой сети

Пьезометрический график строится в масштабе по результатам гидравлического расчета с привязкой к рельефу местности и в следующей последовательности.

1. Вычерчивается однолинейная схема тепловой сети в масштабе.

2. От условной линии отсчета наносится рельеф местности. Для этого откладываются геодезические отметки местности Z , которые нанесены на схему тепловой сети. При этом минимальная отметка Z принимается за относительный ноль. Принимается, что ось трубопровода сети совпадает с рельефом местности.

3. Откладывается высота всасывания $H_{\text{вс}}$ сетевых насосов от оси трубопровода. Высота всасывания эквивалентна напору в обратном трубопроводе на всасывании сетевых насосов и может быть принята в пределах $15 \div 30$ м вод. ст.

4. Откладывается напор сетевых насосов $\Delta H_{\text{сн}}$, и фиксируется располагаемый напор на коллекторах ТЭЦ

$$\Delta H_{\text{тэц}} = \Delta H_{\text{сн}} - \Delta H_{\text{тпу}}, \text{ м вод. ст.}$$

5. Строятся линии напоров в подающем и обратном трубопроводах подающей и обратном трубопроводах главной магистрали. На графике показываются значения располагаемых напоров (перепадов давления) на ЦТП и в точках присоединения ответвлений – $\Delta H_{\text{цтп}}$, $\Delta H_{\text{отв}}$.

6. Выбирается величина статического давления, и на пьезометрическом графике наносится линия статического напора.

Результаты расчета и построения пьезометрических графиков приводятся на рис. 7.1, 7.2.

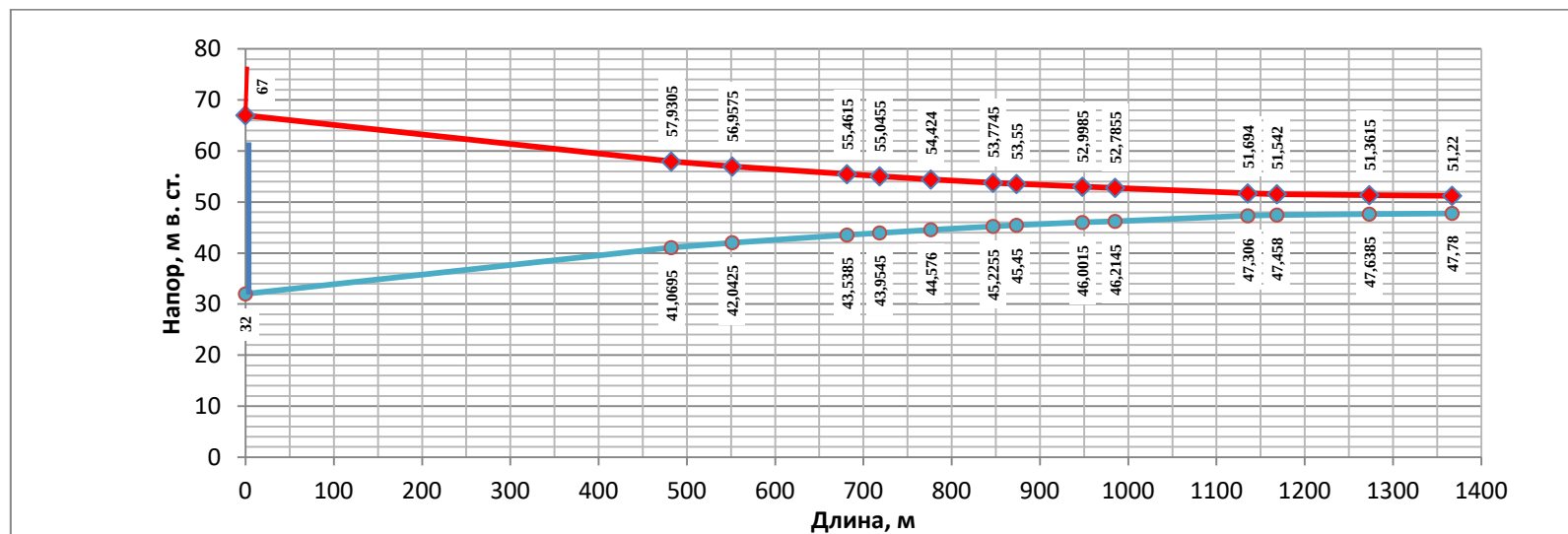


Рисунок 7.1 - Пьезометрический график тепловой сети по направлению «ЦТП Урожайный 27/1 вывод 2 – УУ 84» до реконструкции

Таблица 7.1 – Характеристика участков тепловой сети по направлению «ЦТП Урожайный 27/1 вывод 2 – УУ 84» до реконструкции

№ уч-ка	ЦТП	71	63	61	59	57	54	52	39	32	16	14	6	4
L, м	0	482,4	69,1	130	37	58,2	70,5	26,6	74,6	37,1	150,3	33	104,7	93,8
D,м	0.25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,2	0,2	0,15	0,15
G,Т\ч	316.558	316,558	273,192	247,352	243,36	237,88	221,029	210,205	198,09	173,812	105,715	86,835	24,845	23,368
dH,м	35.000	16,861	14,915	11,923	11,091	9,848	8,549	8,1	6,997	6,571	4,388	4,084	3,723	3.44

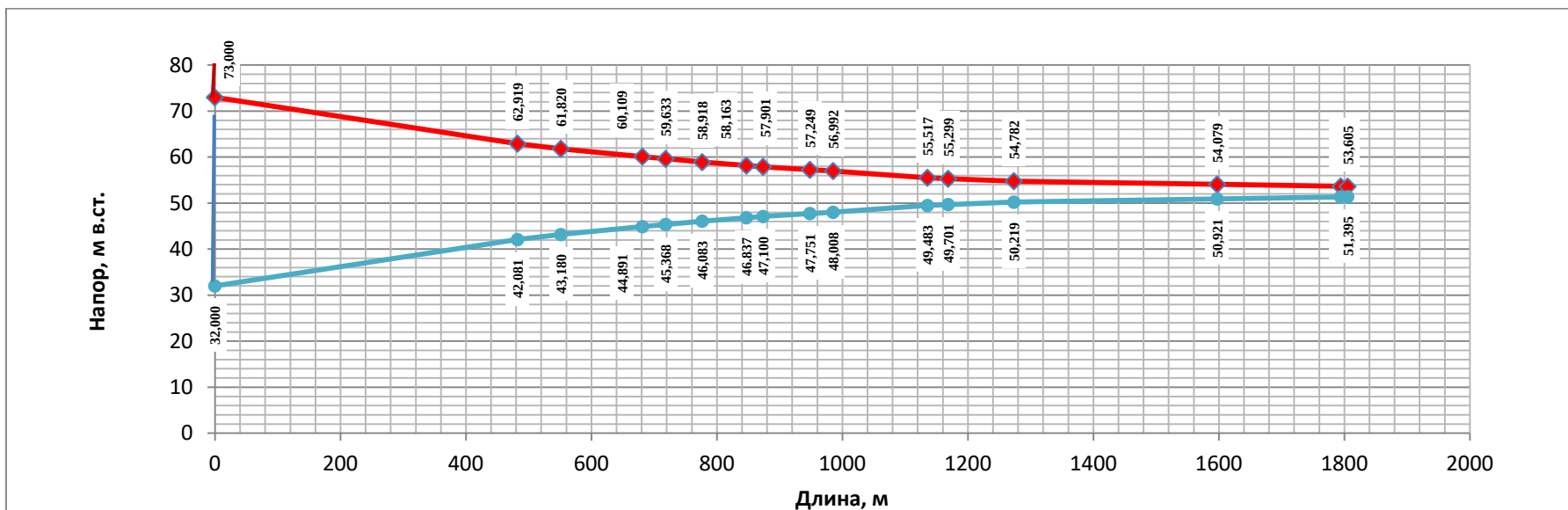


Рисунок 7.2 - Пьезометрический график тепловой сети по направлению «ЦТП Урожайный 27/1 вывод 2 – Б. Подгорная,147» после реконструкции.

Таблица 7.2 – Характеристики участков тепловой сети по направлению «ЦТП Урожайный 27/1 вывод 2 – Б. Подгорная,147» после реконструкции.

№ уч-ка	ЦТП	86	78	76	74	72	69	67	54	47	31	29	21	15	10	8
L, м	0	482,4	69,1	130	37	58,2	70,5	26,6	74,6	37,1	150,3	33	104,7	324	196	11,2
D,м	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,2	0,2	0,15	0,125	0,1	0,1
G,Т\ч	333,74	333,74	290,37	264,53	260,54	255,06	238,21	227,38	215,27	190,99	122,89	104,01	42,02	17,18	9,71	9,46
dH,м	41,000	20,8	18,6	15,2	14,2	12,8	11,3	10,8	9,4	8,9	6	5,5	4,5	3,1	2,3	2,2

Из графика (рис. 7.1) следует, что располагаемый напор на конечном участке тепловой сети составляет 3,4 м вод. ст., что достаточно для циркуляции теплоносителя в системе отопления.

Из графика (см. рис. 7.2) следует, что располагаемый напор в конце направления ЦТП-участок №4 составляет 2,2 м вод. ст., что достаточно для циркуляции теплоносителя в системе отопления конечного объекта по данному направлению.

8 Расчет теплообменника ГВС включенного по двухступенчатой смешанной схеме

В табл. 8.1 Приводится порядок формирования данных для расчета подогревателя ГВС, включенного по двухступенчатой смешанной схеме.

Таблица 8.1 Исходные данные для двухступенчатой смешанной схемы

Значение	Размерность	Наименование величин
1	2	3
1-я строка		
400	кВт	$Q_{\Gamma}^{\max}$ – максимальная нагрузка ГВС
500	кВт	Q_o – расчетная нагрузка на отопление
150	°C	расчетная температура сетевой воды в подающей линии
70	°C	расчетная температура сетевой воды в обратной линии
2.5	°C	температура наружного воздуха в точке излома
4.2	кДж/(кг · °C)	удельная изобарная теплоемкость воды
5	°C	недогрев водопроводной воды в I-й ступени
2-я строка		
70	°C	температура сетевой воды в подающей линии в точке излома;
41.7	°C	то же в обратной линии в точке излома
50.5	°C	температура сетевой воды в системе отопления в точке излома
5	°C	температура холодной водопроводной воды
60	°C	температура горячей водопроводной воды
18	°C	температура воздуха в помещении
30	°C	температура сетевой воды на выходе из теплообменника ГВС
995	кг/м ³	плотность сетевой воды при средней температуре греющей среды в I-й ступени
998	кг/м ³	плотность сетевой воды при средней температуре нагреваемой среды в I-й ступени
1	м/с	скорость воды в межтрубном пространстве в первом приближении
985	кг/м ³	плотность сетевой воды при средней температуре греющей среды во II-й ступени
988	кг/м ³	плотность сетевой воды при средней температуре нагреваемой среды во II-й ступени
3-я строка		
0.014	м	внутренний диаметр трубок
0.017	м	наружный диаметр трубок
0.0015	м	толщина стенок трубок
120	Вт/(м · °C)	коэффициент теплопроводности стенок трубок
0.8	–	коэффициент, учитывающий накипь на трубках

Файл с исходными данными

1634 4208 95 70 -10 4.2 5
62 50 50.5 5 60 20 30 995 998 1 985 988
0.014 0.017 0.0015 120 0.8

Результаты расчета теплообменника г.в.с.
(смешанная схема)

Точка перелома температурного графика

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 62.0 С;

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома 50.0 С;

Температура воды на входе в систему отопления после смешения 50.5 С;

1-я ступень подогревателя

Технические характеристики подогревателя

Внутренний диаметр корпуса : 0.359 м;
Площадь пов-ти нагрева одной секции : 40.100 м²;
Число трубок : 216 шт.;
Площадь жив. сечения трубок : 0.03325 м²;
Площадь жив. сечения межтр. прост-ва: 0.05781 м²;
Внутренний диаметр трубок : 14 мм;
Масса одной секции : 559.0 кг;
Количество секций : 2 шт.

2-я ступень подогревателя

Технические характеристики подогревателя

Внутренний диаметр корпуса : 0.359 м;
Площадь пов-ти нагрева одной секции : 40.100 м²;
Число трубок : 216 шт.;
Площадь жив. сечения трубок : 0.03325 м²;
Площадь жив. сечения межтр. прост-ва: 0.05781 м²;
Внутренний диаметр трубок : 14 мм;
Масса одной секции : 559.0 кг;
Количество секций : 6 шт.

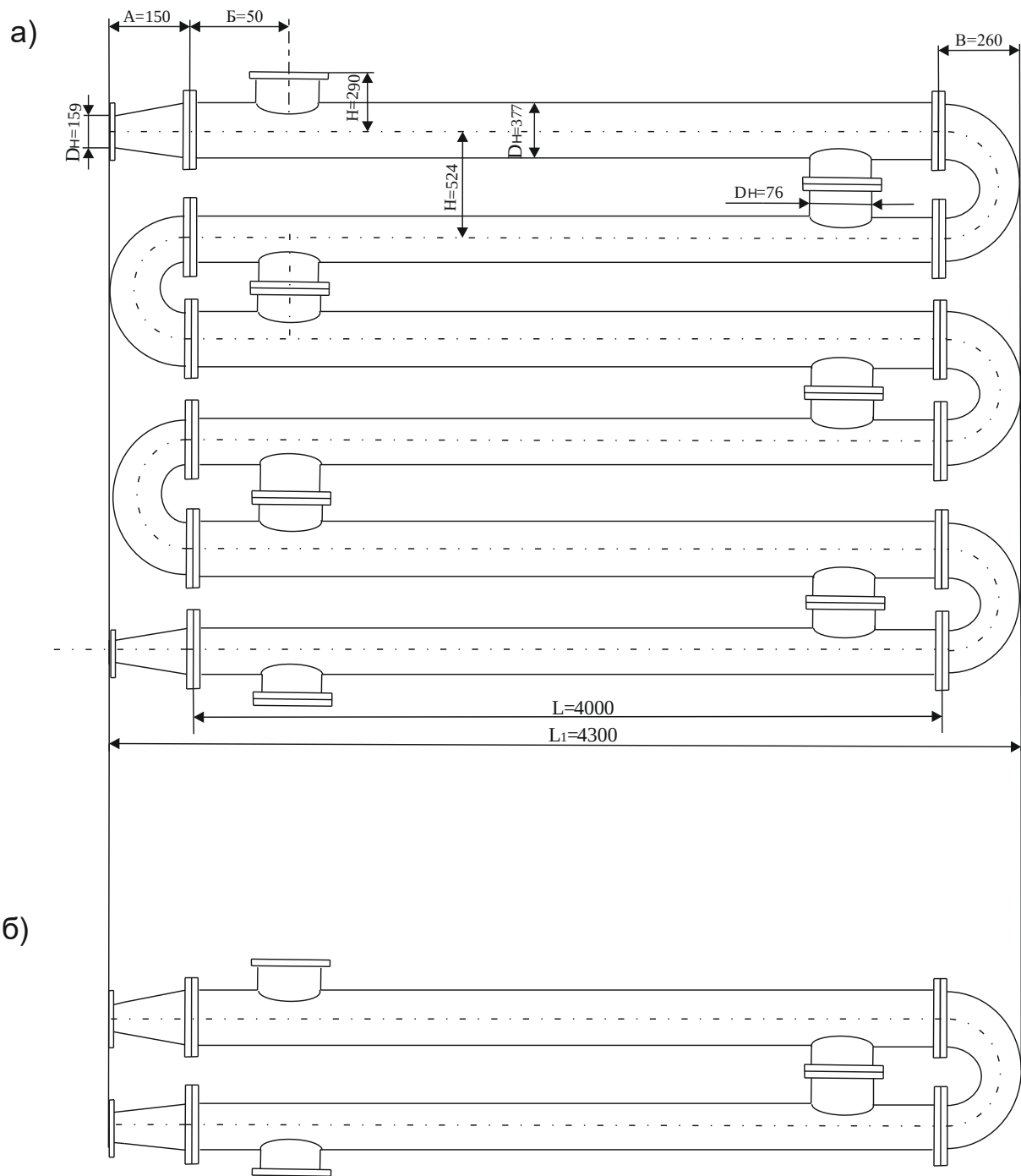


Рисунок 8.1 - Общий вид секционного водоводяного подогревателя для горячего водоснабжения: а) I ступень, б) II ступень.

9 Сравнительный анализ технико-экономических показателей работы системы теплоснабжения до и после реконструкции

Основные климатические параметры района расположения котельных приведем в таблице 9.1. За расчетную температуру для проектирования систем отопления принимается температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92. Температура начала-конца отопительного периода принимается равной +10 °С, т.к. температура наиболее холодной пятидневки ниже -30 °С [1].

Таблица 9.1 – Климатическая характеристика района постройки (г.Томск)[3]

Величина	Значение
Средняя температура наиболее холодной пятидневки	-39 °С
Средняя температура отопительного периода	-6,8°С
Отн. влажность наружного воздуха для самого холодного месяца	78%
Расчетная скорость ветра для холодного периода года	2,4 м/с
Продолжительность отопительного периода	249 сут

Годовой расход теплоты на отопление Q_0^{zod} (Дж) зданий при круглосуточной работе определяется по формуле [3]:

$$Q_0^{zod} = Q_0^{cp} \cdot n_0 \cdot 3600 = Q_0' \cdot \frac{t_{вн}' - t_n^{от.ср.}}{t_{вн}' - t_{но}} \cdot n_0 \cdot 3600, \quad (9.1)$$

где n_0 - продолжительность отопительного сезона, ч. Для города Томск $n_0 = 249 \text{ сут} = 5976 \text{ ч}$.

Q_0^{cp} - средняя отопительная нагрузка, Вт;

$t_n^{от.ср.}$ - средняя наружная температура за отопительный период, °С. Для города Томск $t_n^{от.ср.} = -6,8 \text{ °С}$.

$t'_{вн}$ - внутренняя температура воздуха для зданий. Принимается равной + 18 °С.

Тепловая мощность двух котельных агрегатов на каждой котельной составит $Q'_0 = 1,3 \text{ Гкал/ч} = 1,511 \text{ МВт}$

Годовой расход тепла потребителей (для котельной ул. Подгорная):

$$Q_o^{год} = 527 \text{ Гкал/год}$$

Годовой расход тепла потребителей (для котельной ул. Севастопольская):

$$Q_o^{год} = 768,44 \text{ Гкал/год}$$

Годовой расход тепла с учетом собственных нужд котельной и потерь в тепловой сети (5%)

(для котельной ул. Подгорная):

$$Q_o^{год} = 1,05 \cdot 527 = 553,35 \text{ Гкал/год}$$

(для котельной ул. Севастопольская):

$$Q_o^{год} = 1,05 \cdot 768,44 = 806,86 \text{ Гкал/год}$$

Котельные работают на каменном угле с низшей теплотой сгорания

$$Q_p^p = 16,87 \text{ МДж/кг}$$

Рабочая масса топлива, состав, %: $W^p=11,5\%$, $A^p=28,8\%$, $S^p=2,5\%$, $C^p=44,2\%$, $H^p=2,9\%$, $N^p=1,5\%$, $O^p=8,6\%$ [10]

Расход топлива определим по формуле[10]:

$$B_n^{год} = \frac{Q}{Q_p^h \cdot \eta_{кп}} \quad (9.2)$$

где $\eta_{ка}$ – коэффициент полезного действия котельного агрегата;

Q_p^h - теплота сгорания топлива.

Для котельной Севастопольская:

$$B_o^{год} = \frac{806,86 \cdot 4,19}{16,87 \cdot 0,545} = 367,7 \text{ т н.т./год},$$

Для котельной Б.Подгорная:

$$B_o^{год} = \frac{553,35 \cdot 4,19}{16,87 \cdot 0,356} = 386 \text{ т н.т./год}.$$

Расход условного топлива определим по формуле[10]:

$$B_{yc}^{zod} = \frac{Q}{Q_{расп}^{ym} \cdot \eta_{ка}}, \text{ т у.т/год} \quad (9.3)$$

где $Q_{расп}^{ym} = 29,3 \text{ МДж} / \text{кг}$ – теплота сгорания условного топлива.

Для котельной Севастопольская:

$$B_{yc}^{zod} = \frac{806,86 \cdot 4,19}{29,3 \cdot 0,545} = 211,7 \text{ т у.т/год},$$

Для котельной Б.Подгорная:

$$B_{yc}^{zod} = \frac{553,35 \cdot 4,19}{29,3 \cdot 0,356} = 222,27 \text{ т у.т/год}.$$

Удельный расход условного топлива фактический на выработку 1 Гкал
тепла для

Котельной Севастопольская:

$$b_{yc}^{yd} = \frac{211,7 \cdot 10^3}{806,86} = 262,4 \text{ кг у.т/Гкал},$$

Котельной Подгорная:

$$b_{yc}^{yd} = \frac{222,27 \cdot 10^3}{553,35} = 401,7 \text{ кг у.т/Гкал}.$$

Определим изменения годового расхода топлива при подключении потребителей угольных котельных к централизованному теплоснабжению от котельной по «ул. Водяная, 80».

Определим расход природного газа с теплотой сгорания $Q_n^p = 33,4 \text{ МДж} / \text{м}^3$, требуемого для отпуска расчетного количества тепловой энергии по формуле[10]:

$$B_{ng}^{zod} = \frac{Q}{Q_n^p \cdot \eta_{ка}}, \text{ тыс. м}^3/\text{год} \quad (9.4)$$

Q – годовой отпуск тепловой энергии;

$\eta_{ка}$ – коэффициент полезного действия котельных агрегатов.

До реконструкции системы годовой отпуск тепла от котельной по ул. Водяная составлял 195115,6 Гкал. Тогда годовой расход натурального топлива

B_{n21}^{zod} в котельной по ул. Водяная до реконструкции составлял

$$B_{n21}^{zod} = \frac{1951156 \cdot 4,19}{33,4 \cdot 0,92} = 266055 \text{ тыс. м}^3/\text{год.}$$

Расход условного топлива до реконструкции B_{y1}^{zod}

$$B_{y1}^{zod} = B_{n2}^{zod} \cdot \mathcal{E} = 266055 \cdot 1,139 = 303037 \text{ т у.т.}$$

После подключения потребителей угольных котельных к котельной по ул. Водяная, годовой отпуск тепла от газовой котельной по ул. Водяная должен увеличиться на 1489,8 Гкал. Годовой расход натурального топлива после реконструкции системы теплоснабжения:

$$B_{n2}^{zod} = \frac{(1951156 + 1489,8) \cdot 4,19}{33,4 \cdot 0,92} = 268087 \text{ тыс. м}^3/\text{год.}$$

Тогда расход условного топлива после реконструкции

$$B_y^{zod} = B_{n2}^{zod} \cdot \mathcal{E} = 268087 \cdot 1,139 = 305351 \text{ т у.т.}$$

Таким образом, подключение новых потребителей повлечет за собой увеличение годового расхода натурального топлива на 203,2 тыс. м³/год.

При работе угольных котельных «ул. Севастопольская, 108» и «ул. Б. Подгорная, 153/1» в автономном режиме до реконструкции $B_{yк1}^{zod}$ расход условного топлива на отпущенную тепловую энергию для потребителей котельных «ул. Севастопольская, 108» ($B_{yс1}^{zod}$) и «ул. Б. Подгорная, 153/1» ($B_{yп1}^{zod}$) составит

$$B_{yак}^{zod} = B_{yс1}^{zod} + B_{yп1}^{zod} = 211,7 + 222,3 = 434,0 \text{ т у.т.}$$

При переключении этих потребителей на централизованное теплоснабжение от котельной по ул. Водяной расход условного топлива на отпущенную тепловую энергию потребителей котельных «ул. Севастопольская, 108» и «ул. Б. Подгорная, 153/1» составит

$$B_{yц}^{zod} = \frac{Q_{yк}^{zod}}{Q_n^p \cdot \eta_{бр}} = \frac{1360,2}{7,0 \cdot 0,92} = 211,2 \text{ т у.т.}$$

Перерасход условного топлива из-за низкой тепловой эффективности угольных котельных составит

$$\Delta B_y^{zod} = B_{yak}^{zod} - B_{yц}^{zod} = 434,0 - 211,2 = 222,8 \text{ т у.т.}$$

или для натурального топлива (природного газа)

$$\Delta B_y^{zod} = 196,488 \text{ тыс. м}^3.$$

Таблица 9.2- Годовой расход топлива до и после реконструкции

Показатели	Размер- ность	Севастопольская, 108	Б.Подгорная, 153/1	Показатели работы автономных котельных до реконструкции системы	Показатели работы автономных котельных после реконструкции системы	Ожидаемое снижение расхода топлива на потребителей автономных котельных после реализации мероприятий по реконструкции
Годовой расход тепловой энергии с учетом потерь в т/с и собственных нужд автономных котельных	Гкал/год	806,9	553,4	1360,2	1360,2	1360,2
Фактический удельный расход условного топлива на выработку тепловой энергии	кг у.т./Гкал	262,4	401,7	319,1	155,3	163,8
Абсолютный расход условного топлива	т у.т.	211,7	222,3	434,0	211,2	222,8

Согласно последним режимным испытаниям, коэффициенты полезного действия котельных агрегатов ниже номинальных и составляют 35,6 и 54,5 % соответственно. Это говорит о неэффективности работы оборудования и неэкономичном использовании энергетических ресурсов. Оборудование котельной имеет значительный физический и моральный износ и требует реконструкции. Угольные котельные не соответствуют современным требованиям по энергоресурсосбережению. Кроме того, с точки зрения экологичности сжигание угля сопровождается загрязнением атмосферного воздуха. Но несмотря на исчисляемый десятками тонн высокий уровень выбросов загрязняющих веществ непосредственно в приземный слой атмосферы от традиционных источников малой мощности, размер платы за вред наносимый ими окружающей природной среде и здоровью населения является крайне низким. Это сдерживает процесс замены экологически

неэффективных способов производства тепловой энергии на альтернативные энергосберегающие источники теплоснабжения.

Данные по количеству выбросов представлены в таблице 9.3

Таблица 9.3 – Показатели выбросов от котельного агрегата НР-18 [8]

Рабочее топливо	Выбросы, т/год						
	SO ₂	NO ₂	CO	Летучая зола*		C ₂₀ H ₁₂	ВСЕГО
				Твердые частицы	Сажа		
Каменный уголь	13	2,9	27	2,2	5,8	0,0021	50,90

Данные по валовой прибыли, подтверждающие убыточность котельных, приведены в таблице 9.4.

Таблица 9.4. - Экономические показатели работы угольных котельных

Показатель	2013	2014	2015	2016
Средняя температура наружного воздуха в отопительный период,	-4,33	-6,63	-4,20	-6,8
Котельная ул.Подгорная 153/1				
Валовая прибыль, тыс.руб.	-1 553	-2 074	-1 704	-1 617
Котельная ул.Севастопольская, 108				
Валовая прибыль, тыс.руб.	-1 546	-2 112	-1 701	-1 546

10. ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
35Б2Б1	Колесов Максим Викторович

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ТПТ
Уровень образования	Бакалавр	Направление	теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов, амортизационные отчисления, заработная плата научного руководителя, инженера.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы амортизации, нормы премии по счету заработной платы.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка по отчислениям во внебюджетные фонды

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	техико-экономическое обоснование проекта системы теплоснабжения до и после реконструкции
2. Формирование плана и разработки и внедрения ИР	Формирование плана разработки проекта
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР	Расчет затрат на проектирование и проведение НИОКР.
4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Составление сметы затрат на оборудование и монтажные работы.
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР.	Оценка срока окупаемости перевода потребителей на централизованное теплоснабжение.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	21.11.2016
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преп.	Кузьмина Н.Г.			21.11.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б1	Колесов М.В.		21.11.2016

10.1 Технико-экономическое обоснование проекта.

Экономичность проекта перевода потребителей автономных котельных на централизованное теплоснабжение является не большой ценой капитальных вложений в сооружение тепловой сети, состоящей из нескольких участков с различными диаметрами и длиной трубопроводов. Показателями экономичности являются технологичность конструкции, затраты труда, сроки изготовления и монтажа, расходы на наладку, управление и ремонт, срок окупаемости перевода потребителей на централизованное теплоснабжение.

Расчет инвестиций в систему отопления проведем по укрупненным показателям.

В состав инвестиций (K) входят стоимости основного оборудования ($K_{o.c.}$), доставки и монтажа оборудования ($K_{монт.}$), вспомогательного оборудования ($K_{o.всп.}$), общестроительных работ ($K_{стр.}$), оборотных средств ($K_{об.с.}$) и стоимость проекта ($K_{пр.}$).

Таким образом:

$$K = K_{пр.} + K_{o.c.} + K_{монт.} + K_{o.всп.} + K_{стр.}$$

Где:

$K_{пр.}$ - капитальные вложения в стоимость проекта;

$K_{o.c.}$ – стоимость основного оборудования;

$K_{монт.}$ – затраты на доставку и монтаж оборудования;

$K_{o.всп.}$ – прочие затраты;

$K_{стр.}$ – затраты на общестроительную часть;

10.2 Определение капитальных вложений в стоимость проекта.

10.2.1 формирование плана разработки проекта.

Разобьем проект на основные части, и определим время и количество человек, необходимые для выполнения каждой части. Примерный порядок

составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 10.1.

Таблица 10.1 - Перечень работ и оценка времени их выполнения

№	Наименование работы	Количество исполнителей	Продолжительность в днях
1	Выдача и получение задания	Инженер 9 р. Научный руководитель	1 1
2	Поиск, подготовка, сбор материалов для работы	Инженер 9 р.	10
3	Разработка схем теплоснабжения района до и после реконструкции	Инженер 9 р.	15
4	Выполнена трассировка тепловой сети от точки врезки УУ_С84 до объектов автономных котельных	Инженер 9 р.	3
5	Расчет часовых нагрузок и годового теплопотребления по видам нагрузок по методу укрупненных показателей	Инженер 9 р.	5
6	Расчет расходов теплоносителя по всем объектам данного района	Инженер 9 р.	4
7	Проверка расчетов, сбор теоретических материалов	Инженер 9 р. Научный руководитель	2 2
8	Гидравлический расчет тепловых сетей	Инженер 9 р.	5
9	Проверка гидравлического расчета, расчета с помощью ЭВМ	Научный руководитель	2
10	Построение и анализ пьезометрических графиков	Инженер 9 р.	6
11	тепловой и конструктивный расчет подогревателя ГВС	Инженер 9 р.	7
12	разработка монтажной и аксонометрической схемы подключения подогревателя, план и разрез ЦТП	Инженер 9 р.	6
13	расчет и анализ технико-экономических показателей работы до и после реконструкции системы	Инженер 9 р.	3
14	Разработка отчета, доклада.	Инженер 9 р. Научный руководитель	2 2
Итого:		Инженер 9 р. Научный руководитель	67 7
Использование основных фондов и нематериальных активов			59

В выполнении проекта участвуют два человека: один – руководитель проекта, другой – исполнитель проекта, время на выполнение проекта $T = 67$ дней, использование нематериальных активов $T=59$ дней.

10.2.2 Расчет затрат на проектирование и проведение НИОКР

Затраты на проектирование и НИОКР подразделяются на капитальные (единовременные) и текущие.

Капитальные затраты на НИР включают в себя:

- стоимость оборудования,
- приборов,
- необходимых для проведения исследований и проектных работ.

Состав текущих затрат:

- заработная плата,
- начисления на заработную плату,
- командировочные расходы,
- затраты на проектирование и конструирование изделий.

Определение затрат по запланированным работам осуществляется в форме сметной калькуляции, для расчета которой используются действующие рыночные цены, а так же данные производственных и научно-исследовательских подразделений.

Обычно затраты на любой вид деятельности рассчитываются по следующим элементам расходов с последующим суммированием:

1. Материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов).
2. Затраты на оплату труда.
3. Отчисления на социальные нужды (единый социальный налог).
4. Амортизация основных фондов и нематериальных активов.
5. Прочие затраты.

10.2.3 Материальные затраты

Этот раздел отражает стоимость, приобретенных со стороны, сырья и материалов, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу, или являются необходимыми компонентами при проведении работ.

Основными затратами в этом разделе являются канцелярские товары, используемые при проведении расчетов (таблица 10.2).

Таблица 10.2 - Основные материальные затраты при проведении расчетов

Наименование	Количество	Общая стоимость, руб.
Бумага писчая	1000 листов	550
Бумага формат А1	15 листов	1225
Бумага формат А2	5 листов	200
Краска для принтера	1 картридж для принтера	825
прочее		500
Всего		3300

10.3 Затраты на оплату труда.

В состав затрат на оплату труда включаются:

- выплаты заработной платы за фактически выполненные работы, исходя из сдельных расценок, тарифных ставок и должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии нормами и системами оплаты труда;
- выплаты стимулирующего характера по системным положениям;
- выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда;
- оплата в соответствии с действующим законодательством очередных и дополнительных отпусков;

оплата труда работников, не состоящих в штате предприятия за выполнение ими работ по заключенным договорам.

Заработная плата рассчитывается следующим образом:

$$K_{зп} = ЗП_{баз} \cdot K_{рай.} \cdot K_{отп.}$$

$ЗП_{баз}$ - базовая заработная плата для работника 15 разряда 26300 руб.

$ЗП_{баз}$ - базовая заработная плата для работника 9 разряда 12000 руб.

$K_{рай.}$ - районный коэффициент, для города Томска 30%;

$K_{отп.}$ - коэффициент, учитывающий начисление отпускных 8,3%.

Месячная заработная плата работника 15 разряда:

$$K_{зпл}^{15} = ЗП_{баз} \cdot K_{рай.} \cdot K_{отп.} = 26300 \cdot 1,3 \cdot 1,083 = 37027,8 \text{ руб/мес}$$

Фактическая заработная плата работника 15 разряда:

$$K_{\phi}^{15} = \frac{ЗП_{мес}}{21} \cdot n = \frac{37027,8}{21} \cdot 7 = 12342,6 \text{ руб.}$$

Месячная заработная плата работника 9 разряда:

$$K_{зпл}^9 = ЗП_{баз} \cdot K_{рай.} \cdot K_{отп.} = 12000 \cdot 1,3 \cdot 1,083 = 16894,8 \text{ руб/мес}$$

Фактическая заработная плата работника 9 разряда:

$$K_{\phi}^9 = \frac{ЗП_{мес}}{21} \cdot n = \frac{16894,8}{21} \cdot 67 = 53902,4 \text{ руб.}$$

Всего затрат на оплату труда:

$$K_{зп}^{\Sigma} = K_{\phi}^{15} + K_{\phi}^9 = 12342,6 + 53902,4 = 66245 \text{ руб.}$$

10.4 Отчисления на социальные нужды

Данная статья отражает обязательные отчисления по установленным законодательным нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования.

Затраты на социальные нужды рассчитываются как доля 30% от затрат на оплату труда:

$$K_{соц}^{\Sigma} = 0,3 \cdot K_{зп}^{\Sigma} = 0,3 \cdot 66245 = 19873,5 \text{ руб.}$$

10.4.1 амортизация основных фондов и нематериальных активов

Отражает сумму амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, рассчитанную исходя из балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации.

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютеры) и печатающее устройство (принтеры)

Таблица 10.3 - Основные фонды при выполнении проекта

Вид техники	Количество	Общая стоимость	Норма амортизации
Компьютер	1	30000	20%
Принтер	1	10000	20%

Амортизационные отчисления найдем по формуле:

$$A = \Phi_{ст} \cdot \frac{T_{исп}}{365} \cdot \frac{1}{T_{сл}};$$

Где Φ - стоимость основных фондов;

$T_{сл}$ – срок службы 5 лет ,

$T_{исп}$ - время использования основных фондов,

$$A = 40000 \cdot \frac{59}{365} \cdot \frac{1}{5} = 1293 \text{руб.}$$

10.5 Прочие затраты

К прочим затратам себестоимости проекта относятся налоги, отчисления во внебюджетные фонды, оплата электрической и тепловой энергии, вознаграждения за изобретения и рационализаторские предложения, затраты на командировки и т.д. Прочие затраты рассчитаем как 10% от суммы материальных затрат, затрат на заработную плату и отчислений на социальные нужды и амортизационных отчислений:

$$K_{пр.} = 0,1 \cdot (K_{mat} + K_{зн}^{\Sigma} + K_{соц}^{\Sigma} + A) = 0,1 \cdot (3300 + 66245 + 19873,5 + 1293) = 9071,15 \text{руб.}$$

10.6 Накладные расходы

В стоимости проекта учитываются накладные расходы, включающие в себя затраты на аренду помещений, оплату тепловой и электрической энергии, затраты на ремонт зданий и сооружений, заработную плату административных сотрудников и т.д. Накладные расходы рассчитываются как 200% от затрат на оплату труда.

$$C_{\text{накл.}} = 2 \cdot C_{\text{зпл}}^{\Sigma} = 2 \cdot 66245 = 132490 \text{ руб.}$$

Таблица 10.4 - Смета затрат на разработку проекта

Элементы затрат	Сумма затрат, руб.
Материальные затраты	3300
Затраты на оплату труда	66245
Отчисления на социальные нужды	19873,5
Амортизация основных фондов и нематериальных активов	1293
Прочие затраты	9071,15
Накладные расходы	132490
Итого (K_{пр}):	232272,6

10.7 составление сметы затрат на оборудование и монтажные работы

10.7.1 Капитальные вложения в сооружение тепловой сети предизолированной трубы по каналу с благоустройством состоящей из нескольких участков с различными диаметрами и длиной трубопроводов[10]:

$$K_{TC} = a \sum_1^n l$$

$$K_{TC} = (1211 + 18710,32 + 19,44) \cdot 196,8 + (1684,7 + 19479,82 + 270,42) \cdot 324,01 = 10869,5 \text{ тыс. руб.}$$

Сумма ежегодных амортизационных отчислений от начальной стоимости тепловой сети определяется по формуле:

$$И_{TC} = f_{TC} \cdot K_{TC} = 0,005 \cdot 10869,5 = 54,35 \text{ тыс. руб}$$

где f_{TC} – норма амортизации, для тепловой сети равна 0,5%.

Удельные амортизационные отчисления от начальной стоимости тепловой сети (руб/Гкал) определяются по формуле:

$$u_{TC} = \frac{I_{TC}}{Q} = \frac{54,35 \cdot 10^3}{1360,2} = 39,9 \text{ тыс. руб}$$

где Q – годовой отпуск тепла, Гкал/год

Таблица 10.5 - Смета затрат на оборудование и монтажные работы

№	Наименование затрат и работ	Кол-во	Стоимость	
			Руб/м	Общая, тыс. руб.
1.	Труба 2Ду100	196,8	1211	238,33
2.	Труба 2Ду125	324,01	1684,7	545,86
3.	Строительные работы 2Ду100	196,8	18710,32	3682,2
4.	Монтажные работы 2Ду100	196,8	19,44	3,8
5.	Строительные работы 2Ду125	324,01	19479,82	6311,6
6.	Монтажные работы 2Ду125	324,01	270,42	87,6
7.	Амортизационные отчисления			54,35
8.	капитальные затраты			10869,5
9.	Непредвиденные расходы-2%			217,4
10.	Всего капитальные затраты K_{TC}			11086,9

10.7.2 Затраты на перекачку теплоносителя

Значительной статьей эксплуатационных расходов на транспорт тепла в заданный район являются затраты на перекачку теплоносителя. Эту часть расходов в основном входит стоимость электроэнергии, расходуемой на привод сетевых насосов. Расход теплоносителя в течении года зависит от тепловой нагрузки района теплоснабжения (зимней и летней).

Расход электроэнергии на привод сетевых насосов, кВт·ч/год, в зимнее время[10]:

$$\mathcal{E}_3 = \frac{G \cdot \Delta P_{H3}}{\eta_{HV} \cdot \rho} \cdot n_3 \cdot 10^3 = \frac{1.82 \cdot 15.06 \cdot 10^4}{0.7 \cdot 958.1} \cdot 5976 \cdot 10^3 = 24423 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год} \quad (10.2.1)$$

где $G=1,82$ – расход теплоносителя, кг/с;

$\Delta P_{H3}=150,6$ – располагаемый перепад давлений в зимнее время, кПа (определяются как сумма произведения удельных потерь давления на длину трубопроводов и потерь у потребителя (15 м.вод.ст.) ;

$\eta_{HV}=0,7$ – КПД насосной установки;

$n_3=5976$ – продолжительность отопительного периода, ч.

Затраты на перекачку теплоносителя определяются по формуле:

$$I_{II} = \mathcal{E}_3 \cdot Z = 5976 \cdot 3,1 = 7571,1 \text{ руб} \quad (10.2.2)$$

где Z – тариф на электроэнергию, руб.

Удельные ежегодные издержки на перекачку теплоносителя, отнесенные к единице отпущенной теплоты, руб/Гкал, определяются по формуле:

$$u_n = \frac{I_{II}}{Q} = \frac{7571,1}{1360,2} = 5,6 \text{ руб} / \text{Гкал} \quad (10.2.3)$$

10.7.3 Затраты на тепловые потери

Удельные ежегодные теплопотери (q_{TC}) определяются по формуле[10]:

$$q_{TC} = 3,6 \cdot \pi \cdot k \cdot (\tau_{cp} - t_0) \cdot (1 - \beta) \cdot m \cdot 10^{-6} \quad (10.3.2)$$

где $k=0,8$ – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К);

$t_0=2$ – температура грунта на оси трубопровода, °С;

$\beta=0,2$ – коэффициент местных потерь;

$m=249$ – продолжительность отопительного периода, ч.

$$q_{TC} = 3,6 \cdot \pi \cdot k \cdot (\tau_{cp} - t_0) \cdot (1 - \beta) \cdot m \cdot 10^{-6} = 3,6 \cdot 3,14 \cdot 0,8 \cdot (63 - 2) \cdot (1 - 0,2) \cdot 249 \cdot 10^{-6} = 0,148 \text{ ГДж} / \text{м}^2 \text{год}$$

Условная материальная характеристика тепловой сети вычисляется по формуле:

$$M_{yc} = M + 0,15 \sum_1^n l = \sum_1^n d_i l_i + 0,15 \sum_1^n l \quad (10.3.3)$$

$$M_{yc} = (0,125 \cdot 324,01 + 0,1 \cdot 196,8) \cdot 2 = 120,4 \text{ м}^2$$

Приближенные теплотери сети, ГДж/год определяются по формуле:

$$Q_{тп} = q_{тс} \cdot M_{yc} = 0,148 \cdot 120,4 = 17,8 \text{ ГДж/год} \quad (10.3.4)$$

Величина ежегодных издержек на тепловые потери, руб./год, определяются:

$$И_{тп} = Q_{тп} \cdot Z_{тп} = \frac{17,8}{4,1868} \cdot 1999,39 = 8500,3 \text{ руб/год}$$

где $Z_T=1999,39$ руб/Гкал –удельные затраты на тепловую энергию.

Удельная стоимость тепловых потерь на единицу отпущенного тепла, руб/Гкал:

$$u_{тп} = \frac{И_{тп}}{Q} = \frac{8500,3}{1360,2} = 6,25 \text{ руб/Гкал}$$

10.7.4 Затраты на обслуживание тепловой сети

Численность эксплуатационного персонала по тепловым сетям зависит от мощности системы, радиуса действия тепловой сети, теплоплотности района и вида теплоносителя[11].

Заработная плата всего эксплуатационного персонала, руб., определяется по формуле:

$$З_{зн} = k_{шт} \cdot Q \cdot З_{сп},$$

где $K_{шт}=0,5$ – эксплуатационный штатный коэффициент;

$Z_{CP}=20000$ – средняя заработная плата эксплуатационного персонала, руб.;

$Q=0,609$ – расчетная тепловая нагрузка, МВт.

$$Z_{3П}=0,5 \cdot 0,609 \cdot 20000=6090 \text{ тыс. руб.}$$

Нормативные затраты на вспомогательные материалы:

$$Z_{BM}=0,001 \cdot K_{TC}=0,001 \cdot 10869,5=10,9 \text{ тыс. руб.} \quad (10.4.2)$$

Суммарные затраты на обслуживание тепловых сетей составляют, руб.:

$$I_{обс}=Z_{3П}+Z_{BM}=6090+10,9=6100,9 \text{ тыс. руб.}$$

Удельные затраты на обслуживание тепловой сети, руб./Гкал составляют:

$$u_{обс} = \frac{I_{обс}}{Q} = \frac{6100,9 \cdot 10^3}{1360,2} = 4485,3 \text{ руб. / Гкал.}$$

10.7.5 Затраты на текущий ремонт тепловых сетей

Затраты на заработную плату ремонтного персонала:

$$Z_{3П} = k_{3П} \cdot Q \cdot Z_{CP} = 1 \cdot 0,609 \cdot 20000 = 12180 \text{ руб}$$

Нормативные затраты на вспомогательные материалы:

$$Z_{BM}=0,001 \cdot K_{TC}=0,001 \cdot 10869,5 = 10,9 \text{ тыс. руб.}$$

Нормативные затраты на запасные части:

$$Z_{3Ч}=0,001 \cdot K_{TC}=0,0001 \cdot 10869,5=1,08 \text{ тыс. руб.}$$

Нормативные затраты на услуги сторонних организаций:

$$Z_{CO}=0,002 \cdot K_{TC}=0,002 \cdot 10869,5=21,7 \text{ тыс. руб.}$$

Суммарные затраты на текущий ремонт, руб.:

$$I_{ТР}=Z_{3П}+Z_{BM}+Z_{3Ч}+Z_{CO}=12180+10,9+1,08+21,7=12213,7 \text{ тыс.руб.}$$

Удельные затраты на текущий ремонт тепловой сети, руб./Гкал

$$u_{TP} = \frac{I_{TP}}{Q} = \frac{122137 \cdot 10^3}{1360,2} = 8979,3 \text{ руб./Гкал}$$

10.7.6 Общесетевые расходы

Общесетевые (прочие) расходы составляют 10% от всех предыдущих эксплуатационных затрат по тепловым сетям и их определяют по формуле:

$$I_{ПР} = 0,1 \cdot (I_{ТС} + I_{П} + I_{ТП} + I_{ОБС} + I_{ТР})$$

$$I_{ПР} = 0,1 \cdot (54,35 + 7571,1 + 8500,3 + 6100,9 + 12213,7) = 3444,03 \text{ тыс. руб.}$$

Удельные затраты на общесетевые расходы, руб./Гкал определяются:

$$u_{ПР} = \frac{I_{ПР}}{Q} = \frac{3444,03}{1360,2} = 2,53 \text{ руб./Гкал}$$

Суммарные эксплуатационные расходы по транспорту тепла, руб, составляют:

$$I_{ГОД} = I_{ТС} + I_{П} + I_{ТП} + I_{ОБС} + I_{ТР} + I_{ПР},$$

$$I_{ГОД} = 54,35 + 7571,1 + 8500,3 + 6100,9 + 12213,7 + 3444,03 = 37884,4 \text{ тыс. руб.}$$

Плановая себестоимость транспорта единицы тепла:

$$S_{П} = \frac{I_{ГОД}}{Q} = \frac{37884,4}{1360,2} = 27,85 \text{ тыс.руб./Гкал}$$

Таблица 10.6 - таблица ежегодных и удельных затрат по транспорту тепла

№ п/п	Статья эксплуатационных затрат по транспорту тепла	Величина затрат		Структура себестои- мости, %
		годовых, тыс. руб.	удельн. руб./Гкал	
1	Ежегодные амортизационные отчисления	54,35	39,9	33,4
2	Перекачка теплоносителя	7571,1	5,6	6,6
3	Покрывтие тепловых потерь	8500,3	6,25	7,5
4	Обслуживание тепловой сети	6100,9	4485,3	12,0
5	Текущий ремонт	12213,7	8979,3	31,4
6	Прочие	3444,03	12,53	9,1
Итого		25698,2	83,9	100

10.8. Расчет срока окупаемости проекта перевода потребителей на другой источник теплоснабжения

При переводе потребителей на газовую котельную экономический эффект достигается за счет следующих факторов:

- снижения потребления натурального топлива (повышение КПД котла, снижение расхода тепла на собственные нужды);
- разности в стоимости сжигаемого топлива [11].

Экономический эффект определяется по формуле[12]:

$$\Delta \mathcal{E} = Q \cdot (C_{уг} - C_{га})$$

где Q - количество тепловой энергии, дошедшей до потребителя, Гкал;

где $C_{уг}$ и $C_{га}$ – стоимость тепловой энергии от котельных, работающих на угле и природном газе, руб/Гкал.

$$\Delta \mathcal{E} = (553,35 + 806,86) \cdot (4407,69 - 1999,39) = 32757937 \text{ руб.}$$

Простой срок окупаемости:

$$T_{ок} = \frac{K_{пр} + K_{тс}}{\Delta \mathcal{E} - И_{год}}, \text{ год.}$$

$$T_{ок} = \frac{K_{пр} + K_{тс}}{\Delta \mathcal{E} - И_{год}} = \frac{2322726 + 110869 \cdot 10^3}{32757937 - 54,35 \cdot 10^3} = 3,5 \text{ года.}$$

$K_{пр}$ - капитальные вложения в разработку проекта (табл.10.4),

$K_{тс}$ - капитальные вложения в оборудование и монтаж (табл.10.5),

$И_{год}$ - ежегодные амортизационные отчисления от начальной стоимости тепловой сети (табл. 10.6).

Вывод

Срок окупаемости перевода потребителей, запитанных от двух угольных котельных, на другой источник теплоснабжения – газовую котельную, составляет менее 5 лет, что позволяет сделать вывод об экономической целесообразности мероприятия.

11. ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2Б1	Колесов Максим Викторович

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ТПТ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Промышленная теплоэнергетика

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Разработка проекта реконструкции системы теплоснабжения с переводом потребителей автономных котельных на централизованное теплоснабжение города Томска
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность	1.1. Особенности профессиональной деятельности инженера-строителя 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при производстве работ по реконструкции системы теплоснабжения: - руководство технологическим процессом; - контроль технологических процессов; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ) - средства индивидуальной защиты, рекомендованные для использования (определение перечня СИЗ; расчет потребности в СИЗ). 1.3. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты).
2. Экологическая безопасность	– защита селитебной зоны; – анализ воздействия объекта на атмосферу; – анализ воздействия объекта на гидросферу; – анализ воздействия объекта на литосферу.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – обоснование мероприятий по предотвращению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	21.11.2016
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Василевский М.В.	к.т.н.		21.11.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б1	Колесов Максим Викторович		21.11.2016

11.4. Социальная ответственность

Суть ВКР состоит в разработке проекта реконструкции системы теплоснабжения с переводом потребителей автономных котельных на централизованное теплоснабжение города Томска.

Социальная ответственность предприятия - это ответственность перед обществом за деятельность компании, которая имеет социально – значимый характер.

Социальная ответственность это комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на исключение несчастных случаев; защиту здоровья работников; снижение вредных воздействий на окружающую среду; экономное расходование не возобновляемых природных ресурсов. При этом следует отличать корпоративную и индивидуальную социальную ответственность. Корпоративная социальная ответственность – это выражение ответственности компании перед обществом. Индивидуальная форма проявления социальной ответственности – ответственное отношение к собственному здоровью как базовому элементу человеческого капитала, что угрозы окружающей среде и ее защита.

Область применения рассматриваемой технологии – строительные системы, а так же смежные отрасли теплоэнергетического комплекса.

11.1 Профессиональная социальная безопасность

Особенности профессиональной деятельности инженера-строителя. Особенности профессиональной деятельности при проведении монтажных работ состоят в изучении проектной документации и реализации всех технологических операций по замене конструктивных элементов системы отопления. Анализ условий профессиональной безопасности проведен на примере инженера - строителя.

Анализ выявленных опасных факторов. Анализ вредных и опасных факторов был проведен на основании ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень факторов, которые могут возникать при реконструкции системы теплоснабжения приведен в таблице 11.1.

Таблица 11.1 - Опасные и вредные факторы при реконструкции системы теплоснабжения

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Вибрация	повышенный уровень вибрации на рабочем месте		СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий
Шум	повышенный уровень шума на рабочем месте		СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки
Параметры микроклимата	Высокая температура		СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
	Высокое давление		
Химические		Выбросы строительной техники	СанПиН 2.2.4.1294-03 "Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений"

Основными вредными факторами при работах являются шум и вибрация. По характеру спектра в помещении присутствуют широкополосные шумы. Источник шумов - электродвигатели в системе охлаждения ПЭВМ, Вентилятор ВЦ-5 35 №4.

Допустимый уровень шумов для лаборатории 75 дБ (ГОСТ 12.1.003-83). Вентиляторы, работающие в системе охлаждения ПЭВМ, издают шум в пределах 37 дБ, Вентилятор ВЦ-5 35 №4 издают шум менее 75 дБ, следовательно, уровень производственных шумов в лаборатории находится в допустимых пределах. Защита от шумов - заключение вентиляторов в защитный кожух.

Отклонение показателей микроклимата может быть связано с использованием периодически нагревающегося технологического оборудования. Для помещений категории 3В оптимальная температура воздуха 18-20⁰С, допустимая 16-22⁰С в холодный период года и соответственно 23-25⁰С и 18-28⁰С в теплое. В частности, высокие значения температуры и давления могут воздействовать в период проведения гидравлических испытаний.

Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются на: токсические, раздражающие, канцерогенные, влияющие на репродуктивную функцию.

Комплексная оценка вредных и опасных производственных факторов осуществляется в рамках проведения СОУТ в соответствии с ФЗ от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда" [13]. Для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, в соответствии с трудовым законодательством устанавливаются:

- повышенный размер оплаты труда минимум на 4% тарифной ставки (оклада), установленной для различных видов работ с нормальными условиями труда;
- сокращенная продолжительность рабочего времени (не более 36 часов в неделю);

- минимальная продолжительность ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска составляет 7 календарных дней.

В соответствии с Приказом "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех видов экономической деятельности" [14] определен перечень СИЗ, рекомендованных для использования инженера-строителя, который приведен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 - Перечень рекомендуемых СИЗ для аппаратчика производства химических реактивов

Наименование СИЗ	Рекомендуемое количество
Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	1 шт.
Каска	1 шт.
Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
Щиток защитный лицевой или	до износа
Очки защитные	до износа
Средство индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующее или изолирующее	до износа

Расчетным методом оценивается целесообразность и своевременность закупок необходимых средств.

Потребность в спец одежде и спецобуви (P_c) определяется по формуле:

$$P_c = P_{в.и} + P_{у.к} - O_{ож}$$

Где:

$P_{в.и}$ - потребность в СИЗ, идущая на возмещение износа;

$P_{у.к}$ - потребность в СИЗ, предусматривающая увеличение контингента работающих в планируемом году;

$O_{ож}$ - ожидаемый остаток СИЗ на начало планируемого года.

Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий $P_c = 3+1-0=4$

Перчатки с полимерным покрытием $P_c = 36+12-0=48$

Щиток защитный лицевой $P_c = 3+1-0=4$

Очки защитные $P_c = 3+1-0=4$

Респиратор «Лепесток-200 $P_c = 3+1-0=4$

Значения $P_{в.и}$ и $P_{у.к}$ находят по числу работающих соответствующего контингента в текущем и планируемом годах (соответственно), а также по нормам расхода изделий (Н), которые определяются по формуле:

$$H = t_p / t_c$$

Где:

t_p - расчетный период, равный 12 мес;

t_c - срок службы изделия, мес.

Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий $H=12/12=1$

Перчатки с полимерным покрытием $H=12/1=12$

Щиток защитный лицевой $H=12/12=1$

Очки защитные $H=12/12=1$

Респиратор «Лепесток-200 $H=12/12=1$

Значение $O_{ож}$ определяется на основе данных личных карточек учета СИЗ, в которых указывается дата выдачи и срок носки выданной спецодежды или спецобуви.

Все перечисленные показатели заносят в специальные формы отдельно для мужской и для женской спецодежды и спецобуви.

Потребность в предохранительных приспособлениях одного наименования на планируемый год определяют по формуле:

$$P = P_{общ} - P_{э}$$

Где:

P - потребное число предохранительных приспособлений одного наименования на планируемый год;

$P_{общ}$ - число предохранительных приспособлений одного наименования на планируемый год работающим, которым они полагаются. Значение $P_{общ}$ равно числу человек на выдачу приспособления;

$P_э$ - число имеющихся в наличии приспособлений, годных к эксплуатации в планируемом году (по данным комиссии предприятия). Если $P_э \geq P_{общ}$, то дополнительного количества приспособлений заказывать не требуется.

Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий $P=3-0=3$

Перчатки с полимерным покрытием $P=3-0=3$

Щиток защитный лицевой $P=3-0=3$

Очки защитные $P=3-0=3$

Респиратор «Лепесток-200» $P=3-0=3$

Проведен анализ основных показателей, используемых на предприятиях при обеспечении работников СИЗ. При этом рассчитана потребность в спец. одежде, спец. обуви (P_c), в предохранительных приспособлениях, а так же номы расхода или износа изделий (Н) согласно параметрам подобранных видов СИЗ.

Полученные результаты представлены в таблице 11.3.

Таблица 11.3 - Расчет потребности в СИЗ

№	P_c	$P_{в.и}$	$P_{у.к}$	$O_{ож}$	Н	t_p	t_c	П	$P_{общ}$	$P_э$
1	4	3	1	0	1,00	12	12	3	3	0
2	48	36	12	0	12,00	12	1	3	3	0
5	4	3	1	0	1,00	12	12	3	3	0
7	4	3	1	0	1,00	12	12	3	3	0
8	4	3	1	0	1,00	12	12	3	3	0

Проведенный расчет позволяет получить уточненные данные по обеспечению работников необходимыми объемами средств индивидуальной защиты, учитывая при этом их износ, расширение штата, срок службы изделий и т.д.

Своевременность проведения подобного анализа позволяет формировать закупочную партию, а так же оптимальное обеспечение работников средствами индивидуальной защиты.

Анализ выявленных опасных факторов. Проведение реконструкции системы отопления с различными производственными рисками.

Механические опасности связаны с наличием строительной техники на участке, которая оказывает негативное воздействие путем механического разрушения как живых продуктов, так и не живых. Термические опасности связаны с нарушениями эксплуатации трубопровода. Некорректная эксплуатация элементов трубопровода может привести к воздействию горячего пара или воды.

Для обеспечения электробезопасности, следует отметить, что все объекты имеют стационарное заземление.

11.2 Экологическая безопасность

Защита селитебной зоны.

Реконструкция, техническое перевооружение промышленных объектов и производств проводится при наличии проекта с расчетами ожидаемого загрязнения атмосферного воздуха, физического воздействия на атмосферный воздух, выполненных в составе проекта санитарно-защитной зоны с расчетными границами. После окончания реконструкции и ввода объекта в эксплуатацию расчетные параметры должны быть подтверждены результатами натурных исследований атмосферного воздуха и измерений физических факторов воздействия на атмосферный воздух.

Защита атмосферы.

Анализ производственной деятельности предполагает поступление загрязняющих веществ в атмосферный воздух в результате работы строительной техники на участке.

Таблица 11.4 - Перечень загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух

№ п/п	Загрязняющее вещество	Величина ПДК _{мр} (мг/м3) с/с
1	Сажа (углерод черный)	0,5
2	Азота диоксид	0,085
4	Азота оксид	0,4
5	Ангидрид сернистый	0,5
6	Углерода оксид	0,15
7	Бензапирен	0,01

Защита гидросферы.

Негативное воздействие на гидросферу сводится к формированию поверхностного стока с территории строительной площадки в период реконструкции, который поступает в поверхностный водоем или в подземные воды.

При осуществлении производственного процесса по реконструкции системы теплоснабжения на территории строительной площадки целесообразно

устройство системы отведения атмосферных осадков. При этом необходим их сбор и последующая утилизация на городских сооружениях г. Томска.

Защита литосферы.

В процессе реконструкции на территории строительной площадки воздействию подвержен почвенный покров в месте проведения земельных работ, а так же в местах размещения образующихся отходов.

Таким образом, перечень возможных отходов приведен в таблице 11.5. Так же в данной таблице приведены основные направления по утилизации данных видов отходов. При составлении перечня отходов использовался ФККО (Федеральный классификационный каталог отходов (с изменениями на 20 февраля 2016 года)) [15].

Таблица 11.5 - Перечень отходов производства и потребления на строительной площадке

№ п/п	Наименование отхода	Код по ФККО	Класс опаснос ти для ОС	Способ утилизации, накопления отходов
1	остатки и огарки стальных сварочных электродов	9 19 100 01 20 5	5	Передача на использование
2	грунт, образовавшийся при проведении землеройных работ, не загрязненный опасными веществами	8 11 100 01 49 5	5	Использование для рекультивации на этапе благоустройства территории

Для установления и соблюдения требований по обращению с отходами на территории строительной площадки используются следующие мероприятия:

– хранение отходов в специально оборудованных местах (помещениях, площадках), что позволяет снизить негативное воздействие на окружающую среду;

- хранение отходов, подлежащих дальнейшему использованию в качестве вторичного сырья, отдельно с другими отходами;
- соблюдение установленных норм предельного накопления отходов на территории участков;
- соблюдение периодичности вывоза отходов, не допуская переполнения мест хранения отходов;
- исключение фактов несанкционированного обращения с отходами производства и потребления.

Следует отметить, что реконструкция системы теплоснабжения связана с переводом источника энергии с угольной котельной на газовую, т.е. происходит смена на более экологичный источник энергии. Эксплуатация именно газовых котельных также обходится в несколько раз дешевле тех, что работают на любом другом виде топлива. Так же при сжигании твердого топлива в атмосферный воздух поступают такие загрязняющие вещества, как сажа (взвешенные вещества), так и бензапирен. Следует отметить, что при сжигании природного газа в атмосферный воздух поступают преимущественно оксида серы, азота и т.д.

Таким образом, реконструкция системы теплоснабжения приведет к снижению взвешенных веществ (сажи) и бензапирена в атмосферном воздухе жилой зоны.

11.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при производстве объекта исследования на производстве.

ЧС (чрезвычайная ситуация) – это неблагоприятная ситуация, сформировавшаяся в итоге действия особо опасных факторов на населения, их место обитания, полагаящая наступление тяжких результатов, подключение специальных сил.

Специфика деятельности на строительной площадке предполагает риск возникновения ЧС, связанных с возгоранием сырьевых или упаковочных материалов

Основными поражающими факторами ЧС в таком случае будут: высокая температура, тепловые и осколочные поля, а так же сильнодействующие ядовитые вещества.

Разрушению с образованием осколочного поля подлежит технологическое оборудование при воздействии на него тепловой и ударной нагрузки. Разлет осколков определяется их массой, размерами, начальной скоростью. Расстояние разлета осколков и фрагментов технологических установок осуществляется согласно закону нормального распределения вероятности, при этом 45% всех осколков и фрагментов достигает 700 м.

Особенностями современных видов производства и потребления является использование веществ, способных при их возгорании заражать воздух в высоких концентрациях, способных вызывать массовое поражение населения.

Наиболее типичной ЧС при реконструкции системы теплоснабжения является разрушение трубопровода при проведении гидравлических испытаний.

Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

Находясь на территории строительной или производственной площадки, в производственных и бытовых помещениях, на участках работ и рабочих местах, работники, а также представители других организаций обязаны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, относящиеся к охране труда, принятые в данной организации.

Производственные территории и участки работ в населенных пунктах или на территории организации во избежание доступа посторонних лиц должны быть ограждены. Места прохода людей в пределах опасных зон должны иметь защитные ограждения. Входы в строящиеся здания (сооружения) защищают сверху козырьком шириной не менее ширины входа с вылетом на расстояние не менее 2 м от стены здания. Угол, образуемый между козырьком и вышерасположенной стеной над входом, должен быть в пределах 70-75°.

Так же необходимо соблюдение правил пожарной безопасности:

- на площадке должны выполняться мероприятия пожарной безопасности, направленные на создание условий, исключающих возможность возникновения пожара и обеспечивающих его тушение;

- оборудовать рабочие места первичными средствами пожаротушения. На видных местах вывешиваются инструкции и плакаты о мерах пожарной безопасности. Доступы к противопожарному инвентарю должны быть свободными;

- систематически убирать все горючие строительные отходы с рабочих мест и непосредственно с прилегающей территории в специально отведенные места на расстояние не ближе 50 м от строительных бытовок и складов;

- при использовании газа на строительной площадке, баллоны с газом числом не более 50 шт. хранить в самостоятельных складских помещениях или под навесами, выполненными из негорючих конструкций и защищенными от прямого попадания солнечных лучей. Места хранения баллонов с газом должны иметь ограждение, а также ящик с песком и огнетушителем;

- легковоспламеняющиеся и горючие жидкости хранить в отдельно стоящих негорючих сооружениях, оборудованных естественной вентиляцией. Не разрешается хранить эти жидкости в полуподвальных и подвальных помещениях, а также в открытой таре;

- места проведения огневых работ и установки сварочных агрегатов и трансформаторов должны быть очищены от горючих материалов в радиусе не менее 5 метров. Строительные работы должны вестись с соблюдением Правил противопожарного режима [16].

Вывод

Таким образом, реконструкция системы теплоснабжения приведет к снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха. Перевод источника энергии с угольной котельной на газовую приведет к снижению выбросов взвешенных веществ и бензапирена.

Однако, следует отметить, что в период проведения технологических работ по реконструкции воздействию будут подвержен как атмосферный воздух (в виде выбросов от строительной техники), так и почвенный покров (в местах хранения отходов и строительных материалов). Данные виды воздействия носят временный характер, т.е. действуют в период проведения технологических работ.

В социальной сфере реконструкция не приведет к существенным изменениям. Ликвидация (или резервация) автономных котельных предполагает сокращение рабочих мест в системе энергетики. При этом увеличение производственной мощности на котельной «ул. Водяная, 80» не повлечет за собой значительных изменений в рабочей структуре котельной из-за незначительной нагрузки подключаемых объектов.

Заключение

Определена возможность перевода потребителей угольных автономных котельных на централизованное теплоснабжение от водогрейной котельной, в результате поверочного гидравлического расчета тепловой сети после реконструкции было определено, что располагаемого напора в тепловой сети достаточно для эффективной циркуляции теплоносителя.

Благодаря переводу потребителей котельных с морально и физически устаревшим оборудованием с низким КПД на централизованное теплоснабжение от водогрейной котельной с более высокими технико-экономическими показателями, можно избежать годового перерасхода условного топлива из-за низкой тепловой эффективности угольных котельных на 223,8 т.у.т.

Тепловые и гидравлические расчеты показали, что существенной реконструкции ЦТП не потребуется.

Срок окупаемости перевода потребителей, запитанных от двух угольных котельных, на другой источник теплоснабжения – газовую котельную, составляет менее 5 лет, что позволяет сделать вывод об экономической целесообразности мероприятия.

Предлагается вывести существующие автономные котельные в резерв с последующим переоборудованием в ремонтные мастерские АО ТомскРТС. Теплоснабжение потребителей присоединенных к этим котельным осуществлять от ЦТП пер. Урожайный, 27/1 с источником теплоснабжения котельная «Ул. Водяная, 80».

Реконструкция системы теплоснабжения приведет к снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха. Перевод источника энергии с угольной котельной на газовую приведет к снижению выбросов взвешенных веществ и бензапирена.

Список использованных источников

1. Паспорт на котельные агрегаты КВГМ-20-150, ДЕ-10-14.
2. Паспорт на котельные агрегаты НР-18, НР-18с.
3. СНИП 2.04.07–86. Тепловые сети. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1987.
4. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 1. Отопление. / под ред. И. Г. Староверова. – М.: Стройиздат, 1990.
5. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Энергия, 1982.
6. Апарцев М. М. Наладка водяных систем централизованного теплоснабжения: справ. пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
7. Козин В. Е., Левина Т. А., Марков А. П. Теплоснабжение. – М: Высш. шк., 1980.
8. Одельский Э. Х. Методика и примеры расчета на ЭВМ систем центрального отопления. – Минск: Высшая шк., 1979.
9. Сафонов А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям. – М.: Энергоатомиздат, 1995.
10. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. Кузнецов Н.В., Митор В.В., Дубовский И.Е., Карасина Э.С. (ред.). 1973.
11. Манюгин А.П. Методические указания к выполнению курсовой работы на тему «Себестоимость транспорта тепла в заданный район». Липецк: ЛПИ. 2006 с.18
12. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий – Минск, 2003
13. Федеральный Закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда"

14. Приказ Минтруда России от 09.12.2014 N 997н "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи спец. одежды, спец. обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех видов экономической деятельности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением"
15. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 18 июля 2014 г. N 445 "Об утверждении федерального классификационного каталога отходов" (с изменениями и дополнениями).
16. Постановление Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. N 390 "О противопожарном режиме" (с изменениями и дополнениями).