

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет Энергетический
Кафедра Энергетики
Направление подготовки 13.03.01 – Теплотехника и теплоэнергетика
Направленность (профиль) образовательной программы:
Энергообеспечение предприятий

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. зав. кафедрой


Н.В. Савина
« 23 » 06 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Модернизация системы теплоснабжения города Тынды Амурской области

Исполнитель
студент группы
442-об1(А)-2


23.06.2018
А.Я.Савватеева

Руководитель
профессор, докт. техн. наук


23.06.2018
С.П.Присяжная

Консультант:
безопасность и
экологичность
канд. техн. наук, доцент


19.06.2018
А.Б. Булгаков

Нормоконтроль
доцент


23.06.2018
А.Г. Ротачева

Благовещенск 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический
Кафедра энергетики

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой

Н.В. Савина

« 27 » 05 2018 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Совватисовой А.И.
Александрович

1. Тема бакалаврской работы: Модернизация системы теплоснабжения
города Тинда, Амурской области
(утверждено приказом от _____ № _____)

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____

3. Исходные данные к бакалаврской работе: паспорт котельной, температурно-тепловая нагрузка, нагрузки на стояки и т.д., график
участков

4. Содержание бакалаврской работы (перечень подлежащих разработке вопросов):
расчет на стояки, т.е., тепловые потери, выбор оптимального оборудования

5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.) информация о расчете
расчет тепловых нагрузок, тепловые потери, таблицу

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов) Безопасность и надежность - А.Б. Булгаков

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель выпускной квалификационной работы: А.С. Терехина
(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Александрович, профессор, доктор тех. наук

Задание принял к исполнению (дата): 7.05.2018 г.
(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 125 с., 20 таблиц, один рисунок, 18 источников

ТЕПЛОВАЯ НАГРУЗКА, ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ОТОПЛЕНИЕ, НАСОС, КОТЛОАГРЕГАТ, ИСТОЧНИК ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ ЭКОНОМИКА, БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАЙОНА.

Целью бакалаврской работы является модернизации системы теплоснабжения города Тынды, Амурской области.

В процессе исследования проводился расчет расхода теплоты на отопление, горячего водоснабжения, гидравлический расчет для тепловых сетей, выбор оборудования для котельной, проводили анализ тепловых потерь на тепловых сетях, рассчитали экономическую часть для оценки стоимости модернизации и произвели расчет по экологичности проектируемого района.

Введение

1	Характеристика района проектирования города Тында	15
1.1	Климатическая и географическая характеристика района	15
1.2	Характеристика рельефа	16
2	Характеристика объекта проектирования	17
2.1	Расположение объекта проектирования Центральной котельной	17
2.2	Организационно производственная структура предприятия	18
2.3	Описание оборудования	19
2.4	Характеристика топлива	38
2.5	Тепловые сети	41
3	Расчет системы теплоснабжения города Тында Амурской области	43
3.1	Расчет нагрузок на отопление	43
3.2	Расчет нагрузок на горячее водоснабжение	44
3.3	Гидравлический расчет	52
3.4	Предварительный гидравлический расчет	53
3.6	Уточненный гидравлический расчет	63
3.7	Расчет тепловых потерь	73
3.8	Выбор котлов	89
4	Анализ тепловых потерь на тепловых сетях	91
4.1	Классификация тепловых потерь	91
4.2	Причины возникновения потерь на тепловых сетях	92
4.3	Мероприятия по устранению тепловых потерь	97
5	Безопасность и Экологичность проектируемого объекта	100
5.1	Гидравлический удар на тепловых сетях	100
5.2	Безопасность	100
5.3	Экологичность проектируемого района	106
5.4	Расчет выбросов в атмосферу оксидов серы	
5.5	Расчет дымовой трубы	108

5.6	Чрезвычайные ситуации	110
6	Экономика	114
6.1	Организационно-экономическая часть	115
6.2	Расчет амортизационных отчислений	117
6.3	Расчет издержек на топливо	118
6.4.	Расчет затрат на воду	119
6.5	Расчет численности рабочих	121
6.6	Расчет затрат на оплату труда	123
6.7	Оценка экономической эффективности проекта	123
6.8	Расчет чистого дисконтного дохода	125
	Заключение	128
	Библиографический список	130

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

ИТ – источник теплоснабжения

СТ – система теплоснабжения

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль

ЦНС – центробежный насос секционный

ВВЕДЕНИЕ

Для выполнения Бакалаврской работы я выбрала актуальную тему на сегодняшний день - это Модернизация системы теплоснабжения города Тынды, Амурской области. С целью определения долгосрочной перспективы развития теплоснабжения, обеспечение надежного и наиболее экономического способа обеспечения теплом при минимальном воздействии на окружающую среду, а также экономического стимулирования развития систем теплоснабжения и внедрения энергосберегающих технологий

С каждым годом теплоснабжения представляет все жесткие требования. Во первых система теплоснабжения должна быть надежной это очень важно потом она должна быть экономичной (а это тоже очень важный показатель так как из за проблем с финансированием не всегда сразу можно заменить и оплатить) и должна быть гибкой в эксплуатации. Для надежности тепловых сетей необходимы новые внедрения и технологии.

Одна из особенностей современной жизни в России формирование определенной системы и структуры по потреблению энергии. Эта проблема особенно актуальна в российской экономике, поскольку в России энергоемкость производства и социальных услуг оказывается во много раз выше общемировых показателей. Эта проблема еще более обостряется в связи с постоянным увеличением в нашей стране стоимости энергоносителей. В себестоимости продукции в России доля энергозатрат часто становится доминирующей. В связи с этим конкурентоспособность отечественной продукции все больше зависит именно от экономического расходования энергетических ресурсов.

Целью выполнения работы заключается в следующем: мы должны рассмотреть актуальные проблемы связывающие с системой теплоснабжения, предварительно рассчитать тепловые нагрузки , гидравлический и уточненный расчеты и потери в тепловых сетях выбрать предварительное оборудования для нашей котельной рассмотреть все плюсы и минусы нашего выбора.

Потом рассмотреть а точнее проанализировать тепловые потери на тепловых сетях посмотреть причины возникновения, как их решают и какие мероприятия вводятся чтобы это предотвратить.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В данной выпускной квалификационной работе мы рассматриваем объект проектирования, который находится в Амурской области города Тынды являющейся Центральной котельной.

Основные характеристики рассмотрим ниже.

Город Тында расположен на севере Амурской области в долине Тынды и Геткана (бассейн Зеи), на высоте более 500 метров над уровнем моря. Административный центр Тындинского района, город областного подчинения. Площадь города – 132,12 кв. км. Тында - самый северный молодой город Амурской области. Численность постоянного населения согласно официальной информации на 1 января 2014 года составила 34 169 человек. Город является крупным транспортным узлом на северо-западе Амурской области, на котором пересекаются линии Тайшет - Ургал и Бамовская - Беркажит.

1.1 Климатическая и географическая характеристика района

Климат в городе Тынды резко континентальный, с чертами муссонного

Резко континентальный климат- это перепад от крайности к крайности в плане температур, но имеет низкую влажность. Причем большое отклонение температур наблюдается как по сезонам, так и в течении суток днем жарко, а ночью холодно.

Муссонный климат — это климат, в которых атмосферная циркуляция имеет муссонный характер. Практически все осадки выпадают летом, как в областях с другим типом климата они более равномерно распределены. Соответственно, влажность воздуха летом значительно выше, чем зимой

Среднегодовая температура воздуха – 6,8 С , минимальная температура - минус -51 С , максимальная - + 34 С⁰, годовая амплитуда температуры – 85 С , относительная влажность – 74 %

Сумма осадков за год составляет 540 мм, общая продолжительность солнечного света - около 1700 - 1900 часов в году. Продолжительность зимнего периода - около 190 дней.

Самый холодный месяц – это январь, средняя температура которого – 31,6 С ; самый теплый месяц – это июль, средняя температура - + 16,4 С . Зима малоснежная, сумма осадков за зимний период - 45 мм.

Весна в городе начинается с непрерывной недели апреля и продолжается до середины июня. В конце апреля происходит сход снежного покрова. Лето в городе непродолжительное, с середины июня до середины августа. В отдельные годы заморозки ночью могут отмечаться в июле. Осень начинается в августе, ночные температуры – достигают 0 С . Утром бывает туман. Во второй половине сентября и октября осадки выпадают в виде мокрого снега и снега, в начале октября происходит установление снежного покрова. Территория города Тынды Амурской области отнесена к местности, приравненной к районам Крайнего Севера. Территория крайнего севера – это арктическая зона, тундра ,и районы северной тайги.

1.2 Характеристика рельефа

Строение грунтов рассматриваемой на территории представлено песками, супесями, суглинками и глинами. По происхождению грунты относятся к аллювиальным отложениям I надпойменной террасы. Город Тында находится в зоне повышенной сейсмичности. Это тот район где происходит наиболее большой толчок землетресения.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

2.1 Расположение объекта проектирования Центральной котельной

В данной бакалаврской работе объектом исследования служит «ЖДК-Энергоресурс». Местонахождение ЖДК - Энергоресурс, Амурская область город Тынды.

ЖДК - Энергоресурс осуществляет свою деятельность в сфере производства реализации тепловой энергии в виде горячей воды, централизованного водоснабжения горячей воды, для обеспечения объектов.

В городе Тынды имеется центральная котельная с общей установленной тепловой мощностью 427 Гкал/ч и с тепловыми сетями с общей протяжённостью 176.19 км (замены требуют 34,2 км)

Система теплоснабжения обеспечивает 15369 абонентов города. В настоящее время на обслуживание у предприятия находятся сети водоснабжения общей протяженностью 126 км и сети теплоснабжения 275 км, канализационные трубопроводы - 119 км, жилой фонд - 180 тысяч кв. метров. Предприятие обслуживает 21 котельный комплекс, общая мощность всех котельных – 499 Гкал/час, ежегодная выработка тепловой энергии – 545,499 тысяч Гкал.

Основные задачи ЖДК – Энергоресурс являются:

1 обеспечением содержания и безаварийной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта основного и вспомогательного оборудования котельных, тепловых сетей и сооружений теплоснабжения, горячего и холодного водоснабжения, водоочистка сточных вод;

2 обеспечение бесперебойного снабжения потребителей необходимым количественным и качественным теплоносителем установленных параметров при минимальных потерях тепловой энергии, обеспечение потребителей холодным водоснабжением, горячим водоснабжением;

3 проведение мероприятий по обеспечению мобилизации готовности хозяйства теплоснабжения, водоснабжения и водоотведение;

4 проведение эффективности экономической политики, обеспечивающей стабильную деятельность, развитие услуг подсобно-вспомогательной деятельности, обеспечивающие высокий уровень рентабельности и улучшения социального положения работников.

2.2 Организационная и производственная структура предприятия

Основным подразделением Дистанции тепловых сетей является центральная котельная. Центральная котельная выполняет основную функцию - это выработка тепловой энергии.

Котельная разделена на производственные участки:

- котельный участок который производит тепловую энергию в горячей воде и паре в водогрейных и паровых котлоагрегатов;
- топливо транспортный участок, транспортирование топлива(уголь, мазут), получают, скандируют, хранят и поставляют на участок – для выработки тепловой энергии в горячей воде и паре;
- электроучасток – это эксплуатация и ремонт распределительных сетей, оборудование центральной котельной.
- участок централизованного ремонта – это ремонт тепломеханического, теплоэнергетического, теплогенерирующегося оборудования участка центральной котельной.

Вспомогательное подразделение Дистанции тепловых сетей:

Район тепловых сетей – это транспортировка, распределение теплоносителя тепловой энергии в горячей воде абонента и потребителям жилищно-коммунальной сферы и также социально, культурно-бытового обеспечения города.

Теплосетевой район №1 -это транспортировка, распределение теплоносителя тепловой энергии в горячей воде, пароснабжения, добыча питьевой воды и водоснабжения, очистка производственных сточных вод.

Электроучасток – это эксплуатация и ремонт распределительных сетей, теплосетевого района №1 и район тепловых сетей.

Теплосетевой район №2- это выработка , транспортировка и распределение тепловой энергии в горячей воде абонентам Бестужево, добыча, очистка распределение питьевой воды станции Тында, прием и очистка сточных вод абонентов станции Бестужево.

Автотранспортный участок который обеспечивает автотранспортом, грузоподъемными механизмами подразделений Дистанций тепловых сетей.

Ремонтно-строительный участок – это ремонт строительных конструкций зданий и сооружений Дистанции тепловых сетей.

Техническое обслуживание включает в себя изготовление и ремонт технологической оснастки, обеспечивает предприятия всеми видами энергии, ремонтом оборудования, уходом и надзором за ним, погрузочно-разгрузочных и транспортные работы, складирование материалов и заготовок.

Задачей технического обслуживания являются обеспечение нормального и бесперебойного хода производственного процесса с наименьшими затратами. Эта задача конкретизирует и уточняет применительно к каждому из перечисленных видов работы.

2.3 Описание оборудование

Установленная мощность котлов центральной котельной 412,5 Гкал/час. Для сжигания используется Нерюнгринский уголь марки СС-300 (слабоспекающий) и мазут Марки М-100. На отопление и ГВС в отопительный период работают два котла КВТК-100. Продолжительность отопительного периода 244 дня. На горячее водоснабжение в летний период в течение 108 дней задействованы котлы КВТС-30 №6 и №7. Паровые котлы КЕ-25-14С №3 и №4 используются 365 дней в году на собственные технологические нужды и нужды предприятий Тындинского отделения. Основное оборудование Центральной котельной приведено в таблице 1

Таблица 1- Основное оборудование на Центральной котельной

Наименование оборудования	Ед. изм	Количество шт	Характеристика оборудование
1	2	3	4
1 Котел водогрейный КВТК-100-150 №6	шт	1	Q-100 Гкал/ч P-25кгс/см ²
2 Котел водогрейный КВТК-100-150 №7	шт	1	Q-100 Гкал/ч P-25кгс/см ²
3 Котел водогрейный КВТК -100-150 №8	шт	1	Q-100 Гкал/ч P-25кгс/см ²
4 Котел водогрейный КВТС-30-150№1	шт	1	Q -30Гкал/ч P -25кгс/см ²
5 Котел водогрейный КВТС-30-150№2	шт	1	Q -25т/ч
6 Паровой котел KE-25-14С №3	шт	1	Q -25т/ч
7 Паровой котел KE-25-14С №4	шт	1	Q -25т/ч 4
8 Котел водогрейный КВТС-20-150 №5	шт	1	Q -20т/ч

Параметры установленной тепловой мощности теплофикационного оборудования и теплофикационной установки.

Все котельные оборудованы резервным вводом энергоснабжения. Всего на котельных единовременно эксплуатируются 8 котлов (из них 2 на жидком топливе – мазуте, 6 на твердом топливе – угле), суммарной мощностью 427 Гкал/час, также на котельных в резерве имеются 2 резервных котлов суммарной мощностью 182,1 Гкал/час.

Таблица 2- Источник теплоснабжения котельной города Тынды

Наименование источника теплоснабжения	Котельная г. Тынды
1	2
Год ввода в эксплуатацию	1982
Назначение(отопление, гвс)	Отопление, ГВС, технологический пар
Тепловая мощность, Гкал/час:	
Фактическая	392,2
Установленная	412,5
нетто	
Присоединенная тепловая нагрузка всего, Гкал/час	254,2
отопление	163,5
вентиляция	36,8
горячее водоснабжение	53,9
Температурный график работы источника	150/70
фактический	150/70
Расчетный	150/70
1	2
Температурный график работы ГВС	90/45
фактический	90/45
расчетный	90/45
Общая протяженность тепловых сетей	152
Общее количество котлов	8
Параметры теплоносителя из источника	
на выходе: расход, т/час	3300
давление	13 кгс/см ²
на выходе: расход, т/час	3300
давление	10 кгс/см ²
Подпитка	
расход, т/час	20
давление	9,5 кгс/см ²

Характеристика оборудования, которые находятся на балансе Центральной котельной ООО «ЖДК-Энергоресурс»

Пылеугольный водогрейный котел типа КВТК-100-150-5С (Котел Водогрейный Твердотопливный Камерного сжигания, сейсмоустойчивый) тепловой производительностью 100 Гкал /ч изготовлен Барнаульским котельным заводом, и предназначен для снабжения тепловой энергией в горячей воде промышленных, общественных зданий и сооружений на ст. Тында, социально-культурных и жилищно-бытовых объектов г. Тында.

Котел типа КВТК-100-150-5С изготовлен для работы в основном режиме. Котел выполнен однокорпусным П-образной компоновки, состоящей из топочной камеры и конвективной шахты, соединенных в верхней части поворотным газоходом.

Топливом для сжигания является уголь Нерюнгринского месторождения марки СС-300.

Основные характеристики угля представлены в таблице

Таблица 3-Характеристики топливо

Характеристики топливо	
Уголь	
Теплота сгорания	5835 ккал/кг
Влажность	6,5-8,2 %;
Зольность	22-26 %;
Выход летучих	20,5 %;

Таблица 4-Технические характеристики котла КВТК 100/150

Плотность при 20°C, кг/м ³ , не более	101,5
Условная вязкость при 80°C, °ВУ, не более	16
Кинематическая вязкость, м ² /с	118*10 ⁻⁶

Температура вспышки в открытом тигле, °С, не ниже	110
Температура застывания, °С, не выше	25
Зольность, %, не более	0,14
Массовая доля механических примесей, %, не более	1,5
Массовая доля воды, %, не более	1,5
Удельная теплота сгорания, ккал/кг	9700

Таблица 5- Техническая характеристика котла КВТК 100 / 150

Теплопроизводительность	100 Гкал/час
Температура воды на входе в котел	70 °С
Температура на выходе из котла	150°С
Давление воды (расчетное)	25 кгс/с ²
Давление воды разрешенное котла № 6	21 кгс/с ²
Давление воды разрешенное котла № 7	21,5 кгс/с ²
Расход воды через котел	1236 кгс/с ²
Гидравлическое сопротивление	
перепад	3,9 кгс/с ²
КПД котла	88,3 %
Расход топлива расчетное	28,6 т/час
Температура горячего воздуха	400 °С
Температура уходящих газов	192 °С

Горелочные устройства.

Котел КВТК-100-150-5С оборудован шестью вихревыми пылеугольными горелками лопаточно-лопаточного типа. Горелки установлены на боковых стенах топки по схеме "треугольник с вершиной вниз". Горелка лопаточно-лопаточного типа оборудована аксиальным

завихрителем аэросмес, состоящим из профилированных неподвижных лопаток, регистром вторичного воздуха из профилированных поворотных лопаток. Расход топлива через горелку при номинальной нагрузке котла составляет 4,816 т/час.

Для растопки котла и при работе котла на пониженных нагрузках в каждую горелку встроена мазутная форсунка типа ФПМ. Их суммарная производительность обеспечивает нагрузку котла не менее 30 % номинальной. Давление мазута $P = 20-22 \text{ кгс / см}^2$.

В горелке имеется лючок для ручного розжига горелки. Одновременное длительное сжигание в одной горелке двух топлив не допускается. По углам топки расположены четыре сбросные горелки на отметке, превышающей отметку верхнего яруса основных горелок на 1600 мм. Оси горелок наклонены вниз на 15° .

Опускной газоход

В опускном газоходе размещены поверхности конвективной части и трубчатого воздухоподогревателя. Конвективная часть выполнена из пакетов змеевиков, расположенных параллельно фронту котла.

Блоки пакетов змеевиков изготовлены из труб 32x3 мм и 60x4 мм, сталь 20. Расположение змеевиков конвективной части шахматное с шагами S1 – 80 мм и S2 – 60 мм.

Для предотвращения шлакования конвективной части змеевики первых четырех рядов ее, первого по ходу газов пакета, расфестонированы с шагами S1 – 120 мм и S2 – 60 мм.

Под конвективной частью расположен трубчатый воздухоподогреватель, скомпонованный по двухпоточной схеме из труб 40 x 1,5 мм сталь 3сп. По воздушному тракту воздухоподогреватель выполнен 3- ходовым.

Кубы второго и третьего ходов выполнены свободноопирающимися друг на друга и на раму каркаса котла с проваром мест примыкания. Этим достигается высокая плотность по газовой и воздушной сторонам.

Нижние кубы воздухоподогревателя выполнены съемными для возможности их быстрой замены, подвешены к раме каркаса и расширяются вниз. При работе котла 2-й и 3-й кубы расширяются вверх. Для компенсации тепловых перемещений между верхним кубом воздухоподогревателя и конвективной частью котла установлен песочный компенсатор.

Гидравлическая схема котла.

При работе котла вода из обратной линии теплосети при помощи сетевых насосов подается во входную камеру 426x16 мм, сталь 20, откуда двумя трубами 273x8 мм, сталь 20 подается в нижние коллектора фронтального экрана топки состоящего из трех панелей труб 60x4 мм (по 35 труб в крайних панелях и 40 труб в средней). Движение воды по фронтальному экрану снизу-вверх. Из верхнего коллектора фронтального экрана вода поступает, по каждой стороне котла двумя отдельными потоками, в верхний коллектор потолочного экрана. Потолочный экран, состоящий из трех панелей труб 60x4 мм (по 35 труб в крайних панелях и 40 труб в средней панели), плавно переходит в задний экран опускного газохода конвективной шахты (движение воды сверху в низ). После прохождения заднего экрана конвективной шахты движение воды опять разделяется на два отдельных потока по каждой стороне котла.

Через тройник один из потоков поступает в нижний коллектор первой панели (более длинной) бокового экрана горизонтального газохода, состоящего из 25-ти труб 60x4 мм. Вода по первой панели бокового экрана проходит снизу-вверх и поступает в общий коллектор бокового экрана, где разворачивается, и по второй панели (короткой), состоящей из 35-ти труб 60x4 мм сверху вниз опускается в нижний коллектор второй панели бокового экрана горизонтального газохода, откуда направляется в камеру смешивания.

Через тройник вода второго потока поступает в нижний коллектор экрана пода поворотного газохода, состоящего из трех панелей труб 60x4 мм (по 35 труб в крайних панелях и 40 труб в средней панели). Вода из нижнего коллектора поступает по указанным панелям в верхний коллектор пода

поворотного газохода, далее опускается по трем панелям из труб 60x4 мм (по 35 труб в крайних панелях и 40 труб в средней панели) в камеру смешивания.

После прохождения камеры смешивания движение воды по каждой стороне котла проходит вновь двумя отдельными потоками. Из камеры смешивания вода по 8-ми трубам 159x6 мм сталь 20 (по 4-ре трубы с каждой стороны котла) поступает в нижний коллектор бокового экрана конвективной шахты опускаемого газохода. Пройдя змеевики конвективных пакетов из 48 труб 60x4 мм, сталь 20 бокового экрана опускаемого газохода (движение подъемное), вода поступает в верхний коллектор бокового экрана конвективной шахты опускаемого газохода.

Из верхнего коллектора бокового экрана конвективной шахты опускаемого газохода вода, по трубе 273x8 мм сталь 20, поступает в верхний коллектор бокового экрана топки. Боковой экран топки состоит из трех панелей (35 труб 60x4 мм сталь 20 в крайних панелях и 40 труб 60x4 мм сталь 20 в средней панели) имеющих общий верхний коллектор (в коллекторе установлена глухая перегородка посередине). Крайние панели имеют общий нижний коллектор.

Средняя панель – свой нижний коллектор. В боковом экране топки движение воды разделяется на два потока.

Первый поток по третьей панели от фронта котла опускается в нижний коллектор данной панели, перемещается по коллектору в нижний коллектор первой панели от фронта котла, и поднимается во вторую половину верхнего коллектора бокового экрана топки.

Второй поток по 20-ти трубам средней панели опускается в нижний коллектор данной панели, разворачивается, и по 20-ти трубам первой половины панели поднимается в верхний во вторую половину верхнего коллектора бокового экрана топки. Где смешивается с первым потоком.

Из верхнего коллектора бокового экрана топки вода поступает в нижний коллектор заднего экрана топки, причем на противоположную сторону. Нижний коллектор разделен на три части и состоит из трех панелей (35 труб 60x4 мм сталь 20 в крайних панелях и 40 труб 60x4 мм сталь 20 в средней

панели). Вода по крайним панелям поднимается в верхний коллектор заднего экрана топки, разворачивается, и опускается в среднюю часть нижнего коллектора по средней панели.

Из средней части нижнего коллектора заднего экрана топки вода по двум трубам выходит в выходную камеру 426x16 мм, сталь 20.

Устройство непрерывного шлакоудаления. *

В нижней части топки расположена холодная воронка. Расплавленные частицы шлака ссыпаются по скатам в водяную ванную выполняющую роль гидрозатвора против подсоса холодного воздуха в топку котла.

Для удаления шлака, выпадающего из холодной воронки топочной камеры, под котлом размещено устройство непрерывного шлакоудаления.

Устройство шлакоудаления состоит из следующих узлов:

- шлаковый бункер с гарнитурой и деталями крепления – комплект;
- шнековый транспортер с приводом – 2 шт;
- дробилка с приводом – 2 шт.

Шнековый бункер, обмурованный изнутри, крепится к трубам экранов и свободно опускается вниз при тепловом расширении экранов. Нижняя часть бункера погружена под уровень воды, которой залит корпус транспортера.

Шнековый транспортер состоит из корпуса, заполненного водой, опорной рамы и шнекового вала, вращающегося в чугунном подшипнике скольжения (нижний подшипник) и роликовом подшипнике (верхний подшипник).

Работа транспортера в режиме периодического удаления шлака с накоплением последнего в корпусе транспортера не допускается.

Во время останова котла необходимо производить осмотр вала и витков шнека, а также обмуровки бункера. Открывание лазов, размещенных на корпусе транспортера, возможно только при неработающем котле и при отсутствии в транспортере шлака.

Смазка нижних подшипников транспортера осуществляется через тавотницы.

Во избежание перегрева водяной ванны расход воды должен быть такой, чтобы температура воды в ванне поддерживалась на уровне 50-55 °С. Расход воды с температурой 20 °С на 1 тонну шлака, попадающего в транспортер котла, составляет примерно 4 т.

Привод шнекового транспортера состоит из электродвигателя, редуктора и опорной рамы. Привод транспортера оборудован системой сигнализации и защиты о перегрузки при аварийном заклинивании шнека, а также обеспечивает реверс двигателя.

Шнековая дробилка служит для дробления выпадающего из транспортера шлака до размеров, удовлетворяющих условиям гидротранспортера в каналах гидрозолоудаления.

Дробилка состоит из корпуса, в котором размещены валок с рядами дробильных элементов и дробильная щека с зубьями, электродвигателя, редуктора и опорной рамы.

Для очистки дымовых газов от золы предусмотрен батарейный циклонный уловитель типа БЦ-512 в количестве 96 элементов.

Система пылеприготовления.

Котельный агрегат оборудован двумя индивидуальными системами пылеприготовления с промбункером.

Топливо из бункера сырого угля скребковым питателем сырого угля типа ПС 700/3000 подается в мельницу. Регулирование подачи топлива осуществляется с помощью регулятора толщины слоя топлива (по месту), а также изменением частоты вращения электродвигателя.

Размол и сушка угля осуществляется в двух шаровых барабанных мельницах типа ШБМ 250/390 (Ш-10).

Сушительно-вентилирующий агент для пылесистем – смесь горячего и слабоподогретого воздуха. Часть сушильного агента рециркулирует с напора мельничного вентилятора (МВ) во входную горловину мельницы, остальная сбрасывается в топку через сбросные сопла (горелки), для охлаждения которых (при остановленном МВ) подводится горячий воздух. Для защиты от

повышения температуры аэросмеси в мельницу присаживается атмосферный воздух. Атмосферный клапан расположен на участке воздухопровода, находящегося под разряжением (разряжение регулируется клапаном, расположенным перед атмосферным).

Для транспортировки сушильного агента установлен мельничный вентилятор типа ВМ-17.

После мельницы аэросмесь поступает в сепаратор типа СПЦВ-3300/1200. В сепараторе из потока аэросмеси отделяются крупные фракции пыли и возвращаются на домол в мельницу. Требуемая тонина помола достигается установкой в определенное положение лопаток сепаратора, которое уточняется при наладке пылесистемы. После сепаратора аэросмесь поступает в циклон типа ЦП-2-1800, где пыль отделяется от сушильного агента и по течке поступает в бункер пыли. Из бункера пыль подается в пылепроводы лопастным питателями пыли ППЛ-5 (каждый максимальной производительностью 7 т/час угля Нерюнгринского месторождения марки СС).

Пылепитатели отнесены на нечетную (горелок №№ 1,3,5) и четную (горелки №№ 2,4,6) группы. Производительность каждой группы регулируется изменением числа оборотов четной и нечетной групп.

Угольная пыль по пылепроводам транспортируется к горелкам горячим воздухом (первичным), отбираемым из воздухоподогревателя, за счет напора ДВ.

Тягодутьевая установка.

Котельная установка оборудована одним дутьевым вентилятором типа ВДН-Регулирование производительности вентилятора осуществляется направляющим аппаратом осевого типа.

Забор холодного воздуха производится из верхней части котельной и снаружи ее. Для поддержания требуемой температуры воздуха на входе в первую ступень воздухоподогревателя установлены водяные калориферы типа КВВ 12В-ПУЗ в количестве 8 штук.* Частичный подогрев воздуха

осуществляется путем рециркуляции части горячего воздуха на всас дутьевого вентилятора дистанционно открытием клапана.

Для отсоса газов на котле установлен дымосос типа ДН-26х2-0,62. Регулирование производительности дымососа осуществляется аппаратом осевого типа.

Назначение котла КЕ 25-14 №3

Паровой котел КЕ-25-14 изготовлен на Бийском котельном заводе двухбарабанный, водотрубный, с естественной циркуляцией. Предназначен для производства пара на технические нужды, а также для производственного пароснабжения. В качестве топлива используется мазут марки М-100, малосернистый.

Таблица 6 Характеристика мазута марки М-100

Величина	Единица измерения	КЕ 25-14 №3
Механические примеси	%	1,5
Температура застывания	°С	25
Температура вспышки	°С	110
Плотность при t-20°С		1,015
Вязкость условная при t-80°С		16
Теплота сгорания	ккал/кг	9700
Содержание влаги	%	1,5

Таблица 7 Технические данные котла

Величина	Единица измерения	КЕ 25-14
1	2	3
Паропроизводительность	т/ч	25
Рабочее избыточное давление	кгс/см ²	13

1	2	3
Температура насыщенного пара	°С	194
Температура питательной воды	°С	100
Поверхность нагрева экранов (радиационная)	м ²	91
Поверхность нагрева пучка (конвективная)	м ²	407,8
Температура уходящих газов	°С	180
Водяной объем котла	м ³	15,6
Паровой объем котла	м ³	2,5
Расчетный расход топлива (мазута)	т/ час	1,68

Устройство котла КЕ 25-14 №3

Каркас, площадки и лестницы.

Каркас котла представляет собой металлическую конструкцию из колонн и балок.

Каркас воспринимает нагрузку коллекторов, обмуровки, лестниц, площадок. Котел крепится так, чтобы все его элементы равномерно расширялись при нагревании согласно карте тепловых расширений, для этого часть опор выполнена неподвижными.

Все блоки котла (2 топочных и 1 конвективный), собираются из отдельных опорных рам.

Топочные блоки устанавливаются на фундамент, а конвективный на силовой каркас.

Для обслуживания арматуры на котле установлены следующие основные площадки: площадка для обслуживания водоуказательных приборов, площадка для обслуживания предохранительных клапанов и запорной арматуры, площадка для обслуживания продувочной линии из верхнего барабана для доступа в верхний барабан для ремонта.

На все площадки ведут лестницы. Площадки устанавливают на кронштейны, приваренные к вертикальным стойкам каркаса.

Нагрузка на площадки не должна превышать 250 кгс/м².

В случае использования отдельных площадок для ремонтных работ, с нагрузкой более установленной, следует произвести местное усиление площадок.

Топочная камера

Топочная камера оборудована двумя механическими мазутными форсунками. Топочная камера состоит из фронтального, двух боковых и заднего экранов. Экраны и конвективные пучки выполнены из стальных бесшовных труб диаметром 51x2,5 мм. Боковые и фронтальные экраны имеют шаг 55 мм., задний экрана – 100 мм. Левый боковой экран вертикальный, правый Г-образный переходит в потолочный экран. Задний топочный экран образует фестон, отделяющий камеру догорания. Все экранные трубы имеют радиус изгиба 400 мм, что позволяет чистить их шарошкой. Конвективные пучки выполнены из гнутых труб.

Расположение труб коридорное с шагами по ширине котла 100 мм., а по длине – 95 мм. Воздух для горения подается дутьевым вентилятором в под котла (охлаждает под) и затем на две мазутные горелки.

Барабан котла и пара сепарационное устройство.

Барабан котла с внутренним диаметром 1000 мм и толщиной стенки 13 мм выполнены из стали 16 ГС. Длина верхнего барабана 7000 мм, нижнего 5500 мм. Верхний и нижний барабаны соединены между собой кипячительными трубам образующими развитый кипячительный пучок. На верхней образующей верхнего барабана установлены патрубки для установки предохранительных клапанов, отбора проб пара, отбора пара на собственные нужды, ввода химикатов, а также питательной линии, воздушник и Головная Паровая Задвижка. В водяном пространстве верхнего барабана находится перфорированная труба. В нижнем барабане размещается перфорированная

труба для периодической продувки и устройство для прогрева барабана при растопке.

На днищах верхнего и нижнего барабанов имеются лазы для осмотра расположенных в них устройств. На переднем днище верхнего барабана установлен водоуказательный прибор прямого действия, показывающие уровень воды в барабане. Прибор соединен с паровым и водным пространством барабана соединительными трубами диаметром 57х3,5 мм. Также имеются два штуцера для указателя уровня. На переднем днище барабана установлен патрубков для непрерывной продувки котла.

Для уменьшения содержания в паре частиц котловой воды в верхнем барабане расположены сепарационные устройства, состоящие из отбойных щитов с козырьками, жалюзийных сепараторов и дырчатых листов.

Отбойные щиты, расположенные по обеим сторонам по всей длине барабана. Такая схема расположения отбойных щитов позволяет равномерно распределять пар в паровом пространстве котла. Щиты образуют щели, при выходе из которых пароводяная смесь распределяется: вода стекает в водяной объем, а пар проходит жалюзийный сепаратор и направляется к выходу головной паровой Задвижке.

Предохранительные клапаны

Предохранительные клапаны служат для автоматического выпуска избытка пара, в случаях повышения давления в барабане, предохранительные клапаны установлены на верхнем барабане котла. К ним подведены выхлопные трубопроводы, выходящие на крышу котельной. На выхлопных трубопроводах смонтированы следящие дренажи, которые не дают скапливаться конденсату в выхлопном трубопроводе, клапаны срабатывают при повышении давления в барабане – более 10% рабочего.

Суммарная пропускная способность предохранительных клапанов соответствует часовой производительности котла.

Экономайзер ЭП 1-646.

Чугунный водяной экономайзер изготовлен Кусинским машиностроительным заводом, применяется в качестве хвостовой поверхности нагрева, для более полного использования тепла уходящих газов при подогреве питательной воды.

Экономайзер состоит из чугунных ребристых труб, соединенных чугунными дугами, так что питательная вода последовательно проходит по всем трубам снизу вверх тремя потоками. Он состоит из трех пакетов: верхний, средний, нижний. Между пакетами расстояние 320 мм. Вода входит в нижний пакет и последовательно проходя пакеты выходит из верхнего.

Температура воды на входе экономайзера должна быть на 10°C выше температуры точки росы дымовых газов, а на выходе из экономайзера на 20°C ниже температуры насыщенного пара в котле.

Таблица 8-Характеристика экономайзера ЭП 1-646

Величина	Единица измерения	КЕ 25-14 №3
1	2	3
1 Водяной объем	м3	1,22
2 Поверхность нагрева	м2	646
3 Количество колонок	шт	1
4 Длина трубы	3000	мм
5 Количество труб в ряду	шт	9
6 Количество рядов труб	шт	16
7 Диаметр труб	мм	60x8
8 Температура воды на входе	°С	100
9 Температура воды на выходе	°С	не менее 20°C ниже температуры насыщенного пара в котле
10 Гидравлическое сопротивление	кгс/см2	2

Схема циркуляции воды в котле.

Котел КЕ 25-14 с естественной циркуляцией. Естественная циркуляция происходит за счет разности плотности среды в обогреваемых и не обогреваемых трубах, плотность среды в экранах топки котла меньше, чем плотность среды в кипятельном пучке и за счет этого образуется движущий напор циркуляции. По обогреваемым трубам экранов топки вверх движется пароводяная смесь (они называются подъемными трубами), а по не обогреваемым (факелом топки) трубам движется вниз вода (опускные трубы).

Питательная вода после подогрева ее в экономайзере подается в верхний барабан под уровень воды через перфорированную трубу во избежание возможных ударов. Затем по трубам вода поступает в нижний барабан, из нижнего барабана осуществляется питание нижних коллекторов экранов. Питание фронтального и заднего экранов осуществляется по двум трубам диаметром 133x5 на каждый экран. Боковых экранов по двум трубам диаметром 159x4,5 на каждый экран, так как боковых экранов по два, слева и справа, то питание их идет по четырем трубам. Из нижних коллекторов экранов вода поднимается по трубам поверхностей нагрева, где она нагревается и превращается в пароводяную смесь, из верхних коллекторов экранов смесь поднимается в верхний барабан, где идет сепарация пара. Далее насыщенный пар поступает в паропровод.

Таблица 9 - Нормы качества питательной воды котла.

Наименование показателей	Нормы для котла
Прозрачность по шрифту, см	40
Общая жесткость, мкг-экв/кг	15
Содержание соединений железа, (в перерасчете на Fe), мкг/кг	300
Содержание соединений меди, (в пересчете на Cu), мкг/кг	не нормируется

1	2
Содержание растворенного кислорода, мкг/кг	30
Значение Ph (при $t = 25^{\circ}\text{C}$)	8,5 – 10,5
Содержание свободной углекислоты, мкг/кг	не допускается
Содержание нитритов (в пересчете на NO_2), мкг/кг	не нормируется
Содержание масла и других экстрагируемых эфиром веществ, мг/кг	3

Тягодутьевая установка.

Дутьевой вентилятор предназначен для подачи воздуха в топку котла. Дымосос – для отсоса продуктов сгорания в дымовую трубу.

Эксплуатация дымососа допускается при температуре перемещаемых газов не выше 250°C .

На котле установлен вентилятор ВДН 12,5 и дымосос ДН 15.

ВДН 12,5: Производительность = $39,10 \times 10^3$ м³/ч; напор = 532 кгс/м²; мощность электродвигателя = 55 кВт; число оборотов = 1000 об/мин.

Дымосос марки ДН 15: производительность 50 000 м³/ч; напор = 226 кгс/м²; мощность электродвигателя = 75 кВт; число оборотов - 1000 об/мин.

Состав и устройство.

ВДН – состоит из корпуса, рабочего колеса, направляющего аппарата, рамы, электродвигателя двигателя.

Рабочее колесо состоит из, основного диска, переднего конического диска, ступицы, 16 назад загнутых лопаток.

Направляющий аппарат – сварной, восьми лопастной, устанавливается на входе потока газов и служит для регулирования производительности машин. Управление направляющим аппаратом может осуществляться вручную, а также от колонки дистанционного или автоматического управления.

Питательные устройства.

Для питания котлов водой установлены насосы, присоединяемые к общей магистрали в количестве 3 штук марка насосов ЦНСГ-38-220.

ЦНС – центробежный насос секционный;

Г – перекачивание воды с температурой до 105°C;

Подача – 38 м³/час;

Напор – 220 м. вод. ст.;

Мощность эл. двигателя – 45 кВт;

Количество оборотов – 2940 об/мин.

Объем потребления тепловой энергии (мощности) и теплоносителя на собственные и хозяйственные нужды и параметры тепловой мощности нетто

На Центральной котельной паровые котлы КЕ-25-14С №3 и №4 используются 365 дней в году на собственные технологические нужды и нужды предприятий Тындинского отделения. Объем производства тепловой энергии в 2017 году составил 801116 Гкал/год. Объем отпуска тепловой энергии по г. Тында составит 740836,5 Гкал/год, из них потери 116465 Гкал/год. Из них по муниципальным котельным. – 18503 Гкал/год.

Параметры тепловой мощности нетто $Q = 383,3$ Гкал/ч. Мощность источника тепловой энергии нетто это величина, равная располагаемой мощности источника тепловой энергии за вычетом тепловой нагрузки на собственные и хозяйственные нужды

Центральная котельная - на отопление и ГВС в отопительный период работают два котла КВТК-100. Продолжительность отопительного периода 244 дня. На горячее водоснабжение в летний период в течение 108 дней задействованы котлы КВТС-30 №1 и №2. Паровые котлы КЕ-25-14С №3 и №4 используются 365 дней в году на собственные технологические нужды и нужды предприятий Тындинского отделения. Электроснабжение центральной котельной осуществляется от 29 подстанции «Котельная» 35/10/6 кВ, находящейся на балансе Дистанции электроснабжения Тындинского отделения Дальневосточной железной дороги. Учет расхода электроэнергии ведется по

электросчетчикам. Передача тепловой энергии потребителям осуществляется по тепловым сетям и центральным тепловым пунктам дистанции и муниципальным сетям..

Центральное отопление может быть осуществлено тремя способами:

1) изменением температуры теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети при неизменяемом его расходе - качественный способ центрального регулирования;

2) изменением расхода теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети при постоянной его температуре - количественный способ центрального регулирования;

3) изменением, как температуры, так и расхода теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети - качественно-количественный способ центрального регулирования.

Оптимальным способом центрального регулирования, является применение позволяющего изменять теплоотдачу нагревательных приборов отопительных систем в одинаковой степени, пропорционально тепловой потребности отапливаемых зданий и свести к минимуму их перегревы и недогревы. Свойство отопительных систем в одинаковой степени изменять теплоотдачу нагревательных приборов называется тепловой устойчивостью.

2.4 Характеристика топлива

Для сжигания на котельной используется Нерюнгринский уголь марки СС-300 с качественными показателями:

- массовая доля влаги 5,5 -8 %;
- массовая доля золы 16,5- 19,5 %;
- массовая доля серы 0,3 %;
- выход летучих веществ 21 %;
- высшая теплота сгорания, сухое беззольное состояние 8000 Ккал/кг;
- низшая теплота сгорания на рабочее состояние 6312 Ккал/кг;
- минеральные примеси породы 2,5 %;

Высшая теплота сгорания, сухое беззольное состояние 8269 Ккал/кг;

Низшая теплота сгорания на рабочее состояние 5836 Ккал/кг;

На Центральной котельной в качестве топлива используется мазут.

Мазут – представляет собой смесь углеводородов, нефтяных смол, асфальтенов, карбенов, карбоидов и органических соединений, содержащих металлы (V, Ni, Fe, Mg, Na, Ca). Мазут получают из продуктов переработки нефти и получается смешиванием тяжелых остатков от первичной перегонки нефти, вторичных процессов и побочных продуктов с производства масел.

Нефтяное топливо (мазут М-40 и М-100) предназначено для транспортных средств, стационарных мазутных котельных и технологических установок.

Технические характеристики топочного мазута М 100:

вязкость при 80 С, не более 16,0-20,0;

зольность, % не более, для мазута малозольного/зольного 0,05 / 0,14;

массовая доля механических примесей, %, не более 1;

массовая доля воды, %, не более 1;

температура вспышки, определяемая в открытом тигле °С; не ниже 110;

массовая доля серы, %, не более 1,8;

температура застывания, С, не выше 25;

плотность, при 20 С, г/см³ не нормируется;

Для оценки качества мазутов применяются такие параметры, как теплота сгорания, условная вязкость, температура воспламенения, температура застывания, зольность, процентное содержание (по массе) различных примесей и проч.

При оценке мазута марки М-100 следует обращать внимание на следующие основные характеристики:

- содержание различных примесей (в массовых долях); процентное содержание механических примесей (по массе) должно находиться в пределах от 0,1% до 1% (для мазута М100 этот показатель часто бывает близок к крайнему пределу); содержание серы (по массе) – от 0,5% до 3,5% (для М100

сравнительно высокое содержание серы является нормальным); содержание воды (по массе) – от 0,3% до 1% (M100 по этому показателю также не является лидером среди различных марок мазута);

- условная вязкость мазута M100 нормируется при температуре 80°C и 100°C и проверяется на соответствие стандарту; - теплота сгорания (мазут M100 особенно с большой долей содержания серы обладает меньшей теплотой сгорания по сравнению, например с флотскими мазутами);

- температура воспламенения (находится в пределах от 80°C до 110°C; для M100 средний показатель ближе к 100°C); - зольность мазутов должна быть в пределах от 0,05% до 0,14% (M100 чаще всего не отличается низкой зольностью);

- температура застывания мазута марки M100 наиболее высокая в сравнении с другими видами мазутов; это объясняется отсутствием среднестиллятных фракций в его составе, которые добавляются в мазуты для того, чтобы понизить температуру застывания (общие пределы для всех мазутов: от -5°C до 25°C).

Топочный мазут марки M100 чаще всего находит применение в отопительных системах, котельных. По этой причине в летний период цена на него несколько уменьшается (в большинстве регионов проблема отопления летом отсутствует). С другой стороны, при достаточно длительном хранении M100 (как и другие мазуты) значительно ухудшает свои характеристики (прежде всего, это касается увеличения массовых долей воды и механических примесей или загрязнений), то есть, заблаговременная закупка большого количества мазута вряд ли имеет смысл. Очевидно, что в свете этих соображений, при покупке мазута нужно придерживаться разумного компромисса описанных противоречивых факторов.

Расчет по каждому источнику тепловой энергии, существующему источнику тепла выполнен по используемому Нерюнгринскому каменному углю и для Центральной котельной по мазуту. Для сжигания используется Нерюнгринский уголь марки СС-300 с качественными показателями:

Высшая теплота сгорания, сухое беззольное состояние 8269 Ккал/кг;

Низшая теплота сгорания на рабочее состояние 5836 Ккал/кг;

2.5 Тепловые сети

На балансе предприятия имеются магистральные тепловые сети 1 и 2 контуров протяженностью 176,19 км и 46 центральных тепловых пунктов. Диаметры трубопроводов от 50 мм до 700 мм. Тепловые сети проложены в проходном коллекторе протяженностью 16 км и в надземном исполнении. Система теплоснабжения закрытая, тепловые сети 1 контура работают по температурному графику 150/70 градусов С, второго контура 95/70 градусов С.

Регулирование отпуска тепловой энергии в источниках теплоснабжения производится по метеорологическому фактору - температуры наружного воздуха; при этом считается, что этот фактор является общим для всех 30 отапливаемых зданий рассматриваемой системы теплоснабжения

Передача тепловой энергии потребителям осуществляется по тепловым сетям дистанции. На балансе предприятия имеются магистральные тепловые сети, как это было указано выше. Изоляция тепловых сетей является минвата 60 мм с кожуховкой из фольгоизола или листового металла или рубероид.

Описание типов и количества секционирующей и регулирующей арматуры на тепловых сетях. Между направлениями имеются участки трубопроводов с отключающей арматурой, предназначенные для связи трубопроводов тепловых сетей между собой при возникновении аварийных ситуаций и необходимости проведения ремонтных работ. В каждой насосной станции имеется переключатель между подающим и обратным трубопроводом. Обратные клапаны на них расположены таким образом, что во время работы насосов движение воды возможно только из обратного трубопровода в подающий, что позволяет корректировать подмешиванием температурный график теплосетей. Защита тепловой сети от превышения давления обеспечивается с помощью трех регуляторов давления, установленных после узлов подпитки

Фактические температурные режимы отпуска тепла в тепловые сети и их соответствие утвержденным графикам регулирования отпуска тепла в тепловые сети.

В таблице представлены средние значения температуры окружающей среды и теплоносителя за год и каждый месяц и их соответствие утвержденным графикам регулирования отпуска тепла в тепловые сети:

Таблица 10- Фактические температуры отпуска тепла

Месяц	Температура наружного воздуха	Температура Прямой сетевой воды	Температура Обратной сетевой воды	Фактическая Температура Сетевой воды	Фактическая Температура Обратной сетевой воды
Январь	-13	80	55	78,7	54,7
Февраль	-11	77	53	76,8	52,9
Март	-7	70	49	70	49
Апрель	+1	65	45	65	45
Май	+8	-	-	65	44,8
Июнь	+ 12,4	-	-	65	45
Июль	+13,9	-	-	65	45
Август	8,9	-	-	65	45
Сентябрь	+2	-	-	65	45
Октябрь	-4	65	45	65	45
Ноябрь	-4	65	46	64,9	45,9
Декабрь	-8	71	50	70,8	45,9

За 5 лет на тепловых сетях произошло 37 аварий. Общее время устранения составляет 37 час. В перечень работ включены замена участков трубопроводов до 2 м и сварочные работы слесаря и сварщика. Износ теплосетей достигает 60 – 70 %.

3 РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА ТЫНДА, АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ

Теплоснабжение предназначена для обеспечения теплом зданий и сооружений.

Назначение системы теплоснабжения стоит в обеспечении потребителей необходимым количеством теплоты требуемого качества.

Чтобы узнать что нужно нам заменить или улучшить мы проведем расчеты которые наглядно нам покажут что не так и где требуется замена.

3.1 Расчет нагрузок на отопление

Расчетная тепловая нагрузка на отопления отдельного здания определяется по показателям:

$$Q_o^{\max} = \alpha V q_o (t_j - t_o) (1 + K_{u.p}) 10^{-6} \quad (1)$$

где α - поправочный коэффициент, учитывающий отличие расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления t_o от $t_o = -37$ °С;

V - объем здания по наружному обмеру, м³;

q_o - удельная отопительная характеристика здания при $t_o = -30$ °С, ккал/м³ ч °С;

$K_{u.p}$ - расчетный коэффициент инфильтрации, обусловленной тепловым и ветровым напором, т.е. соотношение тепловых потерь зданием с инфильтрацией и теплопередачей через наружные ограждения при температуре наружного воздуха, расчетной для проектирования отопления.

Расчетный коэффициент инфильтрации $K_{u.p}$ определяется:

$$K_{u.p} = 10^{-2} \sqrt{\left[2gL \left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_j} \right) + w_o^2 \right]} \quad (2)$$

где g - ускорение свободного падения, м/с^2 ;

L - свободная высота здания, м ;

w_0 - расчетная для данной местности скорость ветра в отопительный период, м/с ; принимается по СНиП 23-01-99 [1].

Средняя тепловая нагрузка отопления определяется по формуле:

$$Q_o^{cp} = Q_o^{\max} \frac{t_{вн} - t_o^{cp}}{t_{вн} - t_o^p}, \quad (3)$$

где Q_o^{\max} - расчетная тепловая нагрузка отопления

$t_{вн}$ - расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях, $^{\circ}\text{C}$;

t_o^p - расчетная для отопления температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$

t_o^{cp} - расчетная за отопительный период температура наружного воздуха,

Годовой расход теплоты на отопление:

$$Q_o^r = Q_o^{cp} \cdot h_0 \quad (4)$$

где h_0 - длительность отопительного периода, ч.

3.2 Расчет нагрузок на горячее водоснабжение

Средняя часовая тепловая нагрузка горячего водоснабжения потребителя тепловой энергии Q_{hm} , Гкал/ч, в отопительный период определяется по формуле:

$$Q_{hm} = \frac{\alpha N (55 - t_c) 10^{-6}}{T} \quad (5)$$

где α - норма затрат воды на горячее водоснабжение абонента, л/ед. измерения в сутки; должна быть утверждена местным органом самоуправления; при отсутствии утвержденных норм принимается по таблице (обязательного) СНиП 2.04.01-85 [3];

N - количество единиц измерения, отнесенное к суткам, - количество жителей, учащихся в учебных заведениях и т.д.;

t_c - температура водопроводной воды в отопительный период, °С; при отсутствии достоверной информации принимается $t_c = 5$ °С;

T - продолжительность функционирования системы горячего водоснабжения абонента в сутки, принимаем 24 ч;

Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение:

$$Q_{hm}^r = Q_{hm} \cdot n_0 \quad (6)$$

где n_0 - длительность периода горячего водоснабжения, ч.

Ниже в качестве примера произведен расчет объекта 72. Которое представляет собой шестнадцатизэтажное жилое здание.

Первое что мы рассчитываем – это коэффициент инфильтрации

$$K_{u.p} = 10^{-2} \sqrt{\left[2 \cdot 9,8 \cdot 48 \left(1 - \frac{273 + (-37)}{273 + 18} \right) + 2,9^2 \right]} = 0,138$$

где g - ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с²;

L - свободная высота здания, $L = 48$ м;

w_0 - расчетная для данной местности скорость ветра в отопительный период, м/с; принимается по СНиП 23-01-99, в Тындинском районе $w_0 = 2,9$ [1].

Расчетная тепловая нагрузка на отопление 72 здания

$$Q_o^{\max} = 0,98 \cdot 7910 \cdot 0,41 \cdot (18 - (-37)) \cdot (1 + 0,138) \cdot 10^{-6} = 0,199, \text{ Гкал / час}$$

где α - поправочный коэффициент, $\alpha = 0,98$

t_o - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления в городе Тында, $t_o = -37$ °С

t_j - расчетная температура внутри здания $t_j = 18$ °С

V - объем здания по наружному обмеру, $V = 7910$ м³;

q_o - удельная отопительная характеристика здания при t_o , $q_o = 0.41$ ккал/ м³ · ч °С.

Средняя тепловая нагрузка отопления:

$$Q_o^{cp} = 0.199 \cdot \frac{18 - 12,5}{18 - (-37)} = 0,02, \text{ Гкал / час}$$

$t_{вн}$ - расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях, $t_{вн} = 18$ °С;

t_o^p - расчетная для отопления температура наружного воздуха, $t_o^p = -37$ °С

t_o^{cp} - расчетная за отопительный период температура наружного воздуха
 $t_o^{cp} = 12,5$ °С

Годовой расход теплоты на отопление жилого здания

$$Q_o^r = 0.02 \cdot 5.27 \cdot 10^4 = 1.048 \cdot 10^3, \text{ Гкал}$$

где h_o - длительность отопительного периода, $h_o = 5,27 \times 10^4$ ч.

3.3 Расчет нагрузок на горячее водоснабжение

Средняя часовая тепловая нагрузка горячего водоснабжения потребителя тепловой энергии Q_{hm} , Гкал/ч, в отопительный период определяется по формуле

$$Q_{hm} = \frac{150 \cdot 1647 \cdot (55 - 5) \cdot 10^{-6}}{24} = 5,15 \cdot 10^{-3}, \text{ Гкал / ч} \quad (7)$$

где где α - норма затрат воды на горячее водоснабжение абонента, л/ед. измерения в сутки; должна быть утверждена местным органом самоуправления;

при отсутствии утвержденных норм принимается по таблице (обязательного) СНиП 2.04.01-85 [3];

N - количество единиц измерения, отнесенное к суткам, - количество жителей, учащихся в учебных заведениях. Смотрим по документам о количестве жителей в домах

t_c - температура водопроводной воды в отопительный период, °С; при отсутствии достоверной информации принимается $t_c = 5$ °С;

T - продолжительность функционирования системы горячего водоснабжения абонента в сутки, принимаем 24 ч;

Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение

$$Q_{\text{hm}}^{\text{r}} = 5,15 \cdot 10^{-3} \cdot 8016 = 41,28 \text{ Гкал} \quad (6)$$

где n_0 - длительность периода горячего водоснабжения, $n_0 = 8016$ ч.

Аналогично были произведены расчеты для остальных объектов, результат представлен в Таблице 11

Таблица 11 - Нагрузка на отопление и горячее водоснабжение

№ здания	V, м ³	q, ккал /м ³ ч ⁰ С	L, м	t, °С	Q _{оmax} Гкал/ч	Q ₀ ^r Гкал	Q _{hm} Гкал/ч	Q _{hm} ^r Гкал
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2109,6	0,52	12	18	0,063	334,453	7,691x10 ⁻³	61.65
2	3876,2	0,47	21	18	0,107	565,979	5,768x10 ⁻³	46.238
3	9597	0,39	27	18	0,223	1175	0,011	89.039
4	15070,6	0,37	27	18	0,332	1750	0,017	139.822
5	5721,05	0,43	27	18	0,147	772,231	6,622 x10 ⁻³	53.079
6	3597,2	0,57	15	18	0,119	629,42	7.494 x10 ⁻³	60.073
7	5050,4	0,45	27	18	0,135	713,414	5.845 x10 ⁻³	46.856
8	1937	0,53	15	18	0,06	315,142	4.035x10 ⁻³	32.348
9	1272	0,59	6	20	0,044	307,076	3.313x	26.553
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	4908,3	0,45	27	18	0,132	693,341	5,681x10 ⁻³	45,538
11	4812,5	0,45	27	18	0,129	679,808	5.57x10 ⁻³	44.649

Продолжение Таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	4855,5	0,45	27	18	0,13	685,882	5.62×10^{-3}	45,048
13	13037,4	0,37	27	18	0,287	1514	0.015	120.958
14	7100,8	0,41	15	18	0,17	893,701	9.862×10^{-3}	7.906
15	2034	0,52	9	20	0,063	436,685	3.531×10^{-3}	28.306
16	4550	0,45	15	18	0,119	565,979	9.479×10^{-3}	75.985
17	4104	0,46	15	18	0,11	579,517	8.55×10^{-3}	68.537
18	4855,5	0,45	27	18	0,13	685,882	5.62×10^{-3}	45.048
19	5375,5	0,43	15	15	0,127	322,053	0.011	89.771
20	3684	0,47	12	16	0,096	333,609	1.1×10^{-3}	8.818
21	1944	0,53	9	20	0,061	425,389	3.375×10^{-3}	27.054
22	9929,8	0,39	15	18	0,226	1189	0.021	165.828
23	1153,8	0,62	9	16	0,04	137,631	3.205×10^{-4}	2.569
24	3276,2	0,47	27	18	0,092	483,361	3.792×10^{-3}	30.396
25	3966,1	0,47	27	18	0,111	585,147	4.59×10^{-3}	36.797
26	4558,2	0,45	15	18	0,119	629,661	9.496×10^{-3}	76.122
27	7404,6	0,41	27	18	0,181	952,991	8.57×10^{-3}	68.698
28	4855,5	0,45	27	18	0,13	685,882	5.62×10^{-3}	45.048
29	4855,5	0,45	27	18	0,13	685,882	5.62×10^{-3}	45.048
30	4855,5	0,45	27	18	0,13	685,882	5.32×10^{-3}	45.048
31	4568,7	0,46	15	18	0,122	645,136	9.518×10^{-3}	76.297
32	4010,2	0,46	27	18	0,11	579,065	4.641×10^{-3}	37.206
33	4948,1	0,45	27	18	0,133	698,963	5.727×10^{-3}	45.907
34	4970,1	0,41	27	18	0,133	702,071	5.752×10^{-3}	46.111
35	7474	0,41	27	18	0,183	961,923	8.65×10^{-3}	69.342
36	4910	0,45	27	18	0,132	693,581	5.683×10^{-3}	45.554
37	4910	0,45	27	18	0,132	693,581	5.683×10^{-3}	45.554
38	2958,4	0,50	6	20	0,087	605,248	5.136×10^{-3}	41.171
39	4947,8	0,45	27	18	0,133	698,921	5.727×10^{-3}	45.905
40	4972,7	0,45	27	18	0,133	702,438	5.755×10^{-3}	46.136
41	4272,9	0,45	27	18	0,115	603,585	4.945×10^{-3}	39.643
42	4272,2	0,45	27	18	0,115	603,486	4.945×10^{-3}	39.637
43	4119,9	0,45	27	18	0,11	581,972	4.768×10^{-3}	38.224
44	4083,2	0,45	27	18	0,109	576,788	4.726×10^{-3}	37.883
45	4059,7	0,45	27	18	0,109	573,469	4.699×10^{-3}	37.665
46	2928	0,50	12	16	0,082	283,795	8.743×10^{-4}	7.009
47	1380	0,58	6	20	0,047	327,502	2.396×10^{-3}	19.205
48	1296	0,59	6	20	0,045	312,87	3.375×10^{-3}	27.054
49	7591,5	0,41	27	18	0,185	977,045	8.786×10^{-3}	70.432
50	3826	0,47	15	18	0,105	552,006	8.729×10^{-3}	35.497
51	4190	0,45	15	18	0,11	578,799	8.729×10^{-3}	69.973

Продолжение Таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
52	5050,4	0,43	6	20	0,128	888,588	8.768×10^{-3}	70.285
53	4222,9	0,46	15	18	0,113	596,307	4.888×10^{-3}	39.179
54	4257,2	0,46	27	18	0,117	614,731	4.927×10^{-3}	39.497
55	4222,9	0,46	27	18	0,116	610,803	4.896×10^{-3}	39.245
56	4223,8	0,46	27	18	0,116	609,778	4.888×10^{-3}	39.245
57	4223,8	0,46	27	18	0,116	609,908	4.889×10^{-3}	39.187
58	4222,9	0,46	27	18	0,116	609,778	4.888×10^{-3}	39.179
59	4230,6	0,46	27	18	0,116	610,89	4.897×10^{-3}	39.251
60	4224,2	0,46	27	18	0,116	609,966	4.889×10^{-3}	39.191
61	4220,3	0,46	27	18	0,116	609,403	4.855×10^{-3}	39.155
62	4220,2	0,46	27	18	0,116	609,388	4.884×10^{-3}	39.154
63	4220,3	0,46	27	18	0,116	609,403	4.885×10^{-3}	39.155
64	4220,3	0,46	27	18	0,116	609,403	4.885×10^{-3}	39.155
65	844,8	0,66	6	16	0,031	106,345	5.045×10^{-4}	4.044
66	1152	0,60	9	16	0,038	132,983	3.2×10^{-4}	2.565
67	2520	0,52	9	18	0,075	396,469	7×10^{-4}	5.611
68	1344	0,58	9	16	0,043	144,522	3.733×10^{-4}	2.993
69	2250	0,52	15	18	0,068	359,159	3.75×10^{-3}	30.06
70	4622,4	0,45	6	16	0,114	396,734	6.131×10^{-3}	49.148
71	1765,8	0,53	9	16	0,052	180,057	4.905×10^{-4}	3.932
72	7910	0,41	48	18	0,199	1048	5.15×10^{-3}	41.28
73	1351	0,58	9	18	0,045	237,077	4.691×10^{-3}	37.603
74	7947,7	0,41	48	18	0,2	1053	5.174×10^{-3}	41.477
75	6855,7	0,42	48	18	0,177	930,597	4.463×10^{-3}	35.778
76	1085	0,62	9	16	0,036	126,203	3.061×10^{-4}	2.454
77	6855,7	0,42	48	18	0,177	930,597	4.463×10^{-3}	35.778
78	4196,9	0,45	15	18	0,11	579,752	8.744×10^{-3}	70,088
79	4271,5	0,45	15	18	0,112	590,057	8.899×10^{-3}	71.334
80	4454,7	0,45	15	18	0,117	615,364	9.281×10^{-3}	74.393
81	4689	0,45	15	18	0,123	647,73	9.769×10^{-3}	78.306
82	4649,3	0,45	27	18	0,125	656,755	5.381×10^{-3}	43.135
83	4160,3	0,45	15	18	0,109	574,696	9.032×10^{-3}	72.401
84	4335,4	0,45	15	18	0,114	598,884	7.971×10^{-3}	63.894
85	3826	0,47	15	18	0,105	552,006	7.971×10^{-3}	63.894
86	3316,3	0,48	15	18	0,093	488,648	6.909×10^{-3}	55.382
87	3312,1	0,48	15	18	0,093	488,029	6.9×10^{-3}	55.312
88	4138,4	0,45	15	18	0,108	571,671	8.622×10^{-3}	69.111
89	4067,7	0,45	15	18	0,107	561,904	8.474×10^{-3}	67.931
90	3529,4	0,47	15	18	0,097	509,213	6.856×10^{-3}	54.985
91	3290,9	0,47	15	18	0,09	474,803	6.856×10^{-3}	54.958

Продолжение Таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
92	1724,4	0,53	9	16	0,051	175,836	4.79×10^{-4}	3,84
93	8930,5	0,40	15	18	0,208	1097	0.019	149,139
94	262,2	0,78	3	16	0,011	38,597	2.185×10^{-4}	1,751
95	1860	0,53	6	18	0,056	295,633	7.75×10^{-4}	6,212
96	1820	0,53	15	18	0,048	251,411	5.056×10^{-4}	4,053
97	3690	0,47	15	18	0,101	532,384	1.025×10^{-3}	8,216
98	4899,3	0,45	27	18	0,131	692,069	5.67×10^{-3}	45,455
99	1344	0,53	27	18	0,042	223,603	3.5×10^{-3}	28.056
100	4157	0,46	27	18	0,114	600,262	4.811×10^{-3}	38.568
101	2175	0,52	15	20	0,068	473,885	7.25×10^{-3}	58.116
102	2175	0,52	15	20	0,068	473,885	6.042×10^{-3}	48.43
103	1744,8	0,53	12	20	0,055	384,783	6.058×10^{-3}	48.564
104	2808	0,50	12	20	0,084	584,201	9.75×10^{-3}	78.156
105	2178	0,52	9	18	0,065	342,663	6.05×10^{-4}	4.85
106	1371,6	0,58	9	18	0,046	240,692	3.81×10^{-4}	3.054
107	2383,2	0,52	9	18	0,071	374,974	6.62×10^{-4}	5.307
108	1247,4	0,59	9	16	0,041	141,596	3.465×10^{-4}	2.778
109	2958	0,50	12	16	0,082	286,702	8.833×10^{-4}	7.08
110	3810	0,47	15	18	0,104	549,698	1.058×10^{-3}	8.484
111	3160,8	0,47	27	18	0,088	466,335	3.658×10^{-3}	29.325
112	4171,9	0,45	30	18	0,112	589,318	4.346×10^{-3}	34.835
113	3131,8	0,48	27	18	0,09	471,887	3.625×10^{-3}	29.056
114	2160	0,52	6	27	0,075	890,18	9×10^{-4}	7.214
115	877,2	0,66	6	16	0,032	110,424	4.569×10^{-3}	36.623
116	10526,6	0,38	15	18	0,233	1228	0.022	175.794
117	1368	0,58	12	20	0,048	330,148	1.188×10^{-3}	9.519
118	15641,1	0,37	27	18	0,345	1817	0.018	145.115
119	2958	0,50	12	16	0,082	286,702	8.833×10^{-4}	7.08
120	15040,2	0,37	15	18	0,324	1708	0.031	251.171
121	5668,9	0,43	15	18	0,142	748,287	0.012	94.671
122	4990,4	0,45	27	18	0,134	704,938	5.776×10^{-3}	46.3
123	7761,6	0,41	12	16	0,177	616,877	6.738×10^{-3}	54.008
124	15641,1	0,37	27	18	0,345	1817	0.018	145.115
125	4196,2	0,45	27	18	0,112	592,75	4.857×10^{-3}	38.931
126	1320	0,58	12	16	0,043	148,411	3.942×10^{-4}	3.16
127	4146	0,45	27	18	0,111	585,659	4.799×10^{-3}	38.466
128	4196,2	0,45	27	18	0,112	592,75	4.857×10^{-3}	38.931
129	4255,5	0,45	27	18	0,114	601,127	4.925×10^{-3}	39.482
130	4255,5	0,45	27	18	0,114	601,127	4.925×10^{-3}	39,482
131	2016	0,53	9	15	0,058	146,781	5.6×10^{-4}	39.482

Продолжение Таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
132	4118,7	0,45	27	18	0,11	581,803	4.767 x10 ⁻³	4,489
133	1320	0,58	9	18	0,044	231,673	4.583 x10 ⁻³	38.212
134	4236,7	0,46	27	18	0,116	611,771	4.904 x10 ⁻³	36.74
135	4198,4	0,46	27	18	0,115	606,24	4.859 x10 ⁻³	39.307
136	4198,4	0,46	27	18	0,115	606,24	4.859 x10 ⁻³	38.952
137	4198,4	0,46	27	18	0,115	606,24	4.859 x10 ⁻³	38.952
138	1927	0,53	27	18	0,061	320,598	1.784 x10 ⁻⁴	1.43
139	4521	0,45	27	18	0,121	638,631	5.233 x10 ⁻³	41.945
140	1620	0,57	9	20	0,055	381,245	6.45 x10 ⁻⁴	5.17
141	1320	0,58	6	20	0,045	313,262	3.437 x10 ⁻³	27.555
142	4945,3	0,45	27	18	0,133	698,567	5.724 x10 ⁻³	45.881
143	4120,8	0,46	27	18	0,113	595,035	4.769 x10 ⁻³	38.232
144	4201,1	0,46	27	18	0,115	606,63	4.862 x10 ⁻³	38.977
145	1366,2	0,58	9	16	0,044	152,453	3.795 x10 ⁻⁴	3.042
146	4188	0,46	27	18	0,115	604,739	4.847 x10 ⁻³	38.855
147	4180,4	0,46	27	18	0,115	603,641	4.838 x10 ⁻³	38.785
148	4185	0,46	27	18	0,115	604,305	4.844 x10 ⁻³	38.828
149	4095,5	0,47	27	18	0,115	604,238	4.74 x10 ⁻³	37.997
150	9618,6	0,39	27	18	0,223	1178	0.011	89.239
151	8731,8	0,40	27	18	0,208	1096	0.01	81.012
152	1107	0,62	6	16	0,038	130,906	4.612 x10 ⁻⁴	3.697
153	1222,2	0,59	9	16	0,04	138,735	4.866 x10 ⁻⁴	3.901
154	1600,2	0,55	9	14	0,047	72,515	1.482 x10 ⁻⁴	1.188
155	1452,6	0,57	9	16	0,046	159,299	5.044 x10 ⁻³	40.431
156	1957	0,53	15	16	0,058	202,419	4.077 x10 ⁻³	32.628
157	3597,2	0,47	15	18	0,098	518,995	7.494 x10 ⁻³	60.073
158	3603,31	0,45	27	18	0,097	508,999	4.17 x10 ⁻³	33.431
159	3254,6	0,48	27	18	0,093	490,39	3.767 x10 ⁻³	30.195
160	3881,1	0,47	27	18	0,109	572,606	4.492 x10 ⁻³	36.008
161	7444,2	0,41	15	18	0,178	936,921	0.016	124.318
162	4951	0,45	27	18	0,133	699,373	5.73 x10 ⁻³	45.934
163	4894,8	0,45	27	18	0,131	691,434	5.665 x10 ⁻³	45.413
164	4950,8	0,45	27	18	0,133	699,316	5.73 x10 ⁻³	45.931
165	4949,5	0,45	27	18	0,133	699,161	5.729 x10 ⁻³	45.92
166	986,4	0,39	6	16	0,021	73,373	2.74 x10 ⁻⁴	2.196
167	1320	0,42	6	20	0,045	313,262	3.437 x10 ⁻³	27.555
168	7397,1	0,42	27	18	0,185	975,245	8.561 x10 ⁻³	68.629
169	6020,9	0,42	27	18	0,151	793,805	6.969 x10 ⁻³	55.861
170	2070	0,52	9	16	0,06	207,093	8.242 x10 ⁻⁴	6,607
171	1356	0,58	6	15	0,042	107,115	5.399 x10 ⁻⁴	4.328

1	2	3	4	5	6	7	8	9
172	4945,3	0,45	27	18	0,133	698,567	5.724×10^{-3}	45,881
173	7241	0,41	27	18	0,177	931,935	8.381×10^{-3}	67.18
174	4973,7	0,45	27	18	0,133	702,579	5.757×10^{-3}	46.145
175	4768,9	0,45	27	18	0,128	673,649	5.52×10^{-3}	44.245
176	4956,8	0,45	27	18	0,133	700,164	5.737×10^{-3}	45.986
177	1122,8	0,62	9	15	0,038	95,631	4.47×10^{-4}	3.583
178	4838,6	0,45	27	18	0,13	683,495	5.6×10^{-3}	44.891

3.5 Гидравлический расчет

Для проведения гидравлического расчета необходимо разбить тепловую сеть на участки, а затем для каждого из них определить тепловые нагрузки на отопление и горячее водоснабжение.

Расчетный расход теплоносителя на отопление, кг/с:

$$G_o^{\max} = \frac{Q_o^{\max}}{c \cdot (\tau_1' - \tau_2')}, \quad (7)$$

где c – теплоемкость воды;

τ_1', τ_2' - текущие температуры в подающем трубопроводе тепловой сети и обратном трубопроводе после системы отопления, $^{\circ}\text{C}$.

Расход теплоносителя на горячее водоснабжение, кг/с:

$$G_{hm} = \frac{Q_{hm}}{c \cdot (\tau_1' - \tau_2')}, \quad (8)$$

Показан расчет объекта 72, в качестве примера. Которое представляет собой жилое здание. И так же покажем расчет объекта 170 Четырех этажного здания.

Расчетный расход теплоносителя на отопление, кг / с, по формуле (7)

$$G_{72}^{\max} = \frac{0,02}{3600 \cdot (150 - 70)} = 0,22$$

$$G_{170}^{\max} = \frac{0,06}{3600 \cdot (150 - 70)} = 0,207$$

G_0^{\max} – расчетная тепловая нагрузка для 1 здания=0,02, Гкал/ч, и для 2= 0,06 Гкал/ч.

где c - теплоемкость воды, $c=3600$

τ_1, τ_2 - текущие температуры в подающем трубопроводе тепловой сети и обратном трубопроводе после системы отопления, $\tau_1 = 150, \tau_2 = 70$ °С.

Расход теплоносителя на горячее водоснабжение, кг/с:

$$G_{hm72} = \frac{5,14 \cdot 10^{-3}}{3600 \cdot (150 - 70)} = 0,015,$$

$$G_{hm170} = \frac{8,242 \cdot 10^{-4}}{3600 \cdot (150 - 70)} = 2,862 \cdot 10^{-3},$$

3.6 Предварительный гидравлический расчет

Предварительный гидравлический расчет выполняется без учета потерь в местных сопротивлениях.

Зная расходы теплоносителя на участках и средние удельные потери на трение, находим диаметр $d_{вн}$ трубопровода и соответствующие значения $R_{уд}$:

$$d_{вн} = \frac{0,117 \cdot G^{0,38}}{R_{уд}^{0,19}}, \quad (9)$$

где G -расход теплоносителя на участок, кг/с;

$d_{вн}$ - внутренний диаметр, м;

$R_{уд}$ – удельные потери, Па/м.

По вычисленному значению $d_{вн}$ подбирается стандартный диаметр, по которому уточняется величина $R_{уд}$:

$$R_{уд} = \frac{13,62 \cdot 10^{-6} \cdot G^2}{d_{вн}^{5,25}}, \quad (10)$$

Произведен расчет расхода теплоносителя на участках и средний удельные потери на трение, находим диаметр $d_{вн}$ трубопровода и соответствующие значение $R_{уд}$ участка 28 по формуле (9)

$$d_{вн28} = \frac{0,117 \cdot 7,515^{0,38}}{49,05^{0,19}} = 0,12$$

где G -расход теплоносителя на участок, кг/с. В Таблице 12 $G_{lm28} = 7,515, кг / с$

$d_{вн}$ - внутренний диаметр, м;

$R_{уд}$ – удельные потери, $R_{уд28} = 49,05$ Па/м.

По вычисленному значению $d_{вн}$ подбирается стандартный диаметр, по которому уточняется величина $R_{уд}$, Па/м:

$$R_{уд28} = \frac{13,62 \cdot 10^{-6} \cdot 7,515^2}{0,12^{5,25}} = 42,39$$

где $d_{вн}$ - внутренний диаметр $d_{вн}=0,12$, м, подбираем стандартный диаметр $d_{ст}=0,125$ м.

Предварительный гидравлический расчет сводится в Таблицу 13

Таблица 13 – Предварительный гидравлический расчет

№ участка	Расчётные расходы теплоносителя, кг/с			l, м	d _{вн} , мм	R _{уд} , Па/м
	G _{от}	G _{гвс}	G _{сум}			
1	2	3	4	5	6	7
1	0,22	7.691x10 ⁻³	3.621	593	0,083	31.755
2	0,373	5.768x10 ⁻³	0.132	111	0,025	16.775
3	0,774	0,011	3.489	74	0,09	29.479
4	1,153	0,017	0.735	21.4	0,05	49.728
5	0,509	6.622x10 ⁻³	2.754	12	0,082	18.372
6	0,415	7.494x10 ⁻³	0.815	18.1	0,052	11.272
7	0,47	5.845x10 ⁻³	1.94	39.4	0,072	27.548
8	0,208	4.035x10 ⁻³	0.415	18.3	0,04	51.116
9	0,154	3.313x10 ⁻³	1.525	45.2	0,066	39.521
10	0,457	5.681x10 ⁻³	0.303	41.3	0,035	31.2
11	0,448	5.57x10 ⁻³	0.14	42.7	0,026	0.048
12	0,452	5.62x10 ⁻⁴	0.163	49.4	0,028	25.485
13	0,998	0,015	1.222	17.3	0,06	23.528
14	0,589	9.862x10 ⁻⁴	0.415	42	0,04	51.216
15	0,219	3.531x10 ⁻³	0.807	70.5	0,051	11.068
16	0,414	9.479x10 ⁻³	0.415	30.5	0,04	51.103
17	0,382	8.55x10 ⁻³	0.783	44	0,051	56.543
18	0,452	5.62x10 ⁻³	0.415	20.5	0,04	51.289
19	0,441	0,011	8.683	38.9	0,127	21.73
20	0,333	1.1x10 ⁻³	0.368	212	0,037	40.27
21	0,213	3.375x10 ⁻³	0.393	113	0,038	45.832
22	0,783	0,021	0.216	36.7	0,031	13.891
23	0,137	3.205x10 ⁻⁴	0.176	112	0,028	9.26
24	0,318	3.792x10 ⁻³	0.153	19.5	0,027	7.001
25	0,386	4.59x10 ⁻³	8.53	45.1	0,126	54.611
26	0,415	9.496x10 ⁻³	7.697	58.2	0,121	44.464
27	0,628	8.57x10 ⁻³	0.181	45.1	0,029	9.781
28	0,452	5.62x10 ⁻³	7.515	25.6	0,12	42.393
29	0,452	5.62x10 ⁻³	1.079	45.3	0,057	18.339
30	0,452	5.62x10 ⁻³	6.436	67.2	0,113	31.095
31	0,452	9.518x10 ⁻³	2.949	129	0,081	21.061
32	0,382	4.641x10 ⁻³	0.671	27	0,048	41.517
33	0,461	5.727x10 ⁻³	2.278	71.3	0,076	40.544
34	0,463	5.752x10 ⁻³	1.437	34.1	0,064	32.514
35	0,634	8.65x10 ⁻³	0.481	24.6	0,042	21.297
36	0,457	5.683x10 ⁻³	0.956	43.3	0,055	14.395
37	0,457	5.683x10 ⁻³	0.475	33.3	0,042	20.816

Продолжение Таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7
38	0,303	5.136×10^{-3}	0,481	20,3	0,042	21,293
39	0.46	5.727×10^{-3}	0.481	59	0.042	21.284
40	0.463	5.755×10^{-3}	0.841	68.9	0.052	11.145
41	0.398	4.945×10^{-3}	0.672	37	0.048	41.657
42	0.398	4.945×10^{-3}	0.169	38	0.028	8.474
43	0.383	4.768×10^{-3}	5.178	64.2	0.104	20.128
44	0.38	4.726×10^{-3}	0.672	25.2	0.048	41.657
45	0.378	4.699×10^{-3}	4.506	60.5	0.099	49.181
46	0.283	8.743×10^{-4}	0.547	54.3	0.044	27.599
47	0.164	2.396×10^{-3}	3.959	29.7	0.094	37.962
48	0.157	3.375×10^{-3}	0.149	14.2	0.027	6.574
49	0.644	8.786×10^{-3}	3.81	43.5	0.093	35.164
50	0.364	4.428×10^{-3}	0.209	19.3	0.031	13.051
51	0.381	8.729×10^{-3}	3.601	78.2	0.091	31.404
52	0.445	8.768×10^{-3}	0.48	11.2	0.042	21.248
53	0.393	4.888×10^{-3}	3.121	66.6	0.086	23.587
54	0.405	4.927×10^{-3}	0.483	14.5	0.042	21.493
55	0.402	4.896×10^{-3}	2.638	22.9	0.081	16.852
56	0.402	4.888×10^{-3}	0.643	14.1	0.047	38.121
57	0.402	4.889×10^{-3}	1.995	29.4	0.073	31.096
58	0.402	4.888×10^{-3}	3.526	405	0.082	30.118
59	0.402	4.897×10^{-3}	1.532	81.6	0.066	36.961
60	0.402	4.889×10^{-3}	0.463	49.1	0.042	19.759
61	0.402	4.885×10^{-3}	1.069	19.1	0.057	8.926
62	0.402	4.884×10^{-3}	0.481	27.8	0.042	21.345
63	0.402	4.885×10^{-3}	0.587	23.8	0.046	31.806
64	0.402	4.885×10^{-3}	0.132	87.2	0.026	5.143
65	0.106	5.045×10^{-4}	0.456	182	0.04	61.825
66	0.133	$3,2 \times 10^{-4}$	0.833	54.1	0.052	10.936
67	0.261	7×10^{-4}	0.417	28.5	0.04	51.611
68	0.15	$3,731 \times 10^{-4}$	8.835	43.6	0.052	22.495
69	0.237	3.75×10^{-3}	0.409	27	0.04	49.657
70	0.396	6.131×10^{-3}	8.426	28.5	0.128	20.462
71	0.18	$4,905 \times 10^{-4}$	0.48	24.9	0.04	21.248
72	0.691	5.15×10^{-3}	7.946	328	0.115	47.391
73	0.156	4.691×10^{-3}	5.992	65.6	0.11	26.952
74	0.694	5.174×10^{-3}	0.203	8.72	0.03	12.268
75	0.613	4.463×10^{-3}	5.789	51.5	0.109	25.156
76	0.126	3.061×10^{-4}	0.413	13.3	0.04	50.77
77	0.613	4.463×10^{-3}	5.376	43.3	0.106	21.694

Продолжение Таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7
78	0,382	8.744×10^{-3}	3,007	80,2	0,085	21,907
79	0.389	8.899×10^{-3}	0.639	47.4	0.047	37.618
80	0.405	9.281×10^{-3}	0.4	119	0.038	45.558
81	0.427	9.769×10^{-3}	3.407	80.8	0.089	28.12
82	0.433	5.381×10^{-3}	0.169	32.1	0.028	8.447
83	0.379	9.032×10^{-3}	3.576	68.7	0.091	30.97
84	0.395	9.032×10^{-3}	3.744	78.3	0.092	33.958
85	0.364	7.971×10^{-3}	0.416	13.4	0.04	51.544
86	0.322	6.909×10^{-3}	4.161	33.6	0.096	41.929
87	0.322	6.9×10^{-3}	0.416	4.6	0.1	0.42
88	0.377	8.622×10^{-3}	4.577	41.4	0.1	50.739
89	0.37	8.474×10^{-3}	0.416	43.2	0.04	51.544
90	0.336	6.856×10^{-3}	0.42	103	0.039	52.544
91	0.313	6.856×10^{-3}	0.212	110	0.03	52.489
92	0.175	6.856×10^{-4}	3.788	47.9	0.093	13.348
93	0.722	0.019	0.439	81.1	0.041	34.748
94	0.039	2.185×10^{-4}	4.227	139	0.093	17.758
95	0.195	7.75×10^{-4}	0.169	29.5	0.028	8.474
96	0.166	5.056×10^{-3}	0.193	11.9	0.03	11.095
97	0.351	1.025×10^{-3}	0.362	130	0.037	38.962
98	0.456	5.67×10^{-3}	2.369	42.6	0.077	43.847
99	0.147	3.5×10^{-3}	1.26	9.04	0.061	25.004
100	0.395	4.811×10^{-3}	1.109	84.5	0.058	19.37
101	0.237	7.25×10^{-3}	0.485	31.4	0.042	21.637
102	0.237	6.042×10^{-3}	0.959	13.5	0.055	14.501
103	0.193	6.058×10^{-3}	0.149	58.8	0.027	6.642
104	0.293	9.75×10^{-3}	0.81	13.3	0.052	10.335
105	0.226	6.05×10^{-4}	0.407	20.7	0.04	49.365
106	0.159	3.81×10^{-4}	0.403	113	0.038	48.191
107	0.247	6.62×10^{-4}	0.407	178	0.038	49.365
108	0.141	3.465×10^{-4}	0.413	224	0.039	50.77
109	0.286	8.833×10^{-4}	0.534	29.3	0.044	26.285
110	0.362	1.058×10^{-3}	1.234	17.8	0.06	24.003
111	0.307	3.658×10^{-3}	1.838	96.7	0.07	26.403
112	0.388	4.346×10^{-3}	0.289	62.6	0.035	24.86
113	0.311	3.625×10^{-3}	1.26	37.4	0.061	25.004
114	0.259	9×10^{-4}	1.549	64.7	0.066	37.797
115	0.11	3.655×10^{-4}	0.262	66.1	0.034	20.415
116	0.809	0.022	0.823	94	0.052	10.658
117	0.165	1.188×10^{-3}	0.111	135	0.023	43.559

Продолжение Таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7
118	1,197	0,018	0,934	497	0,05	80,395
119	0.286	8.833x10 ⁻⁴	1.127	36.6	0.058	20
120	1.126	0.031	0.403	8.16	0.04	48.392
121	0.493	0.012	0.723	56.2	0.049	48.223
122	0.464	5.776x10 ⁻³	0.403	6.79	0.04	48.392
123	0.615	6.738x10 ⁻³	0.32	83.9	0.036	30.447
124	1.197	0.018	0.366	119	0.037	12.337
125	0.391	4.857x10 ⁻³	0.561	38.1	0.045	93.438
126	0.148	3.942x10 ⁻⁴	0.289	125	0.034	24.86
127	0.386	4.799x10 ⁻³	0.142	88.3	0.027	6.037
128	0.391	4.857x10 ⁻³	0.418	83.7	0.04	51.974
129	0.396	4.925x10 ⁻³	0.169	91.5	0.028	8.539
130	0.396	4.925x10 ⁻³	0.249	66.6	0.033	18.38
131	0.201	5.6x10 ⁻⁴	0.966	86.8	0.055	14.714
132	0.383	4.767x10 ⁻³	0.807	80.5	0.051	10.248
133	0.153	4.583x10 ⁻³	0.16	10	0.028	7.605
134	0.403	4.904x10 ⁻³	0.647	92.9	0.047	38.535
135	0.399	4.859x10 ⁻³	0.419	47.5	0.04	52.148
136	0.399	4.859x10 ⁻³	0.228	101	0.031	15.443
137	0.399	4.859x10 ⁻³	323.7	51.8	0.502	54.335
138	0.211	1.784x10 ⁻⁴	0.039	10.7	0.016	5.408
139	0.421	5.233x10 ⁻³	323.7	42.6	0.502	20.858
140	0.191	6.45 x10 ⁻⁴	0.787	38.4	0.051	57.1
141	0.157	3.437x10 ⁻³	322.951	41.6	0.502	54.058
142	0.46	5.724x10 ⁻³	0.177	17.5	0.029	9.328
143	0.392	4.769x10 ⁻³	322.774	141	0.485	53.998
144	0,4	4.862x10 ⁻³	0.167	48.6	0.028	8.335
145	0.152	3.795x10 ⁻⁴	322.606	12.6	0.501	53.942
146	0.398	4.847x10 ⁻³	162.371	102	0.373	44.094
147	0.398	4.838x10 ⁻³	0.354	17.2	0.038	37.34
148	0.398	4.844x10 ⁻³	162.017	29	0.386	43.902
149	0.398	4.74x10 ⁻³	0.476	8.21	0.042	20.854
150	0.776	0.011	161.541	130	0.372	43.644
151	0.722	0.01	0.159	25.7	0.028	7.564
152	0.131	4.612x10 ⁻⁴	161.382	77.7	0.385	43.558
153	0.138	4.866x10 ⁻⁴	0.412	229	0.037	50.533
154	0.162	1.482x10 ⁻⁴	160.97	209	0.372	43.336
155	0.159	5.044x10 ⁻³	0.262	10.9	0.034	20.488
156	0.202	4.077x10 ⁻³	160.707	87.2	0.385	43.195
157	0.342	7.494x10 ⁻³	0.258	8.64	0.033	19.839

Продолжение Таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7
158	0,335	4.17x10 ⁻³	160,449	114	0,371	43,056
159	0.323	3.767x10 ⁻³	0.214	76.2	0.031	13.584
160	0.377	4.492x10 ⁻³	160.235	9.36	0.384	42.942
161	0.617	0.016	96.214	145	0.317	31.21
162	0.461	5.73x10 ⁻³	0.41	404	0.317	5668
163	0.456	5.665x10 ⁻³	96.624	21.4	0.317	31.477
164	0.461	5.73x10 ⁻³	0.426	21.4	0.04	53.96
165	0.461	5.729x10 ⁻³	97.05	48.2	0.318	31.755
166	0.073	2.74 x10 ⁻⁴	0.407	51.8	0.04	49.167
167	0.157	3.437x10 ⁻³	97.457	44.8	0.318	2.825
168	0.643	8.561x10 ⁻³	0.391	93.9	0.039	45.556
169	0.523	6.969x10 ⁻³	97.848	44.2	0.319	2.848
170	0.207	8.242x10 ⁻⁴	0.4	23.5	0.039	47.502
171	0.147	5.399x10 ⁻⁴	98.248	26	0.319	2.871
172	0.46	5.724x10 ⁻³	0.359	16.9	0.038	38.397
173	0.614	8.381x10 ⁻³	0.337	40.3	0.037	33.704
174	0.463	5.757x10 ⁻³	0.691	55.1	0.049	142.194
175	0.444	5.52x10 ⁻³	0.346	77	0.037	35.503
176	0.461	5.737x10 ⁻³	0.346	143	0.036	35.594
177	0.131	4.47 x10 ⁻⁴	64.021	132	0.262	1.219
178	0.45	5.6x10 ⁻³	32.193	121	0.202	65.962
179	-	-	0.412	18.4	0.04	50.567
180	-	-	32.605	40.4	0.21	67.662
181	-	-	0.42	12.1	0.04	52.381
182	-	-	33.025	40.5	0.211	21.512
183	-	-	0.438	7.95	0.041	17.655
184	-	-	0.459	42.4	0.042	19.418
185	-	-	0.451	18.7	0.041	18.78
186	-	-	0.151	12.2	0.027	2.1
187	-	-	0.602	61.1	0.046	33.439
188	-	-	0.25	34.4	0.033	5.745
189	-	-	0.25	37.2	0.053	11.436
190	-	-	0.852	159	0.056	19.12
191	-	-	0.885	26.8	0.053	12.345
192	-	-	1.987	92.2	0.072	30.851
193	-	-	1.954	181	0.07	60.131
194	-	-	31.828	100	0.208	19.981
195	-	-	0.365	13.1	0.038	39.582
196	-	-	31.463	64.5	0.207	19.525
197	-	-	15.97	50.5	0.16	8.945

Продолжение Таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7
198			0,71	21,1	0,049	47,194
199	-	-	16.686	41.5	0.163	80.238
200	-	-	0.168	40.3	0.028	8.433
201	-	-	16.854	33.1	0.163	36.444
202	-	-	0.397	49.5	0.039	46.985
203	-	-	17.251	58.8	0.165	38.184
204	-	-	0.475	35.1	0.042	20.83
205	-	-	17.727	57.9	0.167	40.317
206	-	-	0.41	32.9	0.04	49.96
207	-	-	18.137	15.6	0.168	42.203
208	-	-	0.422	41.3	0.04	52.998
209	-	-	18.559	41.7	0.169	46.207
210	-	-	0.419	64.5	0.04	52.148
211	-	-	18.978	8.78	0.171	46.207
212	-	-	0.419	9.8	0.04	52.323
213	-	-	0.838	44.3	0.052	5.492
214	-	-	0.419	48.5	0.04	52.17
215	-	-	1.257	20.9	0.061	24.897
216	-	-	0.419	37.2	0.04	52.148
217	-	-	0.419	32.1	0.04	52.338
218	-	-	0.49	85.6	0.043	22.116
219	-	-	0.168	32.2	0.028	8.375
220	-	-	0.322	85	0.036	30.843
221	-	-	0.264	114	0.033	20.674
222	-	-	0.629	48.1	0.031	117.533
223	-	-	1.834	39.2	0.07	53.004
224	-	-	1.7	41.9	0.068	45.554
225	-	-	0.134	13.2	0.026	5.324
226	-	-	0.127	16	0.025	4.795
227	-	-	1.573	37.2	0.066	39.004
228	-	-	0.108	14.2	0.024	40.8
229	-	-	1.466	35.6	0.065	33.84
230	-	-	0.629	4.45	0.047	36.424
231	-	-	0.837	13.5	0.052	11.036
232	-	-	0.418	7.86	0.04	52.084
233	-	-	24.088	24.9	0.187	36.931
234	-	-	0.418	7.76	0.04	52.084
235	-	-	23.67	40.3	0.186	35.659
236	-	-	0.712	4.49	0.049	46.704
237	-	-	22.958	15.4	0.184	33.546

Продолжение Таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7
238			0,418	7,91	0,04	52,081
239	-	-	22.54	23.4	0.182	32.334
240	-	-	0.172	17.2	0.029	8.849
241	-	-	22.367	18.3	0.182	31.841
242	-	-	0.418	23.5	0.04	52.084
243	-	-	21.949	17.4	0.181	30.661
244	-	-	0.419	47	0.04	52.18
245	-	-	21.53	21.5	0.179	1.626
246	-	-	0.708	5.71	0.049	46.262
247	-	-	20.821	180	0.171	55.622
248	-	-	0.417	51.3	0.04	51.746
249	-	-	20.404	155	0.17	1.46
250	-	-	16.459	44.4	0.162	34.754
251	-	-	0.471	18.4	0.012	20.483
252	-	-	15.987	59.3	0.16	8.965
253	-	-	0.483	33.5	0.042	21.461
254	-	-	15.505	29.7	0.158	30.842
255	-	-	15.505	45.7	0.153	30.842
256	-	-	0.415	31.6	0.04	51.186
257	-	-	15.919	33.6	0.16	8.889
258	-	-	0.415	30	0.04	51.169
259	-	-	16.334	48.8	0.161	34.231
260	-	-	0.321	96	0.036	30.628
261	-	-	16.655	23	0.163	35.59
262	-	-	0.4	29	0.039	47.586
263	-	-	17.055	40	0.164	37.32
264	-	-	0.396	22.1	0.039	46.742
265	-	-	17.425	25	0.166	39.075
266	-	-	0.483	63.3	0.042	21.484
267	-	-	17.934	52.9	0.167	41.267
268	-	-	0.394	29.5	0.039	46.205
269	-	-	0.466	168	0.04	64.647
270	-	-	15.033	59.3	0.156	28.995
271	-	-	0.471	45.3	0.042	20.483
272	-	-	14.562	55.7	0.155	27.205
273	-	-	0.48	27.2	0.042	21.272
274	-	-	14.081	38.5	0.153	25.44
275	-	-	0.471	14.3	0.042	66.096
276	-	-	13.61	16	0.151	23.765
277	-	-	13.212	22.7	0.039	47.027

Продолжение Таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7
278			0,398	22,7	0,149	50,31
279	-	-	15.493	191	0.153	30.798
280	-	-	0.477	104	0.041	20.946
281	-	-	15.017	45.2	0.156	28.931
282	-	-	0.477	27.6	0.042	20.946
283	-	-	15.54	72.1	0.154	27.124
284	-	-	0.664	62.2	0.048	40.614
285	-	-	13.876	46.5	0.152	24.704
286	-	-	12.815	49.4	0.147	47.327
287	-	-	0.48	23.1	0.042	21.257
288	-	-	12.334	88.0	0.145	43.846
289	-	-	6.403	17.4	0.113	30.772
290	-	-	0.471	7	0.042	20.483
291	-	-	6.874	89.6	0.116	35.47
292	-	-	1.05	15.6	0.057	17.372
293	-	-	0.231	48.8	0.032	15.86
294	-	-	1.281	105	0.059	25.853
295	-	-	0.447	59	0.041	18.419
296	-	-	0.412	30	0.04	50.365
297	-	-	0.592	50	0.046	32.33
298	-	-	5.931	95.3	0.11	0.694
299	-	-	3.03	93.5	0.085	22.23
300	-	-	3.488	101	0.087	29.461
301	-	-	0.458	19.4	0.042	19.343
302	-	-	3.946	42.4	0.094	37.708
303	-	-	20.404	43.8	0.176	26.498
304	-	-	0.467	3.61	0.042	1.132
305	-	-	0.561	44.9	0.045	29.048
306	-	-	0.337	67.4	0.037	33.71
307	-	-	0.225	42.7	0.032	15.02
308	-	-	0.138	28.5	0.026	5.699
309	-	-	0.994	65.8	0.056	15.551
310	-	-	0.855	78.5	0.053	11.519
311	-	-	1.849	41.5	0.071	1.502
312	-	-	0.332	70.6	0.037	1.839
313	-	-	2.18	35.3	0.075	37.15
314	-	-	0.401	11.8	0.039	47.937
315	-	-	2.582	51.8	0.08	52.092
316	-	-	0.448	28.1	0.041	18.485
317	-	-	1.415	8.2	0.064	31.554

Продолжение Таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7
318			0,471	66	0,042	20,483
319	-	-	0.467	7.21	0.042	20.122
320	-	-	0.477	51.5	0.042	20.931
321	-	-	4.156	154	0.096	49.401
322	-	-	0.387	75.8	0.039	44.524
323	-	-	4.129	23.2	0.028	36.784
324	-	-	0.222	21.1	0.032	47.149
325	-	-	4.129	27.1	0.096	41.299
326	-	-	0.49	15.5	0.043	22.161
327	-	-	3.639	32.1	0.091	32.074
328	-	-	0.441	56.2	0.041	17.903
329	-	-	3.198	27.2	0.087	24.775
330	-	-	0.532	15.2	0.044	26.065
331	-	-	2.667	29.6	0.081	17.221
332	-	-	1.214	33.4	0.06	23.213
333	-	-	1.453	33.4	0.064	33.247
334	-	-	0.813	34.2	0.052	10.405
335	-	-	0.64	52.4	0.047	37.752
336	-	-	0.393	14.1	0.039	45.92
337	-	-	0.247	247	0.032	18.154

где l – длина участка, м;

ΔH – потери на участке без учета местных сопротивлений, Па

3.7 Уточненный гидравлический расчет

Уточненный гидравлический расчет необходим для подбора диаметра из стандартного ряда

$$l_g = l \cdot 0,2 \quad (12)$$

где l – длина участка, м;

Потери на участке без учета местных сопротивлений, Па, находятся по формуле:

$$H = \frac{R_{уд} \cdot (l + l_3)}{9810} \quad (13)$$

где $R_{уд}$ - удельные потери, Па / м

Ниже показан уточненный гидравлический расчет для участка 28 с подземной прокладкой.

Для того чтобы найти потери на участке без учета местных сопротивлений рассчитаем по формуле (12)

$$H = \frac{42,393 \cdot 30,72}{9810} = 0,133$$

где $R_{уд}$ - удельные потери, $R_{уд}=42,393$ Па / м;

$(l + l_3)$ - суммарная длина, $(l + l_3) = 25,6 + 5,12 = 30,72$ м.

Так как в городе Тында только подземная прокладка мы рассмотрели один случай этого расчета ,остальные расчеты считаются аналогично и приведены в Таблицу 14

Таблица 14 – Уточненный гидравлический расчет

№ участка	$G_{сум}$, кг/с	l , м	l_3 , м	$l+l_3$, м	$d_{вн}$, мм	$R_{уд}$, Па/м	H , Па
1	2	3	4	5	6	7	8
1	3.621	593	118,6	711,6	0.083	31,755	2,303
2	0.132	111	22,2	133,2	0.025	16,775	0,228
3	3.489	74	14,8	88,8	0.09	29,479	0,267
4	0.735	21.4	4,28	25,68	0.05	49,728	0,13
5	2.754	12	2,4	14,4	0.082	18,372	0,027
6	0.815	18.1	3,62	21,72	0.052	11,272	0,025
7	1.94	39.4	7,88	47,28	0.072	27,548	0,133
8	0.415	18.3	3,66	21,96	0.04	51,116	0,114
9	1.525	45.2	9,04	54,24	0.066	39,521	0,219
10	0.303	41.3	8,26	49,56	0.035	31,2	0,158
11	0.14	42.7	8,54	51.24	0.026	0,048	2,483
12	0.163	49.4	9,88	59.28	0.028	25,485	0,154
13	1.222	17.3	3,46	20.76	0.06	23,528	0,05

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8
14	0,415	42	8,4	50,4	0,04	51,216	0,263
15	0.807	70.5	14,1	84.6	0.051	11,068	0,095
16	0.415	30.5	6,1	36.6	0.04	51,103	0,191
17	0.783	44	8,8	52.8	0.051	56,543	0,304
18	0.415	20.5	4,1	24.6	0.04	51,289	0,129
19	8.683	38.9	7,78	46.68	0.127	21,73	0,103
20	0.368	212	42,4	254.4	0.037	40,27	1,044
21	0.393	113	22,6	135.6	0.038	45,832	0,634
22	0.216	36.7	7,34	44.04	0.031	13,891	0,062
23	0.176	112	22,1	134.4	0.028	9,26	0,127
24	0.153	19.5	3,9	23.4	0.027	7,001	0,017
25	8.53	45.1	9,02	54.12	0.126	54,611	0,301
26	7.697	58.2	11,64	69.84	0.121	44,464	0,317
27	0.181	45.1	9,02	54.12	0.029	9,781	0,054
28	7.515	25.6	5,12	30.72	0.12	42,393	0,133
29	1.079	45.3	9,06	54.36	0.057	18,339	0,102
30	6.436	67.2	13,44	80.64	0.113	31,095	0,256
31	2.949	129	25,8	154.8	0.081	21,061	0,332
32	0.671	27	5,4	32.4	0.048	41,517	0,137
33	2.278	71.3	14,26	85.56	0.076	40,544	0,354
34	1.437	34.1	6,82	40.92	0.064	32,514	0,136
35	0.481	24.6	4,92	29.52	0.042	21,297	0,064
36	0.956	43.3	8,66	51.96	0.055	14,395	0,059
37	0.475	33.3	6,66	39.96	0.042	20,816	0,085
38	0.481	20.3	4,06	24.36	0.042	21,293	0,053
39	0.481	59	11,8	70.8	0.042	21,284	0,154
40	0.841	68.9	13,78	82.68	0.052	11,145	0,094
41	0.672	37	7,4	44.4	0.048	41,657	0,189
42	0.169	38	7,6	45.6	0.028	8,474	0,039
43	5.178	64.2	12,84	77.04	0.104	20,128	0,158
44	0.672	25.2	5,04	30.24	0.048	41,657	0,128
45	4.506	60.5	12,1	72.6	0.099	49,181	0,364
46	0.547	54.3	10,86	65.16	0.044	27,599	0,183
47	3.959	29.7	5,94	35.64	0.094	37,962	0,138
48	0.149	14.2	2,84	17.04	0.027	6,574	0,011
49	3.81	43.5	8,7	52.2	0.093	35,164	0,187
50	0.209	19.3	3,86	23.16	0.031	13,051	0,031
51	3.601	78.2	15,64	93.84	0.091	31,404	0,3
52	0.48	11.2	2,24	13.44	0.042	21,248	0,029
53	3.121	66.6	13,32	79.92	0.086	23,587	0,192

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8
54	0,483	14,5	2,9	17,4	0,042	21,493	0,038
55	2.638	22.9	4,58	27.48	0.081	16,852	0,047
56	0.643	14.1	2,82	16,92	0.047	38,121	0,066
57	1.995	29.4	5,88	35,28	0.073	31,096	0,112
58	3.526	405	81	486	0,082	30,118	1,492
59	1.532	81.6	16,32	97,92	0,066	36,961	0,369
60	0.463	49.1	9,82	58,92	0,042	19,759	0,119
61	1.069	19.1	3,82	22,92	0,057	8,926	0,021
62	0.481	27.8	5,56	33,36	0,042	21,345	0,073
63	0.587	23.8	4,76	28,56	0,046	31,806	0,093
64	0.132	87.2	17,44	104,64	0,026	5,143	0,055
65	0.456	182	36,4	218,4	0,04	61,825	1,376
66	0.833	54.1	10,82	64.92	0,052	10,936	0,072
67	0.417	28.5	5,7	34.2	0,04	51,611	0,18
68	8.835	43.6	8,72	52.32	0,128	22,495	0,12
69	0.409	27	5,4	32.4	0,04	49,657	0,164
70	8.426	28.5	5,7	34.2	0,126	20,462	0,071
71	0.48	24.9	4,98	29.88	0,042	21,248	0,065
72	7.946	328	65,6	393.6	0,115	47,391	1,901
73	5.992	65.6	13,12	78.72	0,11	26,952	0,216
74	0.203	8.72	1,744	10.464	0,03	12,268	0,013
75	5.789	51.5	10,3	61.8	0,109	25,156	0,158
76	0.413	13.3	2,66	15.96	0,04	50,77	0,083
77	5.376	43.3	8,66	51.96	0,106	21,694	0,115
78	3.007	80.2	16,04	96.24	0,085	21,907	0,215
79	0.639	47.4	9,48	56.88	0,047	37,618	0,218
80	0.4	119	23,8	142.8	0,038	47,558	0,692
81	3.407	80.8	16,16	96.96	0,089	28,12	0,278
82	0.169	32.1	6,42	38.52	0,028	8,447	0,033
83	3.576	68.7	13,74	82.44	0,091	30,97	0,26
84	3.744	78.3	15,66	93.96	0,092	33,958	0,325
85	0.416	13.4	2,68	16.08	0,04	51,544	0,084
86	4.161	33.6	6,72	40.32	0,096	41,929	0,172
87	0.416	4.6	0,92	5.52	0,1	0,42	2,362
88	4.57	41.4	8,28	49.68	0,1	50,739	0,257
89	0.416	43.2	8,64	51.84	0,04	51,544	0,272
90	0.42	103	20,6	123.6	0,039	52,489	0,661
91	0.212	110	22	132	0,03	13,348	0,18
92	3.788	47.9	9,58	57.48	0,093	34,748	0,204
93	0.439	81.1	16,22	97.32	0,041	17,785	0,176

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8
94	4,227	139	27,8	166,8	0,093	43,269	0,763
95	0.169	29.5	5,9	35.4	0,028	8,474	0,031
96	0.193	11.9	2,38	14.28	0,03	11,095	0,62
97	0.362	130	26	156	0,037	38,962	0,62
98	2.369	42.6	8,52	51.12	0,077	43,847	0,228
99	1.26	9.04	1,808	10.848	0,061	25,004	0,028
100	1.109	84.5	16,9	101.4	0,058	19,37	0,2
101	0.485	31.4	6,28	37.68	0,042	21,637	0,083
102	0.959	13.5	2,7	16.2	0,055	14,501	0,024
103	0.149	58.8	11,76	70.56	0,027	6,642	0,048
104	0.81	13.3	2,66	15.96	0,052	10,335	0,017
105	0.407	20.7	4,14	24.84	0,04	49,365	0,125
106	0.403	113	22,6	135.6	0,038	48,191	0,666
107	0.407	178	35,6	213.6	0,038	49,365	1,075
108	0.413	224	44,8	268.8	0,039	50,77	1,391
109	0.534	29.3	5,86	35.16	0,044	26,285	0,094
110	1.234	17.8	3,56	21.36	0,06	24,003	0,052
111	1.838	96.7	19,34	116.04	0,07	26,403	0,312
112	0.289	62.6	12,52	75.12	0,035	24,86	0,19
113	1,26	37,4	7,48	44,88	0,061	25,004	0,114
114	1,549	64,7	12,94	77,64	0,066	37,797	0,299
115	0,262	66,1	13,22	79,32	0,034	20,415	0,165
116	0,823	94	18,8	112,8	0,052	10,658	0,123
117	0,111	135	27	162	0,023	43,559	0,719
118	0,934	497	99,4	596,4	0,05	80,395	4,888
119	1,127	36,6	7,32	43,92	0,058	20	0,09
120	0,403	8,16	1,632	9,792	0,04	48,392	0,048
121	0,723	56,2	11,24	67,44	0,049	48223	0,332
122	0,403	6,79	1,358	8,148	0,04	48,392	0,04
123	0,32	83,9	16,78	100,68	0,036	30,447	0,312
124	0,366	119	23,8	142,8	0,037	12,337	0,18
125	0,561	38,1	7,62	45,72	0,045	93,438	0,435
126	0,289	125	25	150	0,034	24,86	0,38
127	0,142	88,3	17,66	105,96	0,027	6,037	0,065
128	0,418	83,7	16,74	100,44	0,04	51,974	0,532
129	0,169	91,5	18,3	109,8	0,028	8,539	0,096
130	0,249	66,6	13,32	79,92	0,033	18,38	0,15
131	0,966	86,8	17,36	104,16	0,055	14,714	0,156
132	0,807	80,5	16,1	96,6	0,051	10,248	0,101
133	0,16	10	2	12	0,028	7,605	9,303

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8
134	0,647	92,9	18,58	111,48	0,047	38,535	0,438
135	0,419	47,5	9,5	57	0,04	52,148	0,303
136	0,228	101	20,2	121,2	0,031	15,443	0,191
137	323,7	51,8	10,36	62,16	0,502	54,335	0,344
138	0,039	10,7	2,14	12,84	0,016	5,408	7,079
139	323,7	42,6	8,52	51,12	0,502	20,858	0,109
140	0,787	38,4	7,68	46,08	0,051	57,1	0,268
141	322,951	41,6	8,32	49,92	0,502	54,058	0,275
142	0,177	17,5	3,5	21	0,029	9,328	0,02
143	322,774	141	28,2	169,2	0,485	53,998	0,931
144	0,167	48,6	9,72	58,32	0,028	8,335	0,05
145	322,606	12,6	2,52	15,12	0,501	53,942	0,083
146	162,371	102	20,4	122,4	0,373	44,094	0,55
147	0,354	17,2	3,44	20,64	0,038	37,34	0,079
148	162,017	29	5,8	34,8	0,386	43,902	0,156
149	0,476	8,21	1,642	9,852	0,042	20,854	0,021
150	161,541	130	26	156	0,372	43644	0,694
151	0,159	25,7	5,14	30,84	0,028	7,564	0,024
152	161,382	77,1	1,54	93,24	0,385	43,558	0,414
153	0,412	229	45,8	274,8	0,037	50,533	1,416
154	160,97	209	41,8	250,8	0,372	43,336	1,108
155	0,262	10,9	2,18	13,08	0,034	20,488	0,027
156	160,707	87,2	17,44	104,64	0,385	43,195	0,461
157	0,258	8,64	1,728	10,368	0,033	19,839	0,021
158	160,449	114	22,8	136,8	0,371	43,056	0,6
159	0,214	76,2	15,24	91,44	0,031	13,584	0,127
160	160,235	9,36	1,872	11,232	0,384	42,942	0,049
161	96,214	145	29	174	0,317	31,21	0,554
162	0,41	404	8,08	48,48	0,317	5,668	2,801
163	96,624	21,4	4,28	25,68	0,317	31,477	0,082
164	0,426	21,4	4,28	25,68	0,04	53,96	0,141
165	97,05	48,2	9,64	57,84	0,318	31,755	0,187
166	0,407	51,8	10,36	62,16	0,04	49,167	0,312
167	97,457	44,8	8,96	53,76	0,318	2,825	1,548
168	0,391	93,9	18,78	112,68	0,039	45,556	0,523
169	97,848	44,2	8,84	53,04	0,319	2,848	1,54
170	0,4	23,5	4,7	28,2	0,039	47,502	0,137
171	98,248	26	5,2	31,2	0,319	2,871	9,13
172	0,359	16,9	3,38	20,28	0,038	38,397	0,079
173	0,337	40,3	8,06	48,36	0,037	33,704	0,166

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8
174	0,691	55,1	11,02	66,12	0,049	142,194	0,985
175	0,346	77	15,4	92,4	0,037	35,503	0,334
176	0,346	143	28,6	171,6	0,036	35,594	0,623
177	64,021	132	26,4	158,4	0,262	1,219	1,968
178	32,193	131	26,2	157,2	0,202	65,962	1,057
179	-	18,4	3,68	22,08	0,04	50,567	0,114
180	-	40,4	8,08	48,48	0,21	67,662	0,334
181	-	12,1	2,42	14,52	0,04	52,381	0,078
182	-	40,5	8,1	48,6	0,211	21,512	0,107
183	-	7,95	1,59	9,54	0,041	17,655	0,017
184	-	42,4	8,48	50,88	0,042	19,418	0,101
185	-	18,7	3,74	22,44	0,041	18,78	0,043
186	-	12,2	2,44	14,64	0,027	2,1	3,133
187	-	61,1	12,22	73,32	0,046	33,439	0,25
188	-	34,4	6,88	41,28	0,033	5,745	0,024
189	-	37,2	7,44	44,64	0,053	1,436	0,052
190	-	159	31,8	190,8	0,056	19,12	0,372
191	-	26,8	5,36	32,16	0,053	12,345	0,04
192	-	92,2	18,44	110,64	0,072	30,851	0,348
193	-	181	36,2	217,2	0,07	60,131	1,331
194	-	100	20	120	0,208	19,981	0,244
195	-	13,1	2,62	15,72	0,038	39,582	0,063
196	-	64,5	12,9	77,4	0,207	19,525	0,154
197	-	50,5	10,1	60,6	0,16	8,945	5,526
198	-	21,1	4,22	25,32	0,049	47,194	0,122
199	-	41,5	8,3	49,8	0,163	80,238	0,407
200	-	40,3	8,06	48,36	0,028	8,433	0,042
201	-	33,1	6,62	39,72	0,163	36,444	0,148
202	-	49,5	9,9	59,4	0,039	46,985	0,284
203	-	58,8	11,76	70,56	0,165	38,184	0,275
204	-	35,1	7,02	42,12	0,042	20,83	0,089
205	-	57,9	11,58	69,48	0,167	40,317	0,286
206	-	32,9	6,58	39,48	0,04	49,96	0,201
207	-	15,6	3,12	18,72	0,168	42,203	0,081
208	-	41,3	8,26	49,56	0,04	52,998	0,268
209	-	41,7	8,34	50,04	0,169	46,207	0,236
210	-	64,5	12,9	10,536	0,04	52,148	0,056
211	-	8,78	1,756	10,563	0,171	46,207	0,05
212	-	9,8	1,96	11,76	0,04	52,323	0,063
213	-	44,3	8,86	53,16	0,052	5,492	0,03

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8
214		48,5	9,7	58,2	0,04	52,17	0,31
215	-	20,9	4,18	25,08	0,061	24,897	0,064
216	-	37,2	7,44	44,64	0,04	52,148	0,237
217	-	32,1	6,42	38,52	0,04	52,338	0,206
218	-	85,6	17,12	102,72	0,043	22,116	0,444
219	-	32,2	17	38,64	0,028	8,375	0,033
220	-	85	22,8	102	0,036	30,843	0,321
221	-	114	9,62	136,8	0,033	20,674	0,288
222	-	48,1	9,62	57,72	0,031	117,533	0,692
223	-	39,2	7,84	47,04	0,07	53,004	0,254
224	-	41,9	8,38	50,28	0,068	45,554	0,233
225	-	13,2	2,64	15,84	0,026	5,324	8,596
226	-	16	3,2	19,2	0,025	4,795	9,385
227	-	37,2	7,44	44,64	0,066	39,004	0,177
228	-	14,2	2,84	17,04	0,024	40,8	0,071
229	-	35,6	7,12	42,72	0,065	33,84	0,147
230	-	4,45	0,89	5,34	0,047	36,424	0,02
231	-	13,5	2,7	16,2	0,052	11,036	0,018
232	-	7,86	1,572	9,432	0,04	52,084	0,05
233	-	24,9	4,98	29,88	0,187	36,931	0,112
234	-	7,76	1,552	9,312	0,04	52,084	0,049
235	-	40,3	8,06	48,36	0,186	35,659	0,176
236	-	4,49	3,08	5,388	0,049	46,704	0,026
237	-	15,4	1,582	18,48	0,184	33,546	0,063
238	-	7,91	4,68	9,492	0,04	52,081	0,05
239	-	23,4	4,68	28,08	0,182	32,334	0,093
240	-	17,2	3,44	20,64	0,029	8,849	0,019
241	-	18,3	3,66	21,96	0,182	31,841	0,071
242	-	23,5	4,7	28,2	0,04	52,084	0,15
243	-	17,4	3,48	20,88	0,181	30,661	0,065
244	-	47	9,4	56,4	0,04	52,18	0,3
245	-	21,5	4,3	25,8	0,179	1,626	4,276
246	-	5,71	1,142	6,852	0,049	46,262	0,032
247	-	180	36	216	0,171	55,622	1,225
248	-	51,3	10,26	61,56	0,04	51,746	0,325
249	-	155	31	186	0,17	1,46	2,769
250	-	44,4	8,88	53,28	0,162	34,754	0,189
251	-	18,4	3,68	22,08	0,042	20,483	0,046
252	-	59,3	11,86	71,16	0,16	8,965	6,503
253	-	33,5	6,7	40,2	0,042	21,461	0,088

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8
254		29,7	5,94	35,64	0,158	30,842	0,112
255	-	45,7	9,14	54,84	0,153	30,842	0,172
256	-	31,6	6,33	3792	0,04	51,186	0,198
257	-	33,6	6,72	40,32	0,16	8,889	3,653
258	-	30	6	36	0,04	51,169	0,188
259	-	48,8	9,76	58,56	0,161	34,231	0,204
260	-	96	19,2	115,2	0,036	30,628	0,36
261	-	23	4,6	27,6	0,163	35,59	0,1
262	-	29	5,8	34,8	0,039	47,586	0,169
263	-	40	8	48	0,164	37,32	0,183
264	-	22,1	4,42	26,52	0,039	46,742	0,143
265	-	25	5	30	0,166	39,075	0,119
266	-	63,3	12,66	75,96	0,042	21,484	0,166
267	-	52,9	10,58	63,48	0,167	41,267	0,267
268	-	29,5	5,9	35,4	0,039	46,205	0,167
269	-	168	33,9	201,6	0,04	64,647	1,329
270	-	59,3	11,16	71,16	0,156	28,995	0,21
271	-	45,3	9,06	54,36	0,042	20,483	0,114
272	-	55,7	11,14	66,84	0,155	27,205	0,185
273	-	27,2	5,44	32,64	0,042	21,272	0,071
274	-	38,5	7,7	46,2	0,153	25,44	0,12
275	-	14,3	2,86	17,16	0,042	66,096	0,116
276	-	16	3,2	19,2	0,151	23,765	0,047
277	-	22,7	4,54	27,24	0,039	47,027	0,131
278	-	22,7	4,54	27,24	0,149	50,31	0,14
279	-	191	38,2	229,2	0,153	30,798	0,72
280	-	104	20,8	124,8	0,041	20,946	0,266
281	-	45,2	9,04	54,24	0,156	28,931	0,16
282	-	27,6	5,52	33,12	0,042	20,946	0,071
283	-	72,1	14,42	86,52	0,154	27,124	0,239
284	-	62,2	12,44	74,64	0,048	40,614	0,309
285	-	46,5	9,3	55,8	0,152	24,704	0,141
286	-	49,4	9,88	59,28	0,147	47,327	0,286
287	-	23,1	4,62	27,72	0,042	21,257	0,06
288	-	88,0	17,6	105,6	0,145	43,846	0,472
289	-	17,4	3,48	20,88	0,113	30,772	0,065
290	-	7	1,4	8,4	0,042	20,483	0,018
291	-	89,6	17,92	107,52	0,116	35,47	0,389
292	-	15,6	3,12	18,72	0,057	17,372	0,033
293	-	48,8	9,76	58,56	0,032	15,86	0,095

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8
294		105	21	126	0,059	25,853	0,332
295	-	59	11,8	70,8	0,041	18,419	0,133
296	-	30	6	36	0,04	50,365	0,185
297	-	50	10	60	0,046	32,33	0,198
298	-	95.3	19,06	114,36	0,11	0,694	8,06
299	-	93.5	18,7	112,2	0,085	22,23	0,254
300	-	101	20,2	121,2	0,087	29,461	0,364
301	-	19.4	3,88	23,28	0,042	19,343	0,046
302	-	42.4	8,48	50,88	0,094	37,708	0,196
303	-	43.8	8,76	52,56	0,176	26,498	0,142
304	-	3.61	0,722	4,332	0,042	1,132	4,997
305	-	44.9	8,98	53,88	0,045	29,048	0,16
306	-	67.4	13,48	80,88	0,037	33,71	0,278
307	-	42.7	8,54	51,24	0,032	15,02	0,078
308	-	28.5	5,7	34,2	0,026	5,699	0,02
309	-	65.8	13,6	78,96	0,056	15,551	0,125
310	-	78.5	15,7	94,2	0,053	11,519	0,111
311	-	41.5	8,3	49,8	0,071	1,502	7,624
312	-	70.6	14,12	84,72	0,037	1,839	1,589
313	-	35.3	7,06	42,36	0,075	37,15	0,16
314	-	11.8	2,36	14,16	0,039	47,937	0,069
315	-	51.8	10,36	62,16	0,08	52,092	0,33
316	-	28.1	5,62	33,72	0,041	18,485	0,064
317	-	8.2	1,64	9,84	0,064	31,554	0,032
318	-	66	13,2	79,2	0,042	20,483	0,165
319	-	7.21	1,442	8,652	0,042	20,122	0,018
320	-	51.5	10,3	61,8	0,042	20,931	0,132
321	-	154	30,8	184,8	0,096	49,401	0,931
322	-	75.8	15,16	90,96	0,039	44,524	0,413
323	-	23.2	4,64	27,84	0,028	36,784	0,095
324	-	21.1	4,22	25,32	0,032	47,149	0,122
325	-	27.1	5,42	32,52	0,096	41,299	0,137
326	-	15.5	3,1	18,6	0,043	22,161	0,042
327	-	32.1	6,42	38,52	0,091	32,074	0,126
328	-	56.2	11,24	67,44	0,041	17,903	0,123
329	-	27.2	5,44	32,64	0,087	21,775	0,082
330	-	15.2	3,04	18,24	0,044	26,065	0,048
331	-	29.6	5,92	35,52	0,081	17,221	0,062
332	-	33.4	6,68	40,08	0,06	2,213	0,095
333	-	33.4	6,68	40,08	0,064	33,247	0,136

1	2	3	4	5	6	7	8
334		34,2	6,84	41,04	0,052	10,405	0,044
335	-	52,4	10,48	62,88	0,047	37,752	0,242
336	-	247	2,82	16,92	0,039	45,92	0,079
337	-		49,1	296,4	0,032	18,154	0,549

4.7 Расчет тепловых потерь

Нормативы технологических потерь при передаче тепловой энергии разрабатываются для каждой организации, эксплуатирующей тепловые сети для передачи тепловой энергии потребителям. Разработка нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии осуществляется выполнением расчетов нормативов для тепловой сети каждой системы теплоснабжения.

Нормативные значения потерь теплоносителя за год с его нормируемой утечкой, м^3 , определяются по формуле:

$$G_{\text{ут.н}} = a \cdot V_{\text{год}} \cdot n_{\text{год}} \cdot 10^{-2} = m_{\text{ут.год.н}} \cdot n_{\text{год}}, \quad (14)$$

где a - норма среднегодовой утечки теплоносителя, $\text{м}^3/\text{ч} \cdot \text{м}^3$, установленная правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей, а также правилами технической эксплуатации тепловых энергоустановок, в пределах 0,25% среднегодовой емкости трубопроводов тепловых сетей в час;

$V_{\text{год}}$ - среднегодовая емкость трубопроводов тепловых сетей, эксплуатируемых теплосетевой организацией, м^3 ;

$n_{\text{год}}$ - продолжительность функционирования тепловых сетей в году, ч;

$m_{\text{ут.год.н}}$ - среднегодовая норма потерь теплоносителя, обусловленных утечкой, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Определение нормативных технологических потерь тепловой энергии, Гкал , обусловленных потерями теплоносителя производится по формуле:

$$Q_{y.n} = m_{y.zod.n} \cdot \rho_{zod} \cdot c \cdot [b \cdot \tau_{1zod} + (1-b) \cdot \tau_{2zod} - \tau_{x.zod}] \cdot n_{zod} \cdot 10^{-6}; \quad (15)$$

где ρ_{zod} - среднегодовая плотность теплоносителя при средней (с учетом б) температуре теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, кг/ м³;

b - доля массового расхода теплоносителя, теряемого подающим трубопроводом тепловой сети (принимаем 0,6);

τ_{1zod} и τ_{2zod} - среднегодовые значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети по температурному графику регулирования тепловой нагрузки, °С;

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

c - удельная теплоемкость теплоносителя, ккал/кг °С.

Нормативные технологические затраты тепловой энергии на заполнение новых участков трубопроводов и после плановых ремонтов, Гкал, определяются:

$$Q_{зан} = 1,5 \cdot V_{тр.з} \cdot \rho_{зан} \cdot c \cdot (\tau_{зан} - \tau_x) \cdot 10^{-6}; \quad (16)$$

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

$\rho_{зан}$ - плотность воды, используемой для заполнения, кг/ м³;

$\tau_{зан}$ - температура воды, используемой для заполнения, °С;

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

Определение нормативных значений часовых тепловых потерь, Гкал/ч, для среднегодовых условий эксплуатации трубопроводов тепловых сетей производится по формуле:

$$Q_{из.н.год} = \sum (q_{из.н} \cdot L \cdot \beta) \cdot 10^{-6}; \quad (17)$$

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

L - длина участка трубопроводов тепловой сети, м;

β - коэффициент местных тепловых потерь, учитывающий тепловые потери запорной и другой арматурой, компенсаторами и опорами.

Рассмотрим расчет тепловых потерь для первого участка:

Нормативные значения потерь теплоносителя за год с его нормируемой утечкой, м³, определяются по формуле (14):

$$G_{ут.н} = 0,25 \cdot 0,0948 \cdot 5856 \cdot 10^{-2} = 0,141$$

По формуле (15), найдем нормативные технологические потери тепловой энергии, обусловленных потерями теплоносителя:

$$Q_{у.н} = 2,406 \cdot 10^{-5} \cdot 978 \cdot 1 \cdot [1,2 \cdot 92 + (1 - 1,2) \cdot 48 - 5] \cdot 5 \cdot 10^{-6} = 0,019$$

Нормативные технологические затраты тепловой энергии на заполнение новых участков трубопроводов и после плановых ремонтов, определяются для первого здания по формуле (16)

$$Q_{зан} = 1,5 \cdot 0,0948 \cdot 40 \cdot 1 \cdot (40 - 5) \cdot 10^{-6} = 5,013 \cdot 10^{-4}$$

Определение нормативных значений часовых тепловых потерь, Гкал/ч, для среднегодовых условий эксплуатации трубопроводов тепловых сетей производится по формуле (17)

$$Q_{из.н.год} = 63 \cdot 593 \cdot 1,2 = 0,045$$

Результаты расчета тепловых потерь для остальных участков приведены в Таблицу 15

Таблица 15 – Расчет тепловых потерь

№ участка	$G_{ут.н},$ $м^3$	$Q_{ут.н},$ Гкал	$Q_{зап},$ Гкал	$Q_{из.н.год},$ Гкал/ч
1	2	3	4	5
1	0,141	0,019	5.013×10^{-4}	0.045
2	$4,285 \times 10^{-3}$	5.759×10^{-4}	1.525×10^{-5}	4.928×10^{-3}
3	0.018	2.363×10^{-3}	6.255×10^{-5}	5.594×10^{-3}
4	8.898×10^{-4}	1.196×10^{-3}	3.166×10^{-6}	1.181×10^{-3}
5	2.851×10^{-3}	3.832×10^{-4}	1.014×10^{-5}	9.072×10^{-4}
6	$2,096 \times 10^{-3}$	2.817×10^{-4}	7.459×10^{-6}	1.129×10^{-3}
7	$6,202 \times 10^{-3}$	8.335×10^{-4}	2.207×10^{-5}	2.695×10^{-3}
8	$7,065 \times 10^{-3}$	9.495×10^{-5}	2.514×10^{-6}	
9	$5,235 \times 10^{-3}$	7.036×10^{-4}	1.863×10^{-5}	2.82×10^{-3}
10	$1,595 \times 10^{-3}$	2.143×10^{-4}	5.673×10^{-6}	2.28×10^{-3}
11	0.01	1.363×10^{-3}	3.61×10^{-5}	3.228×10^{-3}
12	0.012	1.577×10^{-3}	4.176×10^{-5}	2.193×10^{-3}
13	$2,004 \times 10^{-3}$	2.693×10^{-4}	7.129×10^{-6}	2.318×10^{-3}
14	$1,622 \times 10^{-3}$	2.179×10^{-4}	5.769×10^{-6}	4.399×10^{-3}
15	$8,166 \times 10^{-3}$	1.097×10^{-3}	2.905×10^{-5}	1.684×10^{-3}
16	$1,178 \times 10^{-3}$	1.583×10^{-4}	4.19×10^{-6}	2.429×10^{-3}

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5
17	$1,829 \times 10^{-3}$	2.459×10^{-4}	6.509×10^{-6}	2.429×10^{-3}
18	$7,915 \times 10^{-3}$	1.064×10^{-4}	2.816×10^{-6}	1.132×10^{-3}
19	0.021	2.795×10^{-3}	7.399×10^{-5}	3.548×10^{-3}
20	$8,185 \times 10^{-3}$	1.1×10^{-3}	2.912×10^{-3}	0.012×10^{-3}
21	$4,363 \times 10^{-3}$	5.863×10^{-4}	1.552×10^{-5}	6.238×10^{-3}
22	$1,417 \times 10^{-3}$	1.904×10^{-4}	5.041×10^{-6}	2.026×10^{-3}
23	$4,324 \times 10^{-3}$	5.811×10^{-4}	1.539×10^{-5}	6.182×10^{-3}
24	$7,529 \times 10^{-4}$	1.012×10^{-4}	2.679×10^{-6}	1.076×10^{-3}
25	0.016	2.16×10^{-3}	5.719×10^{-5}	4.113×10^{-3}
26	0.021	2.788×10^{-3}	7.38×10^{-5}	5.308×10^{-3}
27	$1,59 \times 10^{-3}$	2.137×10^{-4}	5.657×10^{-6}	2.49×10^{-3}
28	$9,123 \times 10^{-3}$	1.226×10^{-3}	3.246×10^{-5}	2.335×10^{-3}
29	$5,247 \times 10^{-3}$	7.051×10^{-4}	1.867×10^{-5}	2.827×10^{-3}
30	0.024	3.219×10^{-3}	8.521×10^{-5}	6.129×10^{-3}
31	0.031	4.119×10^{-3}	1.09×10^{-4}	9.752×10^{-3}
32	$1,123 \times 10^{-3}$	1.509×10^{-4}	3.994×10^{-6}	1.49×10^{-3}
33	0.011	1.508×10^{-3}	3.993×10^{-5}	4.877×10^{-3}
34	$3,95 \times 10^{-3}$	5.308×10^{-4}	1.405×10^{-5}	2.128×10^{-3}
35	$1,023 \times 10^{-3}$	1.375×10^{-4}	3.639×10^{-6}	1.358×10^{-3}
36	$5,015 \times 10^{-3}$	6.74×10^{-4}	1.784×10^{-5}	2.702×10^{-3}
37	$1,385 \times 10^{-3}$	1.861×10^{-4}	4.926×10^{-6}	1.838×10^{-3}
38	$8,44 \times 10^{-4}$	1.134×10^{-4}	3.003×10^{-6}	1.121×10^{-3}
39	$2,453 \times 10^{-3}$	3.297×10^{-4}	8.728×10^{-6}	3.257×10^{-3}
40	$3,591 \times 10^{-3}$	4.826×10^{-4}	1.278×10^{-5}	4.299×10^{-3}
41	$1,538 \times 10^{-3}$	2.067×10^{-4}	5.474×10^{-6}	2.042×10^{-3}
42	$1,467 \times 10^{-3}$	1.972×10^{-4}	5.22×10^{-6}	2.098×10^{-3}

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5
43	0,023	3.075×10^{-3}	8.141×10^{-5}	5.822×10^{-3}
44	$5,987 \times 10^{-3}$	8.046×10^{-4}	2.13×10^{-5}	1.391×10^{-3}
45	0.014	8.046×10^{-4}	5.114×10^{-3}	4.574×10^{-3}
46	$2,258 \times 10^{-3}$	3.034×10^{-4}	8.033×10^{-6}	2.997×10^{-3}
47	$7,056 \times 10^{-3}$	9.483×10^{-4}	2.511×10^{-5}	2.245×10^{-3}
48	$5,482 \times 10^{-4}$	7.368×10^{-5}	1.951×10^{-6}	7.838×10^{-3}
49	0.01	1.389×10^{-3}	3.677×10^{-5}	3.289×10^{-3}
50	$7,451 \times 10^{-3}$	1.001×10^{-4}	2.651×10^{-6}	1.065×10^{-3}
51	0.019	2.497×10^{-3}	6.611×10^{-5}	5.912×10^{-3}
52	$4,657 \times 10^{-4}$	6.258×10^{-5}	1.657×10^{-6}	6.182×10^{-3}
53	0.016	2.127×10^{-3}	5.63×10^{-5}	5.035×10^{-3}
54	$6,029 \times 10^{-4}$	8.102×10^{-5}	12.145×10^{-6}	8.004×10^{-4}
55	$5,441 \times 10^{-3}$	7.312×10^{-4}	1.936×10^{-5}	1.731×10^{-3}
56	$5,862 \times 10^{-4}$	7.879×10^{-5}	2.086×10^{-6}	7.783×10^{-4}
57	$4,628 \times 10^{-3}$	6.219×10^{-4}	1.647×10^{-5}	2.011×10^{-3}
58	0.096×10^{-3}	0.013	3.424×10^{-4}	0.031
59	$9,451 \times 10^{-3}$	1.27×10^{-3}	3.363×10^{-5}	5.092×10^{-3}
60	$2,041 \times 10^{-3}$	2.744×10^{-4}	7.264×10^{-6}	2.71×10^{-3}
61	$3,006 \times 10^{-3}$	4.04×10^{-4}	1.07×10^{-5}	1.306×10^{-3}
62	$1,156 \times 10^{-3}$	1.553×10^{-4}	4.113×10^{-6}	1.535×10^{-3}
63	$9,895 \times 10^{-4}$	1.33×10^{-4}	3.521×10^{-6}	1.314×10^{-3}
64	$3,367 \times 10^{-3}$	4.525×10^{-4}	1.198×10^{-5}	4.813×10^{-3}
65	$7,027 \times 10^{-3}$	9.443×10^{-4}	2.5×10^{-5}	0.01
66	$6,266 \times 10^{-3}$	8.421×10^{-4}	2.229×10^{-5}	3.376×10^{-3}
67	$1,1 \times 10^{-3}$	1.479×10^{-4}	3.915×10^{-6}	1.573×10^{-3}
68	0.023	3.132×10^{-3}	8.293×10^{-5}	3.976×10^{-3}

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5
69	$1,042 \times 10^{-3}$	1.401×10^{-4}	3.709×10^{-6}	1.49×10^{-3}
70	0.015	2.048×10^{-3}	5.421×10^{-5}	2.599×10^{-3}
71	$1,035 \times 10^{-3}$	1.391×10^{-4}	3.684×10^{-6}	1.374×10^{-3}
72	0.117	0.016	4.159×10^{-4}	0.03
73	0.023	3.142×10^{-3}	8.318×10^{-5}	5.983×10^{-3}
74	$3,367 \times 10^{-4}$	4.525×10^{-5}	1.198×10^{-6}	4.813×10^{-4}
75	0.018	2.467×10^{-3}	6.53×10^{-5}	4.697×10^{-3}
76	$5,135 \times 10^{-4}$	6.901×10^{-5}	1.827×10^{-6}	7.342×10^{-4}
77	0.015	2.074×10^{-3}	5.49×10^{-5}	3.949×10^{-3}
78	0.019	2.561×10^{-3}	6.78×10^{-5}	6.063×10^{-3}
79	$1,971 \times 10^{-3}$	2.649×10^{-4}	7.012×10^{-6}	2.616×10^{-3}
80	$4,594 \times 10^{-3}$	6.175×10^{-4}	1.635×10^{-5}	6.569×10^{-3}
81	0.019	2.58×10^{-3}	6.83×10^{-5}	6.108×10^{-3}
82	$1,239 \times 10^{-3}$	1.666×10^{-4}	4.409×10^{-6}	1.772×10^{-3}
83	0.016	2.194×10^{-3}	5.807×10^{-5}	5.194×10^{-3}
84	0.019	2.5×10^{-3}	6.619×10^{-5}	$5,919 \times 10^{-4}$
85	$5,173 \times 10^{-4}$	6.953×10^{-5}	1.841×10^{-6}	$7,397 \times 10^{-4}$
86	$7,983 \times 10^{-3}$	1.073×10^{-3}	2.84×10^{-5}	$2,54 \times 10^{-3}$
87	$1,093 \times 10^{-3}$	1.469×10^{-4}	3.889×10^{-6}	$3,478 \times 10^{-4}$
88	$9,836 \times 10^{-3}$	1.322×10^{-3}	3.5×10^{-6}	$3,13 \times 10^{-3}$
89	$1,668 \times 10^{-3}$	2.242×10^{-4}	5.934×10^{-6}	$2,385 \times 10^{-3}$
90	$3,977 \times 10^{-3}$	5.344×10^{-4}	1.415×10^{-5}	$5,686 \times 10^{-3}$
91	$4,247 \times 10^{-3}$	5.708×10^{-4}	1.511×10^{-5}	$6,072 \times 10^{-3}$
92	0.011	1.529×10^{-3}	4.049×10^{-5}	$3,621 \times 10^{-3}$
93	$3,131 \times 10^{-3}$	4.208×10^{-4}	1.114×10^{-5}	$4,477 \times 10^{-3}$
94	$5,366 \times 10^{-3}$	7.212×10^{-4}	1.909×10^{-5}	0,011

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5
95	$1,139 \times 10^{-3}$	1.531×10^{-4}	4.052×10^{-6}	$1,628 \times 10^{-3}$
96	$4,594 \times 10^{-4}$	6.175×10^{-5}	1.635×10^{-6}	$6,569 \times 10^{-4}$
97	$5,019 \times 10^{-3}$	6.745×10^{-4}	1.786×10^{-5}	$7,176 \times 10^{-3}$
98	$6,705 \times 10^{-3}$	9.012×10^{-4}	2.386×10^{-5}	$2,914 \times 10^{-3}$
99	$1,047 \times 10^{-3}$	1.407×10^{-4}	3.725×10^{-6}	$5,641 \times 10^{-4}$
100	$3,513 \times 10^{-3}$	4.722×10^{-4}	1.25×10^{-5}	$5,273 \times 10^{-3}$
101	$1,306 \times 10^{-3}$	1.755×10^{-4}	4.645×10^{-6}	$1,733 \times 10^{-3}$
102	$1,417 \times 10^{-3}$	1.904×10^{-4}	$5,041 \times 10^{-6}$	$8,424 \times 10^{-3}$
103	$2,27 \times 10^{-3}$	3.051×10^{-4}	$8,077 \times 10^{-6}$	$3,246 \times 10^{-3}$
104	$1,54 \times 10^{-3}$	2.07×10^{-4}	$5,481 \times 10^{-6}$	$8,299 \times 10^{-4}$
105	$7,992 \times 10^{-4}$	1.074×10^{-4}	$2,844 \times 10^{-5}$	$1,143 \times 10^{-3}$
106	$4,363 \times 10^{-3}$	5.863×10^{-4}	$1,552 \times 10^{-5}$	$6,238 \times 10^{-3}$
107	$6,872 \times 10^{-3}$	9.236×10^{-4}	$2,445 \times 10^{-5}$	$9,826 \times 10^{-3}$
108	$8,648 \times 10^{-3}$	1.162×10^{-3}	$3,077 \times 10^{-5}$	0,012
109	$1,218 \times 10^{-3}$	1.637×10^{-4}	$4,334 \times 10^{-6}$	$1,617 \times 10^{-3}$
110	$2,062 \times 10^{-3}$	2.771×10^{-4}	$7,335 \times 10^{-6}$	$1,111 \times 10^{-3}$
111	0,015	2.046×10^{-3}	$5,416 \times 10^{-5}$	$6,614 \times 10^{-3}$
112	$2,417 \times 10^{-3}$	3.248×10^{-4}	$8,599 \times 10^{-6}$	$3,456 \times 10^{-3}$
113	$4,332 \times 10^{-3}$	5.822×10^{-4}	$1,541 \times 10^{-5}$	$2,334 \times 10^{-3}$
114	$7,494 \times 10^{-3}$	1.007×10^{-3}	$2,66 \times 10^{-5}$	$4,037 \times 10^{-3}$
115	$2,552 \times 10^{-3}$	3.43×10^{-4}	$9,08 \times 10^{-6}$	$3,649 \times 10^{-3}$
116	0,011	1.463×10^{-3}	$3,874 \times 10^{-5}$	$5,866 \times 10^{-3}$
117	$2,406 \times 10^{-3}$	3.233×10^{-4}	$8,559 \times 10^{-6}$	$5,994 \times 10^{-3}$
118	0,021	2.777×10^{-3}	$7,352 \times 10^{-5}$	0,027
119	$4,239 \times 10^{-3}$	5.697×10^{-4}	$1,508 \times 10^{-5}$	$2,284 \times 10^{-3}$
120	$3,15 \times 10^{-4}$	4.234×10^{-5}	$1,121 \times 10^{-6}$	$4,504 \times 10^{-4}$

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5
121	$2,337 \times 10^{-3}$	3.14×10^{-4}	$8,314 \times 10^{-6}$	$3,102 \times 10^{-3}$
122	$2,621 \times 10^{-4}$	3.523×10^{-5}	$9,327 \times 10^{-7}$	$3,748 \times 10^{-4}$
123	$3,239 \times 10^{-3}$	4.353×10^{-4}	$1,153 \times 10^{-5}$	$4,631 \times 10^{-3}$
124	$4,594 \times 10^{-3}$	6.175×10^{-4}	$1,635 \times 10^{-6}$	$6,569 \times 10^{-3}$
125	$1,584 \times 10^{-3}$	2.129×10^{-4}	$5,636 \times 10^{-6}$	$2,103 \times 10^{-3}$
126	$4,826 \times 10^{-3}$	6.486×10^{-4}	$1,717 \times 10^{-5}$	$6,9 \times 10^{-3}$
127	$3,409 \times 10^{-3}$	4.582×10^{-4}	$1,213 \times 10^{-5}$	$4,874 \times 10^{-3}$
128	$3,231 \times 10^{-3}$	4.343×10^{-4}	$1,15 \times 10^{-5}$	$4,62 \times 10^{-3}$
129	$3,533 \times 10^{-3}$	4.748×10^{-4}	$1,257 \times 10^{-5}$	$5,051 \times 10^{-3}$
130	$2,571 \times 10^{-3}$	3.456×10^{-4}	$9,149 \times 10^{-6}$	$3,673 \times 10^{-3}$
131	0,01	1.351×10^{-3}	$3,577 \times 10^{-5}$	$5,416 \times 10^{-3}$
132	$9,324 \times 10^{-3}$	1.253×10^{-3}	$3,317 \times 10^{-5}$	$5,023 \times 10^{-3}$
133	$3,861 \times 10^{-4}$	5.189×10^{-5}	$1,374 \times 10^{-6}$	$5,52 \times 10^{-4}$
134	$3,863 \times 10^{-3}$	5.191×10^{-4}	$1,374 \times 10^{-5}$	$5,128 \times 10^{-3}$
135	$1,834 \times 10^{-3}$	2.465×10^{-4}	$6,525 \times 10^{-6}$	$2,622 \times 10^{-3}$
136	$3,899 \times 10^{-3}$	5.241×10^{-4}	$1,387 \times 10^{-5}$	$5,575 \times 10^{-3}$
137	0,323	0.043	$1,149 \times 10^{-3}$	$7,211 \times 10^{-3}$
138	$1,907 \times 10^{-4}$	2.562×10^{-5}	$6,784 \times 10^{-7}$	$4,751 \times 10^{-4}$
139	0,38	0.051	$1,35 \times 10^{-3}$	$5,93 \times 10^{-3}$
140	$4,448 \times 10^{-3}$	5.977×10^{-4}	$1,582 \times 10^{-5}$	$2,12 \times 10^{-3}$
141	0,259	0.035	$9,231 \times 10^{-4}$	$5,791 \times 10^{-3}$
142	$6,756 \times 10^{-4}$	9.08×10^{-5}	$2,404 \times 10^{-6}$	$9,66 \times 10^{-4}$
143	$0,879 \times 10^{-3}$	0.118	$3,129 \times 10^{-3}$	0,02
144	1,876	2.522×10^{-4}	$2,13 \times 10^{-5}$	$2,683 \times 10^{-3}$
145	0,079	0.011	$2,796 \times 10^{-4}$	$1,754 \times 10^{-3}$
146	0,409	0.055	$1,455 \times 10^{-3}$	0,014

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5
147	$6,641 \times 10^{-4}$	8.925×10^{-5}	$2,363 \times 10^{-6}$	$9,494 \times 10^{-4}$
148	0,116	0.016	$4,137 \times 10^{-4}$	$4,037 \times 10^{-3}$
149	$3,414 \times 10^{-4}$	4.588×10^{-5}	$1,215 \times 10^{-6}$	$4,532 \times 10^{-4}$
150	0,521	0.07	$1,854 \times 10^{-3}$	0,018
151	$9,922 \times 10^{-4}$	1.333×10^{-4}	$3,53 \times 10^{-6}$	$1,419 \times 10^{-3}$
152	0,312	0.042	$1,108 \times 10^{-3}$	$4,289 \times 10^{-3}$
153	$8,841 \times 10^{-3}$	1.188×10^{-3}	$3,146 \times 10^{-5}$	0,013
154	0,838	0.113	$2,981 \times 10^{-3}$	0,012
155	$4,208 \times 10^{-4}$	5.656×10^{-5}	$1,497 \times 10^{-6}$	$6,017 \times 10^{-4}$
156	0,35	0.047	$1,244 \times 10^{-3}$	0,012
157	$3,336 \times 10^{-4}$	4.483×10^{-5}	$1,187 \times 10^{-6}$	$4,769 \times 10^{-4}$
158	0,457	0.061	$1,626 \times 10^{-3}$	0,016
159	$2,942 \times 10^{-3}$	3.954×10^{-4}	$1,047 \times 10^{-5}$	$4,206 \times 10^{-3}$
160	0,038	5.043×10^{-3}	$1,335 \times 10^{-4}$	$1,303 \times 10^{-3}$
161	0,435	0.058	$1,547 \times 10^{-3}$	0,02
162	0,121	0.016	$4,312 \times 10^{-4}$	$5,624 \times 10^{-3}$
163	0,064	8.627×10^{-3}	$2,284 \times 10^{-4}$	$2,979 \times 10^{-3}$
164	$8,262 \times 10^{-4}$	1.11×10^{-4}	$2,94 \times 10^{-6}$	$1,181 \times 10^{-3}$
165	0,039	1.11×10^{-4}	$1,375 \times 10^{-4}$	$2,661 \times 10^{-3}$
166	2×10^{-3}	2.688×10^{-4}	$7,116 \times 10^{-6}$	$2,859 \times 10^{-3}$
167	$1,73 \times 10^{-3}$	2.325×10^{-4}	$6,154 \times 10^{-6}$	$2,473 \times 10^{-3}$
168	$3,625 \times 10^{-3}$	4.872×10^{-4}	$1,29 \times 10^{-5}$	$5,183 \times 10^{-3}$
169	$1,706 \times 10^{-3}$	2.293×10^{-4}	$6,072 \times 10^{-6}$	$2,44 \times 10^{-3}$
170	$9,073 \times 10^{-4}$	1.219×10^{-4}	$3,228 \times 10^{-6}$	$1,297 \times 10^{-3}$
171	$1,004 \times 10^{-3}$	1.349×10^{-4}	$3,572 \times 10^{-6}$	$1,435 \times 10^{-3}$
172	$6,525 \times 10^{-4}$	8.769×10^{-5}	$2,322 \times 10^{-6}$	$9,329 \times 10^{-4}$

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5
173	$1,556 \times 10^{-3}$	2.091×10^{-4}	$5,536 \times 10^{-6}$	$2,225 \times 10^{-3}$
174	$2,127 \times 10^{-3}$	2.859×10^{-4}	$7,569 \times 10^{-6}$	$3,042 \times 10^{-3}$
175	$2,973 \times 10^{-3}$	3.995×10^{-4}	$1,058 \times 10^{-5}$	$4,25 \times 10^{-3}$
176	$5,521 \times 10^{-3}$	7.42×10^{-4}	$1,964 \times 10^{-5}$	$7,894 \times 10^{-3}$
177	$5,096 \times 10^{-3}$	6.849×10^{-4}	$1,813 \times 10^{-5}$	$7,286 \times 10^{-3}$
178	0,132	0.018	$4,706 \times 10^{-4}$	0,014
179	$7,104 \times 10^{-4}$	9.547×10^{-5}	$2,528 \times 10^{-6}$	$1,016 \times 10^{-3}$
180	$8,185 \times 10^{-3}$	1.1×10^{-3}	$2,912 \times 10^{-5}$	$4,46 \times 10^{-3}$
181	$4,672 \times 10^{-4}$	6.278×10^{-5}	$1,662 \times 10^{-6}$	$4,471 \times 10^{-3}$
182	0,064	8.567×10^{-3}	$2,268 \times 10^{-4}$	$4,471 \times 10^{-3}$
183	$3,305 \times 10^{-4}$	4.442×10^{-5}	$1,176 \times 10^{-6}$	$4,388 \times 10^{-4}$
184	$1,763 \times 10^{-3}$	2.369×10^{-4}	$6,272 \times 10^{-6}$	$2,34 \times 10^{-3}$
185	$7,775 \times 10^{-4}$	1.045×10^{-4}	$2,766 \times 10^{-6}$	$1,032 \times 10^{-3}$
186	$5,072 \times 10^{-4}$	6.817×10^{-5}	$1,805 \times 10^{-6}$	$6,734 \times 10^{-4}$
187	$2,54 \times 10^{-3}$	3.414×10^{-4}	$9,039 \times 10^{-6}$	$3,373 \times 10^{-3}$
188	$1,43 \times 10^{-3}$	1.922×10^{-4}	$5,089 \times 10^{-6}$	$1,899 \times 10^{-3}$
189	$4,309 \times 10^{-3}$	5.791×10^{-4}	$1,533 \times 10^{-5}$	$2,321 \times 10^{-3}$
190	0,018	2.475×10^{-3}	$6,552 \times 10^{-5}$	$9,922 \times 10^{-3}$
191	$3,104 \times 10^{-3}$	4.172×10^{-4}	$1,104 \times 10^{-5}$	$1,672 \times 10^{-3}$
192	0,015	1.95×10^{-3}	$5,164 \times 10^{-5}$	$6,306 \times 10^{-3}$
193	0,021	2.817×10^{-3}	$7,459 \times 10^{-5}$	0,011
194	0,157	0.021	$5,6 \times 10^{-4}$	0,013
195	$5,058 \times 10^{-4}$	6.797×10^{-5}	$1,8 \times 10^{-6}$	$7,23 \times 10^{-4}$
196	0,102	0.014	$3,612 \times 10^{-4}$	$8,127 \times 10^{-3}$
197	$8,999 \times 10^{-4}$	1.209×10^{-4}	$3,202 \times 10^{-6}$	$2,242 \times 10^{-3}$
198	$8,773 \times 10^{-4}$	1.179×10^{-4}	$3,12 \times 10^{-6}$	$1,165 \times 10^{-3}$

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5
199	0,022	2.981×10^{-3}	$7,893 \times 10^{-5}$	$3,785 \times 10^{-3}$
200	$1,556 \times 10^{-3}$	2.091×10^{-4}	$5,536 \times 10^{-6}$	$2,225 \times 10^{-3}$
201	0,027	3.567×10^{-3}	$9,443 \times 10^{-5}$	$3,654 \times 10^{-3}$
202	$1,911 \times 10^{-3}$	2.568×10^{-4}	$6,8 \times 10^{-6}$	$2,732 \times 10^{-3}$
203	0,047	6.337×10^{-3}	$1,678 \times 10^{-4}$	$6,492 \times 10^{-3}$
204	$1,459 \times 10^{-3}$	1.961×10^{-4}	$5,192 \times 10^{-6}$	$1,938 \times 10^{-3}$
205	0,046	6.24×10^{-3}	$1,652 \times 10^{-4}$	$6,392 \times 10^{-3}$
206	$1,27 \times 10^{-3}$	1.707×10^{-4}	$4,519 \times 10^{-6}$	$1,816 \times 10^{-3}$
207	0,013	1.681×10^{-3}	$4,451 \times 10^{-5}$	$1,722 \times 10^{-3}$
208	$1,595 \times 10^{-3}$	2.143×10^{-4}	$5,673 \times 10^{-6}$	$2,28 \times 10^{-3}$
209	0,033	4.494×10^{-3}	$1,19 \times 10^{-4}$	$1,851 \times 10^{-3}$
210	$2,49 \times 10^{-3}$	3.347×10^{-4}	$8,86 \times 10^{-6}$	$3,56 \times 10^{-3}$
211	$7,04 \times 10^{-3}$	9.462×10^{-4}	$2,505 \times 10^{-5}$	$9,693 \times 10^{-4}$
212	$3,784 \times 10^{-4}$	5.085×10^{-5}	$1,346 \times 10^{-6}$	$5,41 \times 10^{-4}$
213	$5,131 \times 10^{-3}$	6.896×10^{-4}	$1,826 \times 10^{-5}$	$3,03 \times 10^{-3}$
214	$1,872 \times 10^{-3}$	2.517×10^{-4}	$6,662 \times 10^{-6}$	$2,677 \times 10^{-3}$
215	$2,421 \times 10^{-3}$	3.253×10^{-4}	$8,613 \times 10^{-6}$	$1,154 \times 10^{-3}$
216	$1,436 \times 10^{-3}$	1.93×10^{-4}	$5,11 \times 10^{-6}$	$2,053 \times 10^{-3}$
217	$1,239 \times 10^{-3}$	1.666×10^{-4}	$4,409 \times 10^{-6}$	$1,772 \times 10^{-3}$
218	$3,559 \times 10^{-3}$	4.783×10^{-4}	$1,266 \times 10^{-5}$	$4,725 \times 10^{-3}$
219	$1,243 \times 10^{-3}$	1.671×10^{-4}	$4,423 \times 10^{-6}$	$1,777 \times 10^{-3}$
220	$3,282 \times 10^{-3}$	4.41×10^{-4}	$1,168 \times 10^{-5}$	$4,692 \times 10^{-3}$
221	$4,401 \times 10^{-3}$	5.915×10^{-4}	$1,566 \times 10^{-5}$	$6,293 \times 10^{-3}$
222	$1,857 \times 10^{-3}$	2.496×10^{-4}	$6,607 \times 10^{-6}$	$2,655 \times 10^{-3}$
223	$4,54 \times 10^{-3}$	6.102×10^{-4}	$1,615 \times 10^{-5}$	$2,446 \times 10^{-3}$
224	$4,853 \times 10^{-3}$	6.522×10^{-4}	$1,727 \times 10^{-5}$	$2,615 \times 10^{-3}$

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5
225	$5,096 \times 10^{-4}$	6.849×10^{-5}	$1,813 \times 10^{-6}$	$7,286 \times 10^{-4}$
226	$6,177 \times 10^{-4}$	8.302×10^{-5}	$2,198 \times 10^{-6}$	$8,832 \times 10^{-4}$
227	$3,235 \times 10^{-3}$	4.348×10^{-4}	$1,151 \times 10^{-5}$	$2,321 \times 10^{-3}$
228	$2,53 \times 10^{-4}$	3.401×10^{-5}	$9,003 \times 10^{-7}$	$6,305 \times 10^{-4}$
229	$4,123 \times 10^{-3}$	5.542×10^{-4}	$1,467 \times 10^{-5}$	$2,221 \times 10^{-3}$
230	$1,85 \times 10^{-4}$	2.487×10^{-5}	$6,583 \times 10^{-7}$	$2,456 \times 10^{-4}$
231	$1,564 \times 10^{-3}$	2.101×10^{-4}	$5,563 \times 10^{-6}$	$8,424 \times 10^{-4}$
232	$3,035 \times 10^{-3}$	4.078×10^{-5}	$1,08 \times 10^{-6}$	$4,339 \times 10^{-4}$
233	0,025	3.379×10^{-3}	$8,946 \times 10^{-5}$	$2,749 \times 10^{-3}$
234	$\times 10^{-4}$	4.026×10^{-5}	$1,066 \times 10^{-6}$	$4,284 \times 10^{-4}$
235	0,041	5.469×10^{-3}	$1,448 \times 10^{-4}$	$4,449 \times 10^{-3}$
236	$\times 10^{-4}$	2.509×10^{-5}	$6,642 \times 10^{-7}$	$2,478 \times 10^{-4}$
237	0,016	2.09×10^{-3}	$5,533 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{-3}$
238	$\times 10^{-4}$	4.104×10^{-5}	$1,087 \times 10^{-6}$	$4,366 \times 10^{-4}$
239	0,024	3.175×10^{-3}	$8,407 \times 10^{-5}$	$2,583 \times 10^{-3}$
240	$\times 10^{-4}$	8.925×10^{-5}	$2,363 \times 10^{-6}$	$4,058 \times 10^{-4}$
241	0,018	2.483×10^{-3}	$6,575 \times 10^{-5}$	$4,952 \times 10^{-4}$
242	$\times 10^{-4}$	1.219×10^{-4}	$3,228 \times 10^{-6}$	$1,333 \times 10^{-3}$
243	0,018	2.361×10^{-3}	$6,251 \times 10^{-5}$	$9,868 \times 10^{-4}$
244	$1,815 \times 10^{-3}$	2.439×10^{-4}	$6,456 \times 10^{-6}$	$2,612 \times 10^{-3}$
245	0,022	2.918×10^{-3}	$7,724 \times 10^{-5}$	$1,225 \times 10^{-3}$
246	$\times 10^{-4}$	3.191×10^{-5}	$8,447 \times 10^{-7}$	$3,173 \times 10^{-4}$
247	0,144	0.019	$5,135 \times 10^{-4}$	0,01
248	$1,981 \times 10^{-3}$	2.662×10^{-4}	$7,047 \times 10^{-6}$	$2,851 \times 10^{-3}$
249	0,124	0.017	$4,422 \times 10^{-4}$	$8,614 \times 10^{-3}$
250	0,036	4.785×10^{-3}	$1,267 \times 10^{-4}$	$2,53 \times 10^{-3}$

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5
251	$7,286 \times 10^{-4}$	1.028×10^{-4}	$2,722 \times 10^{-6}$	$1,023 \times 10^{-3}$
252	0,048	6.39×10^{-3}	$1,692 \times 10^{-4}$	$3,379 \times 10^{-3}$
253	$1,393 \times 10^{-3}$	1.872×10^{-4}	$4,956 \times 10^{-6}$	$1,862 \times 10^{-3}$
254	0,024	3.201×10^{-3}	$8,473 \times 10^{-5}$	$1,692 \times 10^{-3}$
255	0,037	4.925×10^{-3}	$1,304 \times 10^{-4}$	$2,592 \times 10^{-3}$
256	$1,22 \times 10^{-3}$	1.64×10^{-4}	$4,341 \times 10^{-6}$	$1,719 \times 10^{-3}$
257	0,027	3.621×10^{-3}	$9,586 \times 10^{-5}$	$1,906 \times 10^{-3}$
258	$1,158 \times 10^{-3}$	1.557×10^{-4}	$4,121 \times 10^{-6}$	$1,632 \times 10^{-3}$
259	0,027	3.659×10^{-3}	$9,686 \times 10^{-5}$	$2,768 \times 10^{-3}$
260	0,018	4.981×10^{-3}	$1,319 \times 10^{-5}$	$5,444 \times 10^{-3}$
261	0,018	2.479×10^{-3}	$6,562 \times 10^{-5}$	$1,31 \times 10^{-3}$
262	$1,12 \times 10^{-3}$	1.505×10^{-4}	$3,984 \times 10^{-6}$	$1,577 \times 10^{-3}$
263	0,032	4.311×10^{-3}	$1,141 \times 10^{-4}$	$2,279 \times 10^{-3}$
264	$\times 10^{-4}$	1.147×10^{-4}	$3,036 \times 10^{-6}$	$1,253 \times 10^{-3}$
265	0,02	2.694×10^{-3}	$7,133 \times 10^{-5}$	$1,392 \times 10^{-3}$
266	$2,632 \times 10^{-3}$	3.537×10^{-4}	$9,364 \times 10^{-6}$	$2,468 \times 10^{-3}$
267	0,042	5.701×10^{-3}	$1,509 \times 10^{-4}$	$2,25 \times 10^{-3}$
268	$1,139 \times 10^{-3}$	1.531×10^{-4}	$4,052 \times 10^{-6}$	$1,499 \times 10^{-3}$
269	$6,486 \times 10^{-3}$	8.717×10^{-4}	$2,308 \times 10^{-5}$	$3,963 \times 10^{-3}$
270	0,048	6.39×10^{-3}	$1,692 \times 10^{-4}$	$1,605 \times 10^{-3}$
271	0,071	9.583×10^{-3}	$2,537 \times 10^{-4}$	$2,464 \times 10^{-3}$
272	0,045	6.003×10^{-3}	$1,589 \times 10^{-4}$	$3,159 \times 10^{-3}$
273	1.131×10^{-3}	1.52×10^{-4}	$4,024 \times 10^{-6}$	$1,543 \times 10^{-3}$
274	0,031	4.149×10^{-3}	$1,098 \times 10^{-4}$	$2,14 \times 10^{-3}$
275	$5,946 \times 10^{-4}$	7.991×10^{-5}	$2,115 \times 10^{-6}$	$8,148 \times 10^{-3}$
276	0,013	1.724×10^{-3}	$4,565 \times 10^{-5}$	$8,892 \times 10^{-4}$

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5
277	$8,764 \times 10^{-4}$	1.178×10^{-4}	$3,118 \times 10^{-6}$	$1,293 \times 10^{-4}$
278	0,018	2.446×10^{-3}	$6,476 \times 10^{-5}$	$1,261 \times 10^{-3}$
279	0,153	0.021	$5,449 \times 10^{-4}$	0,011
280	$3,15 \times 10^{-4}$	4.234×10^{-5}	$1,121 \times 10^{-6}$	$5,779 \times 10^{-3}$
281	0,036	4.871×10^{-3}	$1,29 \times 10^{-4}$	$2,575 \times 10^{-3}$
282	$1,148 \times 10^{-4}$	1.542×10^{-4}	$4,083 \times 10^{-6}$	$1,534 \times 10^{-3}$
283	0,058	7.77×10^{-3}	$1,176 \times 10^{-6}$	$4,108 \times 10^{-3}$
284	$2,586 \times 10^{-3}$	3.476×10^{-4}	$9,201 \times 10^{-6}$	$3,527 \times 10^{-3}$
285	0,037	5.011×10^{-3}	$1,327 \times 10^{-4}$	$2,529 \times 10^{-3}$
286	0,257	0.035	$9,135 \times 10^{-4}$	$2,802 \times 10^{-3}$
287	$9,604 \times 10^{-4}$	1.291×10^{-4}	$3,417 \times 10^{-6}$	$1,257 \times 10^{-3}$
288	0,071	9.483×10^{-3}	$2,511 \times 10^{-4}$	$4,991 \times 10^{-3}$
289	$6,201 \times 10^{-3}$	8.334×10^{-4}	$6,042 \times 10^{-6}$	$9,868 \times 10^{-4}$
290	$2,91 \times 10^{-4}$	3.911×10^{-5}	$1,036 \times 10^{-6}$	$3,988 \times 10^{-4}$
291	0,032	4.291×10^{-3}	$1,136 \times 10^{-4}$	$4,874 \times 10^{-3}$
292	$1,807 \times 10^{-3}$	2.428×10^{-4}	$6,429 \times 10^{-6}$	$8,888 \times 10^{-4}$
293	$1,884 \times 10^{-3}$	2.532×10^{-4}	$6,704 \times 10^{-6}$	$2,768 \times 10^{-3}$
294	0,012	1.634×10^{-3}	$4,327 \times 10^{-5}$	$5,846 \times 10^{-3}$
295	$2,453 \times 10^{-3}$	3.297×10^{-4}	$8,728 \times 10^{-6}$	$2,3 \times 10^{-3}$
296	$1,158 \times 10^{-3}$	1.557×10^{-4}	$4,121 \times 10^{-6}$	$1,276 \times 10^{-3}$
297	$2,079 \times 10^{-3}$	2.794×10^{-4}	$7,397 \times 10^{-6}$	$2,541 \times 10^{-3}$
298	$1,698 \times 10^{-3}$	2.282×10^{-4}	$6,042 \times 10^{-6}$	$2,248 \times 10^{-3}$
299	0,022	2.985×10^{-3}	$7,904 \times 10^{-5}$	$2,53 \times 10^{-3}$
300	0,024	3.225×10^{-3}	$8,538 \times 10^{-5}$	$5,494 \times 10^{-3}$
301	$8,066 \times 10^{-4}$	1.084×10^{-4}	$2,87 \times 10^{-6}$	$1,1 \times 10^{-3}$
302	0,01	1.354×10^{-3}	$3,584 \times 10^{-5}$	$2,405 \times 10^{-3}$

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5
303	0,044	5.944×10^{-3}	$1,574 \times 10^{-4}$	$2,434 \times 10^{-3}$
304	$1,501 \times 10^{-4}$	2.017×10^{-5}	$5,34 \times 10^{-7}$	$2,057 \times 10^{-4}$
305	$1,867 \times 10^{-3}$	2.509×10^{-4}	$6,642 \times 10^{-6}$	$2,495 \times 10^{-3}$
306	$2,602 \times 10^{-3}$	3.497×10^{-4}	$9,259 \times 10^{-6}$	$3,84 \times 10^{-3}$
307	$1,649 \times 10^{-3}$	2.216×10^{-4}	$5,866 \times 10^{-6}$	$2,373 \times 10^{-3}$
308	$1,1 \times 10^{-3}$	1.024×10^{-3}	$3,915 \times 10^{-6}$	$1,624 \times 10^{-3}$
309	$7,621 \times 10^{-3}$	1.024×10^{-3}	$2,712 \times 10^{-5}$	$3,657 \times 10^{-3}$
310	$9,092 \times 10^{-3}$	1.222×10^{-3}	$3,235 \times 10^{-5}$	$4,473 \times 10^{-3}$
311	$6,532 \times 10^{-3}$	8.779×10^{-4}	$2,324 \times 10^{-5}$	$2,306 \times 10^{-3}$
312	$2,726 \times 10^{-3}$	3.663×10^{-4}	$9,698 \times 10^{-6}$	$4,023 \times 10^{-3}$
313	$5,556 \times 10^{-3}$	7.467×10^{-4}	$1,977 \times 10^{-5}$	$2,002 \times 10^{-3}$
314	$2,862 \times 10^{-3}$	3.847×10^{-4}	$1,018 \times 10^{-5}$	$6,419 \times 10^{-4}$
315	$8,153 \times 10^{-3}$	1.096×10^{-3}	$2,901 \times 10^{-5}$	$2,938 \times 10^{-3}$
316	$1,168 \times 10^{-3}$	1.57×10^{-4}	$4,157 \times 10^{-6}$	$1,529 \times 10^{-3}$
317	$9,498 \times 10^{-4}$	1.276×10^{-4}	$3,379 \times 10^{-6}$	$4,65 \times 10^{-4}$
318	$2,744 \times 10^{-3}$	3.688×10^{-4}	$9,764 \times 10^{-6}$	$3,743 \times 10^{-3}$
319	$2,998 \times 10^{-4}$	4.029×10^{-5}	$1,067 \times 10^{-6}$	$4,108 \times 10^{-4}$
320	$2,141 \times 10^{-3}$	2.878×10^{-4}	$7,619 \times 10^{-6}$	$2,801 \times 10^{-3}$
321	0,037	4.917×10^{-3}	$1,302 \times 10^{-4}$	$8,774 \times 10^{-3}$
322	$2,926 \times 10^{-3}$	3.933×10^{-4}	$1,041 \times 10^{-5}$	$4,299 \times 10^{-3}$
323	$8,957 \times 10^{-4}$	1.204×10^{-4}	$3,187 \times 10^{-6}$	$1,292 \times 10^{-3}$
324	$8,146 \times 10^{-4}$	1.095×10^{-4}	$2,898 \times 10^{-6}$	$8,226 \times 10^{-4}$
325	$6,439 \times 10^{-3}$	8.653×10^{-4}	$2,291 \times 10^{-5}$	$1,153 \times 10^{-3}$
326	$6,445 \times 10^{-4}$	8.661×10^{-5}	$2,293 \times 10^{-6}$	$7,877 \times 10^{-4}$
327	$7,627 \times 10^{-3}$	1.025×10^{-3}	$2,714 \times 10^{-5}$	$7,573 \times 10^{-4}$
328	$2,337 \times 10^{-3}$	3.14×10^{-4}	$8,314 \times 10^{-6}$	$1,521 \times 10^{-3}$

Продолжение Таблицы 14

1	2	3	4	5
329	$6,462 \times 10^{-3}$	8.685×10^{-4}	$2,299 \times 10^{-5}$	$1,55 \times 10^{-3}$
330	$6,32 \times 10^{-4}$	8.493×10^{-5}	$2,249 \times 10^{-6}$	10^{-}
331	$6,043 \times 10^{-3}$	8.122×10^{-4}	$2,15 \times 10^{-5}$	$2,238 \times 10^{-3}$
332	$3,868 \times 10^{-3}$	5.199×10^{-4}	$1,376 \times 10^{-5}$	$2,084 \times 10^{-3}$
333	$3,868 \times 10^{-3}$	5.199×10^{-4}	$1,376 \times 10^{-5}$	$2,084 \times 10^{-3}$
334	$1,422 \times 10^{-3}$	1.911×10^{-4}	$5,059 \times 10^{-6}$	$2,134 \times 10^{-3}$
335	$2,023 \times 10^{-3}$	2.719×10^{-4}	$7,198 \times 10^{-6}$	$2,892 \times 10^{-3}$
336	$5,444 \times 10^{-4}$	7.316×10^{-5}	$1,937 \times 10^{-6}$	10^{-}

4.8 Выбор котлов

Для определения тепловой нагрузки котельной необходимо учесть тепловую нагрузку на отопление, горячее водоснабжение и технологические потери тепловой энергии

$$\sum Q_{o\max} + Q_{ht} + Q_{пот} = Q_{котельной} \quad (18)$$

$$25,71 + 0,98 + 1,303 = 27,993 \text{ Гкал / час}$$

Просуммировав все значения которые нам были даны выше , мы получили значение по которому будем выбирать котел для нашей котельной.

Эксплуатационный срок котла составляет 16 лет с учетом того что проводились капитальные ремонтные по котлу это в целом еще 15-16 лет он может работать, и уже целесообразно заменить этот котел не жили тратиться на постоянный ремонт , который в свою очередь по финансам очень дорогой, и он может встать в отопительный сезон. И, на мой взгляд, целесообразно заменить котлы на точно такие же, так как нагрузка не меняется и перспектив роста особо не каких нет и поэтому я выбрала точно такие же только новые

Поэтому я заменила старые котлы на новые котлы той же марки и по тем же характеристикам марки «КЕ 25-14» со слоевым сжиганием топлива предназначенного для выработке насыщенного пара под давлением $14 \text{ кгс} / \text{см}^2$, расходом $25 \text{ т} / \text{ч}$.

Предназначенный для производства пара на технические нужды, а так же для производственного пароснабжения. В качестве топлива используется мазут марки М-100, малосернистый.

4 АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ НА ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

4.1 Классификация тепловых сетей

Тепловая сеть — представляет собой систему трубопроводов, дополнительных сооружений и оборудования, которая обеспечивает транспортировку и распределение теплоносителя от теплогенератора (котельная) к конечному потребителю, а затем возвращается к источнику тепла для повторного нагрева. Зависимости от правильного проектирования и монтажа зависит надежность всей сети и снабжение теплом отдельных потребителей.

Назначение тепловых сетей является соединением источников тепла с местами его потребления. Наружными тепловыми сетями называют сети, которые соединяют источник тепла с пунктами, распределяющими тепло, в отличие от теплопроводов, прокладываемых внутри зданий и называемых теплопроводами внутренней разводки.

Наружные тепловые сети прокладывают в земле (в проходных, полупроходных и непроходных каналах, бесканально), открыто (на кронштейнах по стенам строений, на бетонных, железобетонных и металлических опорах, на отдельных конструкциях мостов при переходах через железнодорожные пути и водные преграды). Тепловые сети, проходящие по подвалам, соединяют источник тепла с тепловыми пунктами, в которых устанавливаются элеваторные и тепловые узлы, подогреватели и прочие устройства, распределяющие тепло.

Теплопроводы от этих узлов до мест потребления тепла (отопительных панелей и радиаторов, калориферов, кондиционеров, технологических установок и т. д.) относятся к теплопроводам внутренней разводки (системы центрального отопления и ГВС, разводки внутри зданий котельных, теплоэлектроцентралей).

Здания и сооружения питаются теплом от местных котельных, обслуживающих одно или несколько обычно рядом расположенных строений,

или централизованно от крупных районных или квартальных котельных, обслуживающих все строения района или квартала города.

Наружные тепловые сети разделяются на магистральные - от источника тепла до микрорайона или до промышленного предприятия, на распределительные — от магистральных тепловых сетей до ответвлений к отдельным строениям и на ответвления - от распределительных или магистральных тепловых сетей до узлов присоединений систем потребителей тепла.

Транспортируемый теплоноситель используется для отопления, гвс а также для производственно-технологических нужд. Теплоносители сети делятся на паровые и водяные. При теплоносителе паре к источнику тепла от мест его потребления возвращается конденсат. Сети, в которых происходит постоянное количество теплоносителя называются закрытыми; сети с непосредственным разбором воды — открытыми.

В настоящее время приняты двухтрубные и многотрубные системы теплоснабжения. По конфигурации тепловые сети могут быть лучевыми и кольцевыми. Кольцевые сети обеспечивают лучший гидравлический режим и позволяют отключать для ремонта отдельные линии сетей, не прерывая снабжения теплом потребителей.

4.2 Причины возникновения потерь на тепловые сети

Обычно тепловая энергия, переданная в котельной теплоносителю поступает в теплотрассу и следует на объекты потребителей. Величина коэффициента полезного действия данного участка определяется тем, что:

- потерями тепловой энергии по длине теплотрасс, связанными со способом укладки и изоляции трубопроводов;
- потерями тепловой энергии, связанными с правильностью распределения тепла между объектами-потребителями, т.н. гидравлической настроенностью теплотрассы;
- периодически возникающими во время аварийных и нештатных ситуаций утечками теплоносителя.

При разумно спроектированной и гидравлически налаженной системе теплотрасс, удаление конечного потребителя от участка производства энергии редко составляет больше 1,5-2 км и общая величина потерь обычно не превышает 5-7 %.

При большой протяженности трубопроводов теплотрасс значительное влияние на величину тепловых потерь приобретает качество тепловой изоляции теплотрасс. При увеличении средней величины тепловых потерь по длине, следует уделить внимание следующему факту: в настоящее время на рынке появились новые виды предварительно изолированных теплопроводов.

Гидравлическая налаженность теплотрассы является основополагающим фактором, определяющим экономичность работы. Подключенные к теплотрассе объекты теплоснабжения должны быть правильно шайбированы таким образом, чтобы тепло распределялось по ним равномерно. В этом случае тепловая энергия перерастает в эффективно использованную на объектах потребления и возникает ситуация с возвращением части тепловой энергии по обратному трубопроводу на котельную. Помимо снижения КПД котлоагрегатов вызывает ухудшение качества отопления в наиболее отдаленных по ходу теплосети зданиях.

Если вода для систем горячего водоснабжения подогревается на расстоянии от объекта потребления, то трубопроводы трасс ГВС обязательно должны быть выполнены по циркуляционной схеме. Присутствие тупиковой схемы горячего водоснабжения фактически означает, что около 35-45% тепловой энергии, идущей на нужды горячего водоснабжения, затрачивается впустую. Одним из способов, позволяющих значительно снизить потери энергии в горячем водоснабжении, является производство горячей воды прямо в теплопунктах зданий - потребителей.

Эффективным и современным способом для этого являются пластинчатые теплообменники, обладающие рядом существенных преимуществ по отношению к традиционно используемым кожухотрубным.

Обычно потери тепловой энергии в теплотрассах не должны превышать 5-7%. Но фактически они могут достигать величины в 25% и выше.

Алгоритм повышения экономичности работы теплотрассы в общем случае также можно представить как последовательность определенных действий:

1. Провести комплексное обследование теплотрасс от котельной к объектам теплоснабжения и выявить основные каналы появления в них тепловых потерь.

2. Провести гидравлическую наладку теплотрасс с шайбированием потребителей по фактически потребляемой ими тепловой нагрузке.

3. Восстановить или усилить теплоизоляцию теплотрассы или при экономической целесообразности переложить существующие трубопроводы использовав для замены предварительно изолированные трубопроводы.

4. Для систем ГВС обеспечить циркуляционную схему включения. По возможности оборудовать тепло пункты потребителей тепла пластинчатыми теплообменниками для нужд ГВС.

5. Заменить низкоэффективные отечественные сетевые насосы на современные импортные с более высоким коэффициентом полезного действия. При экономической целесообразности используют устройства частотного регулирования скорости вращения асинхронных двигателей.

6. Произвести замену запорной арматуры на трассе с использованием современных надежных поворотных заслонок (например типа "Danfoss"), что значительно снизит тепловые потери в нештатных и аварийных ситуациях, а также исключит варианты появления утечек теплоносителя через сальники задвижек.

3. Потери на объектах потребителей тепла. Системы отопления и ГВС существующих зданий.

Наиболее существенными составляющими тепловых потерь в теплоэнергетических системах являются потери на объектах-потребителях.

Наличие таковых не является прозрачным и может быть определено

только после появления в тепло пункте здания прибора учета тепловой энергии, т.н. тепло счетчика. Наш опыт работы с огромным количеством отечественных тепловых систем, позволяет указать основные источники возникновения непроизводительных потерь тепловой энергии. В самом распространенном случае таковыми являются потери:

в системах отопления связанные с неравномерным распределением тепла по объекту потребления и нерациональностью внутренней тепловой схемы объекта (5-15%);

в системах отопления связанные с несоответствием характера отопления текущим погодным условиям (15-20%);

в системах горячего водоснабжения из-за отсутствия рециркуляции горячей воды теряется до 25% тепловой энергии;

в системах горячего водоснабжения из-за отсутствия или неработоспособности регуляторов горячей воды на бойлерах горячего водоснабжения (до 15% нагрузки горячего водоснабжения);

в трубчатых (скоростных) бойлерах по причине наличия внутренних утечек, загрязнения поверхностей теплообмена и трудности регулирования (до 10-15% нагрузки горячего водоснабжения).

Общие неявные непроизводительные потери на объекте потребления могут составлять до 35% от тепловой нагрузки!

Главной косвенной причиной наличия и возрастания вышеперечисленных потерь является отсутствие на объектах теплоснабжения приборов учета количества потребляемого тепла. Отсутствие прозрачной картины потребления тепла объектом обуславливает вытекающее отсюда недопонимание значимости принятия на нем энергосберегающих мероприятий.

В общем случае алгоритм улучшения ситуации энергопотребления зданиях выглядит так:

1. Установить приборы учета тепловой энергии на объектах потребления тепла. Появление картины потребления тепла зданием во времени даст

возможность провести анализ сложившейся ситуации и выбрать наиболее эффективный способ использования тепловой энергии;

2. Настроить гидравлику внутренней системы отопления с помощью шайбирования или балансировочных клапанов, циркуляционных насосов внутреннего контура. При необходимости - внести изменение в схему подключения отопительных приборов, а возможно - использовать более экономичные радиаторы;

3. Установить автоматическую систему регулирования тепловой нагрузки здания по погодным условиям. Использование "погодного" регулирования способно до 30% снизить потребление тепла зданием при одновременном повышении комфортности в его помещениях.

4. По возможности оборудовать отопительные приборы радиаторными регуляторами температуры в помещениях, что дает возможность снижения тепловой нагрузки здания до 20%;

5. Провести ревизию существующих бойлеров горячего водоснабжения и при необходимости заменить их на высокоэффективные пластинчатые теплообменники.

6. Обеспечить надежную работу рециркуляции горячего водоснабжения внутри объекта, что позволит экономить до 25% тепловой энергии, затрачиваемой на нагрев воды.

7. Обеспечить эффективную работу регуляторов температуры на бойлерах горячего водоснабжения. Работоспособный регулятор температуры на бойлере экономит порядка 15% тепла, идущего на нужды горячего водоснабжения.

8. Оборудовать тепло пункты надежной и современной запорно-регулирующей арматурой.

9. В случае необходимости провести комплекс работ по утеплению здания.

4.3 Мероприятия по устранению тепловых потерь

Основными методами при решении проблемами являются:

- периодическая диагностика и мониторинг состояния тепловых сетей;
- осушение каналов;
- замена ветхих и наиболее часто повреждаемых участков тепловых сетей (прежде всего, подвергаемых затоплениям) на основании результатов инженерной диагностики, с использованием современных теплоизоляционных конструкций;
- прочистка дренажей;
- восстановление (нанесение) антикоррозионного, тепло- и гидроизоляционного покрытий в доступных местах;
- обеспечение качественной водоподготовки подпиточной воды;
- организация электрохимзащиты трубопроводов;
- восстановление гидроизоляции стыков плит перекрытий;
- вентиляция каналов и камер;
- установка сильфонных компенсаторов;
- применение улучшенных трубных сталей и неметаллических трубопроводов;
- организация определения в режиме реального времени фактических потерь тепловой энергии в магистральных тепловых сетях по данным приборов учета тепловой энергии на тепловой станции и у потребителей с целью оперативного принятия решений по устранению причин возникновения повышенных потерь;
- усиление надзора при проведении аварийно-восстановительных работ со стороны административно-технических инспекций;
- перевод потребителей с теплоснабжения от центральных на индивидуальные тепловые пункты.

Должны быть созданы стимулы и критерии для персонала.

Сегодняшняя задача аварийной службы: приехать, раскопать, залатать, засыпать, уехать и толком нечего не произвести.

Одна критерия оценки деятельности - отсутствие повторных разрывов, сразу кардинально изменяет ситуацию (разрывы происходят в местах наиболее опасного сочетания коррозионных факторов и к замененным локальным участкам теплосети должны предъявляться повышенные требования в части защиты от коррозии). Сразу появится диагностическая аппаратура, появится понимание, что если эта теплотрасса затоплена, надо ее осушить, а если труба гнилая, то аварийная служба первая будет доказывать, что участок сети надо менять.

Можно создать систему, при которой тепловая сеть, на которой произошел разрыв, будет считаться как бы «больной» и поступать на лечение в службу ремонта, как в больницу. После «лечения» она будет возвращаться в эксплуатационную службу с восстановленным ресурсом.

Очень важны экономические стимулы и для эксплуатационного персонала. 10-20% экономии от снижения потерь с утечками (при соблюдении нормы жесткости сетевой воды) выплачиваемые персоналу срабатывает лучше всяких внешних инвестиций. Одновременно из-за уменьшения числа подтопленных участков снижаются потери через изоляцию и увеличивается срок службы сетей.

Первое, что сделали в теплоснабжающих предприятиях бывших стран.

Прибалтики после перехода к рыночным отношениям, осушили каналы тепловых сетей. Из всех возможных технических мер по снижению издержек эта оказалась самой экономически выгодной.

Необходимо кардинально улучшить качество замены тепловых сетей за счет:

- предварительного обследования перекладываемого участка с целью определения причин невыдерживания нормативного срока службы и подготовки качественного технического задания на проектирование;

- обязательной разработки проектов капитального ремонта с обоснованием прогнозируемого срока службы;
- независимой приборной проверки качества прокладки тепловых сетей;
- введения персональной ответственности должностных лиц за качество прокладки.

Техническая проблема обеспечения нормативного срока службы тепловых сетей была решена еще в 50 годы за счет применения толстостенных труб и высокого качества строительных работ, в первую очередь антикоррозийной защиты. Сейчас набор технических средств гораздо шире.

Ранее техническая политика определялась приоритетом уменьшения капитальных вложений. С меньшими затратами требовалось обеспечить максимальный прирост производства, чтобы этот прирост компенсировал в дальнейшем затраты на ремонт. На сегодняшний день такой подход не приемлем. В нормальных экономических условиях собственник не может себе позволить прокладывать сети со сроком службы 10-12 лет, это для него не выгодно и затратно. Тем более это недопустимо, когда основным плательщиком становится население города. В каждом муниципальном образовании должен осуществляться жесткий контроль за качеством прокладки тепловых сетей.

Должны быть изменены приоритеты в расходовании средств, большая часть которых тратится сегодня на замену участков тепловых сетей, по которым были разрывы труб в процессе эксплуатации или летней опрессовке, на предотвращение образования разрывов путем контроля скорости коррозии труб и принятия мер по ее снижению.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

5.1 Гидравлический удар на тепловых сетях чем он опасен .

В этом разделе мы рассмотрим гидравлический удар на тепловых сетях и чем он опасен.

Гидравлический удар представляет собой скачок давления в какой-либо системе, заполненной жидкостью, вызванный быстрым изменением скорости потока этой жидкости. Возникает вследствие резкого закрытия или открытия задвижки. Гидроудар называют как положительным так и отрицательным. Положительный гидроудар опасен тем, при слишком высоком скачке давления может повредиться магистраль. В частности, на трубах возникают продольные трещины, что приводит впоследствии к расколу, нарушению герметичности в запорной арматуре. Из-за таких сбоев начинает выходить из строя водопроводное оборудование: теплообменники, насосы. В связи с этим гидравлический удар необходимо предотвращать либо снижать его силу.

5.2 Безопасность проектируемого района

В бакалаврской работе рассматривается котельная. За работой и обслуживанием котельных агрегатов, насосным оборудованием, трубопроводами пара и горячей воды смотрят операторы котельной.

На оператора котельной в процессе работы действуют опасные и вредные факторы. В соответствии с ГОСТ 12.0.002 – 80. " ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы ".

Опасный производственный фактор представляющий собой фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапно резкого ухудшения здоровья, смерти.

Вредный производственный фактор среды трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях может вызвать профессиональное заболевание, снижение работоспособности.

В помещении, где установлены котельные агрегаты и вспомогательное оборудование, вредными производственными факторами для оператора котельной установки, являются:

а) физические факторы:

- тепловое излучение (нагретые поверхности котельных агрегатов, трубопроводов пара и горячей воды);
- повышенная температура воздуха рабочей зоны;
- пониженная влажность воздуха (менее 40 %);
- повышенный уровень шума (резкие перепады давления в трубопроводе, работа предохранительных клапанов, пробивание прокладок фланцевых соединений, движение газов в трубах с большой скоростью - аэродинамические шумы);
- общая вибрация (при работе котельных агрегатов, при движении газов в трубах с большой скоростью);
- недостаточное освещение (естественное - вследствие затененности оборудования, конструкций, искусственное - вследствие плохой работы осветительных приборов).

б) биологические факторы отсутствуют.

в) химические факторы:

- окислы азотов;
- окись углерода.

г) психофизиологические:

- тяжесть трудового процесса (физическая динамическая нагрузка, статическая нагрузка);
- напряженность трудового процесса (эмоциональные нагрузки, интеллектуальные нагрузки, монотонность нагрузок, сменность работы).

д) травмоопасные:

- оборудование, работающее под давлением (котельные агрегаты, трубопроводы пара);
- высокая температура оборудования (трубопроводы пара и горячей воды)

Влияние выявленных опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) на организм человека.

Совокупность этих факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда, называются условиями труда.

Работы ведутся в производственном помещении с выделением тепла.

Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового облучения. Если сочетание этих параметров не является оптимальными для организма человека, может быть нарушено функциональное и тепловое состояние человека, причем это будет сопровождаться напряжением реакции терморегуляции, ухудшением самочувствия.

По действующими нормативными документами, регламентирующими метеорологические условия, являются: СанПин 2.2.4.548 – 96 " Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений ". ГОСТ 12.1.005 – 88 ССБТ " Общие санитарно гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

Неблагоприятное освещение возникает вследствие плохой работы осветительных приборов и затененностью оборудования, конструкций.

В бакалаврской работе предусматривается обеспечить достаточным дневным светом помещения котельной, а в ночное время искусственным освещением. Места, которые по технологическим причинам не обеспечиваются дневным светом, предусмотрено обеспечить электрическим светом.

Помимо рабочего освещения в котельной предусматривается аварийное освещение от источников питания, независимых от общей освещенности котельной. Подлежат обязательному оборудованию аварийным освещением следующие места:

- фронт котлов, а также проходы между котлами, сзади котлов и над котлами;
- тепловые щиты и пульта управления;

- водоуказательные и измерительные приборы;
- вентиляционная площадка;
- помещения для баков и деаэраторов;
- площадки и лестницы котлов;
- насосные помещения.

Недостаточное освещение в помещении котельной может привести к повышению травматизма ремонтного и эксплуатационного персонала, а так же в помещении щитовой к ухудшению остроты зрения, нервному напряжению.

Действующим нормативным документом является: СНиП 23-05-95* "Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования". Помещение цеха согласно СНиП 23-05-95* должно быть освещено таким образом, чтобы обеспечить качественный монтаж котла, а при эксплуатации, возможность правильной работы.

Повышенный уровень шума на рабочем месте

Для теплоэнергетического оборудования характерны механические, аэродинамические и гидродинамические шумы – не упорядочное распространение звуков разной интенсивности и чистоты, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм человека. В котельной значительный шум вызывает аэродинамические причины, к ним относятся:

- резкие перепады давления в трубопроводе;
- работа предохранительных клапанов;
- пробивание прокладок фланцевых соединений;
- движение газов в трубах с большой скоростью.

Повышенный уровень производственного шума на рабочем месте оказывает вредное воздействие на организм человека: снижается острота слуха, зрения, нарушается деятельность сердечно - сосудистой системы. Сильный производственный шум может быть причиной функциональных изменений нервной, кровеносной, а также пищеварительной систем организма человека.

В котельной, с целью снижения уровня шума, проводят следующие мероприятия:

- улучшение режима эксплуатации оборудования;
- центровка и балансировка механизмов;
- наложение шумовой изоляции (шумозащитные кожухи).

Помимо мер технологического и технического характера, применяются средства индивидуальной защиты – антифоны, выполненные в виде наушников, заглушек – вкладышей и шлемов.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое колебание.

На оператора котельной в производственных условиях действует общая вибрация 3 А категории (на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий).

Длительное воздействие вибрации приводит к различным нарушениям здоровья человека и, в конечном счете, к "вибрационной болезни". Общая вибрация оказывает неблагоприятное воздействие на нервную систему, наступают изменения в сердечнососудистой системе, вестибулярном аппарате, нарушается обмен веществ. Действующим нормативным документом является: ГОСТ 12.1012 – 96 "Вибрационная безопасность. Величина вибраций на рабочем месте оператора соответствует гигиеническим нормам вибраций, воздействующим на организм человека ГОСТ 12.1012–96.

Нормативные значения технологической вибрации на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятия (категория 3 А) указаны в таблице:

Таблица 15 - Нормативные значения вибраций на постоянных местах производственных помещений

Среднегеометрическая частота (корректированный уровень) по оси Z	Нормативны значения уровня виброскорости, дБ
2	108
4	99
6	93

1	2
16	92
31,5	92
-63	92

Для устранения вибрации котлы смонтированы на самостоятельных фундаментах, вибро изолированных от пола. Все трубопроводы проходят на достаточном расстоянии от стен и соседних трубопроводов.

В качестве индивидуальных средств защиты от вибрации применяются гасящие вибрацию рукавицы и специальная обувь.

Тепловое излучение. Котельные агрегаты, трубопроводы пара и горячей воды являются источником избыточного теплового излучения. Действующими нормативными документами являются: ГОСТ 12.1.005 – 88 "ССБТ. Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны". СанНиП 2.2.4.548 – 96 " Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений ".

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения, должны соответствовать значениям, приведенным в таблице.

Таблица 16 - Интенсивность теплового излучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25...50	70
Не более 25	100

К коллективным средствам защиты относится:

- теплоизоляция горячих поверхностей;
- экранирование источников излучения или рабочих мест;
- обще обменная вентиляция или кондиционирование.

Средства индивидуальной защиты применяют в целях исключения или снижения воздействия лучистой энергии на организм человека. К ним относятся: изолирующие костюмы, специальная одежда и обувь, средства защиты для головы, лица, глаз и рук.

Химический фактор.

Вредным называется вещество, которое при контакте с организмом человека может вызвать травмы, заболевания или другие отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколения.

Наиболее распространенные заболевания, связанные с воздействием вредных веществ на организм: пневмония, астма, дермиты, а также инфекции: обычная простуда, грипп, болезни химического или физического происхождения.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). Значения ПДК вредных веществ приведены в таблице.

Таблица 17- Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоне

Наименование вещества	ПДК (ГОСТ 12.1.005-88*), мг/м ³	Класс опасности по ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны
Окислы азота (в пересчете на NO ₂)	5	3
Окись углерода	20	4

5.3 Экологичность проекта

В настоящее время с увеличением мощностей промышленных объектов, концентрацией жилых и общественных зданий вопросы охраны окружающей среды приобретают исключительное значение.

Основным источником образования вредных веществ при работе котельной являются котлоагрегаты. При горении угля в атмосферу поступают следующие вредные вещества:

- окись углерода;
- окислы азота;
- окислы серы.

При сжигании различных топлив, наряду с основными продуктами сгорания (CO_2 , H_2O , NO_2) в атмосферу поступают загрязняющие вещества в твердом состоянии (зола и сажа), а также токсичные газообразные вещества – серный и сернистый ангидрид (SO_2 , SO_3). Все продукты неполного сгорания являются вредными (CO , CH_4 , C_2H_6).

Окислы азота вредно воздействуют на органы дыхания живых организмов и вызывают ряд серьезных заболеваний, а также разрушающе действуют на оборудование и материалы, способствуют ухудшению видимости.

Окислы азота образуются за счет окисления содержащегося в топливе азота и азота воздуха, и содержатся в продуктах сгорания всех топлив. Условием окисления азота воздуха является диссоциация молекулы кислорода воздуха под воздействием высоких температур в топке. В результате реакции в топочной камере образуется в основном окись азота NO (более 95%). Образование двуокиси азота NO_2 за счет доокисления NO требует значительного времени и происходит при низких температурах на открытом воздухе.

В воде NO практически не растворяется. Очистка продуктов сгорания от NO и других окислов азота технически сложна и в большинстве случаев экономически нерентабельна. Вследствие этого, усилия направлены в основном на снижение образования окислов азота в топках котлов.

5.4 Расчет выбросов в атмосферу окислов серы

Количество окислов серы, поступающих в атмосферу с дымовыми газами, в пересчете на SO₂ за любой промежуток времени (т/год, кг/ч, кг/с и т.д.) вычисляется по формуле:

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot S^P \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2}), \quad (18)$$

где S^P - содержание серы в топливе на рабочую массу, %;

η'_{SO_2} - доля окислов серы, связываемые летучей золой в газоходах котлов, зависит от зольности топлива и содержание окиси кальция в летучей золе;

η''_{SO_2} - доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц, для сухих золоуловителей (электрофильтры, батарейные циклоны, тканевые фильтры) принимается равной нулю.

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot 0,248 \cdot 0,80 \cdot (1 - 0,1) \cdot (1 - 0,015) = 0,0035 \text{ кг/с.}$$

5.5 Расчет дымовой трубы

В Центральной котельной города Тынды продукты сгорания топлива удаляются в атмосферу через стальную дымовую трубу, высота которой составляет 20 метров.

В настоящее время минимально допустимая высота дымовой трубы, при которой обеспечивается значение максимальной приземной концентрации вредного вещества, равное предельно допустимой концентрации (ПДК), для нескольких труб одинаковой высоты при наличии фоновой загрязненности S_f от других источников, рассчитывается по формуле:

$$H = \sqrt{\frac{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta \cdot (M_{SO_2} + 5,88 \cdot M_{NO_2})}{ПДК_{SO_2}}} \sqrt[3]{\frac{N}{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (19)$$

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы для неблагоприятных метеорологических условий, определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе, $C^{2/3} \cdot \text{мг} \cdot \text{К}^{1/3} / \text{г}$;

F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

M_{SO_2} , M_{NO_2} - массовый выброс серного ангидрида и двуокиси азота, выбрасываемых в атмосферу в единицу времени, г/с;

m и n - безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода дымовых газов из устья дымовой трубы;

η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа, местности; в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta=1,0$;

N - число одинаковых дымовых труб;

V_1 - объем дымовых газов, приходящийся на дымовые трубы, $\text{м}^3 / \text{с}$;

$\Delta T = T_r - T_b = 74,9 \text{ К}$ - разность температур выбрасываемых дымовых газов $T_r = (423 - 50) \text{ К}$ и окружающего атмосферного воздуха $T_b = 298,1 \text{ К}$;

$ПДК_{SO_2}$ - предельно допустимая концентрация вещества, лимитирующего чистоту воздушного бассейна, $\text{мг}/\text{м}^3$. $ПДК_{SO_2} = 0,5 \text{ мг}/\text{м}^3$.

При определении значения ΔT следует принимать температуру окружающего атмосферного воздуха T_b равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года по СНиП 2.01.01-82, а температуру выбрасываемых в атмосферу дымовых газов T_r – в устье дымовой трубы.

Безразмерные коэффициенты m и n определяются в зависимости от параметров f и U_m :

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (20)$$

$$U_M = 0.65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} \quad (21)$$

где w_0 – средняя скорость дымовых газов в устье дымовой трубы, м/с;

D – диаметр устья дымовой трубы, м.

Коэффициент m определяется в зависимости от f по формуле:

$$m = \frac{1}{0.67 + 0.1 \cdot \sqrt{f} + 0.34 \sqrt[3]{f}}, \quad (22)$$

$$m = \frac{1}{0.67 + 0.1 \cdot \sqrt{1,376} + 0.34 \sqrt[3]{1,376}} = 0,935$$

Коэффициент n определяется в зависимости от U_M . $n = 1$ при $U_M \geq 2$.

$$H = \sqrt{\frac{250 \cdot 1 \cdot 0,935 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (3,5 + 5,88 \cdot 0,03789)}{0,5}} \sqrt[3]{\frac{1}{18,448 \cdot 74,9}} = 19,37$$

Принимаем высоту трубы $H=20$ м.

Таким образом, существующая высота трубы соответствует стандартам.

5.6 Чрезвычайные ситуации

Чрезвычайные ситуации представляют собой обстановку на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, экономике, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Источник чрезвычайных ситуаций является опасное природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных, растений, а

так же применение средств поражений, в результате чего произошла или может произойти ЧС.

Наиболее часто возникают чрезвычайные ситуации в котельной – это пожар, так как технологический процесс связан со сжиганием топлива, то возможный источник пожара в котельной – аварийные режимы работы электрического оборудования: короткие замыкания, перегрузки аппаратов, искры и электродуги

Действующим нормативным документом является: согласно ГОСТ 12.1.004. 91 "ССБТ. Пожарная безопасность.Проектируемая котельная по пожарной безопасности относится к категории " Г ", по огнестойкости строительных конструкций степень огнестойкости здания котельной II, класса В – 1А.

Категория "Г" означает негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, горючие вещества и жидкости, которые сжигаются в качестве топлива. Класс В – 1 А – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров легко воспламеняющихся жидкостей с воздухом не образуется, а образование таких смесей возможно только в результате аварий и неисправностей.

Источниками пожара могут быть неисправности электрооборудования, осветительных приборов; выход из строя приборов автоматики. При нарушении целостности газопроводов уходящих газов, или при разрушении обшивки и обмуровки котла, уходящие газы, имеющие высокую температуру, могут послужить причиной пожара

Для предупреждения образования взрывоопасных газозвушных смесей большое значение имеет контроль воздушной среды производственного помещения. Наиболее прогрессивен контроль воздушной среды производственных помещений автоматическими сигнализаторами до взрывных концентраций. При включении предупредительной сигнализации и аварийной

вентиляции предусматривается автоматическое или ручное отключение всего или части технологического оборудования.

Пожарный инвентарь котельной, первичные средства пожаротушения и щиты для их хранения должны находиться на видных местах и должны быть окрашены масляной краской в красный цвет. На пожарных щитах указывается номер телефона для вызова пожарной охраны. На случай возникновения пожара всегда должна быть в полной готовности огнетушители, ящики с песком, лопата, ведро.

В состав инвентаря входят:

- пенные химические огнетушители;
- порошковые огнетушители;
- гидранты;
- ящики с песком;
- лопаты;
- ведра.

Весь инвентарь расположен в доступном месте на входе в котельную.

Для быстрого вызова пожарной службы в котельной установленные извещатели и телефон.

Котельная оснащена пожарной сигнализацией, которая обнаруживает начальную стадию пожара, передает извещение о месте и времени его возникновения и, при необходимости включает автоматические водяные системы пожаротушения.

В качестве водоисточника на территории электрокотельной проложен водопровод с гидрантом для возможности подключения пожарных машин.

Место установки гидранта обозначается соответствующим знаком, на котором указано место установки и расстояние до пожарного гидранта.

Помещение котельной выполнено железобитонным стеновым блоком, покрытие пола котельной – бетонное. Котельная имеет непосредственные выходы наружу. В зданиях предусматриваются эвакуационные выходы, что соответствует требованиям СНиП 2.01.02-85 и ППБ 139 - 87. На путях

эвакуации установлены указатели для выхода персонала, также имеется рабочее и аварийное освещение. Двери на путях эвакуации открываются по направлению выхода из здания. Эвакуация людей предусматривается через обособленные выходы из каждой части здания.

6.1 Организационно-экономическая часть.

В условиях рыночной экономики решающее условие финансовой устойчивости предприятия – это эффективность вложения капитала в тот или иной инвестиционный проект. Поскольку капитальные вложения всегда ограничены финансовыми возможностями предприятия, а достижение результата отдалено во времени, возникает необходимость планирования инвестиционных решений и оценки экономической эффективности в результате разработки инвестиционного проекта. Инвестиционный проект комплексный план создания производства с целью получения экономической выгоды.

В данной бакалаврской работе осуществляется модернизация системы теплоснабжения города Тынды Амурской области.

Модернизация - представляет собой комплекс мероприятий по замене устаревшего или износившегося оборудования систем автономного и централизованного теплоснабжения.

Для достижения поставленной цели будут решены следующие задачи:

- 1) расчет капиталовложений;
- 2) расчет затрат на эксплуатацию объекта;
- 3) расчет окупаемости проекта;

Таблицы 18 - Сметная стоимость

Элемент сети	Кол-во, шт	Стоимость, руб.	Кт, руб.
1	2	3	4
Котел КЕ 25-14	2	1352214	2704428
Вентилятор ВДН-12,5	1	167000	167000
Механическая форсунка МФ-0,75	2	3000	6000
Экономайзер чугунный ЭБ 1-646	1	2270000	2270000
Итого			5147000

Капитальные вложения в теплотехническое оборудование определяется суммированием сметной стоимости оборудования, строительных и монтажных работ:

$$K_{\Sigma \text{ кот}} = K_{\text{обор.к}} + K_{\text{ср.к}} + K_{\text{мр.к}}, \quad (23)$$

где $K_{\text{обор.к}}$ - сметная стоимость оборудования без учета строительного-монтажных работ, тыс. руб;

$K_{\text{ср.к}}$ - строительные работы, тыс. руб;

$K_{\text{мр.к}}$ - монтажные работы, тыс. руб.

По определенной ранее общей стоимости оборудования можно определить неизвестные слагаемые формулы и определить общую величину капитальных вложений теплотехническое оборудование:

$$K_{\Sigma \text{ кот}} = 5147000 + \frac{5147000 \cdot 35.5}{33} + \frac{51470000 \cdot 31.5}{33} = 10860000 \text{ руб.}$$

Капитальных вложений в тепловые сети определяется суммированием сметной стоимости оборудования, строительных и монтажных работ:

$$K_{\Sigma \text{ тс}} = \Sigma K_{\text{тс}}, \quad (24)$$

где $\Sigma K_{\text{тс}}$ - сметная стоимость тепловых сетей

$$K_{\Sigma \text{ тс}} = 5147000 \text{ руб.}$$

Суммарные капитальные вложения в данный проект составят:

$$K_{\Sigma} = (K_{\Sigma_{\text{кот}}} + K_{\Sigma_{\text{тс}}}) \cdot k_{\text{тр}}, \quad (25)$$

где $k_{\text{тр}}$ - коэффициент учитывающий транспортировку и доставку оборудования (принимается $k_{\text{тр}} = 1.2$).

$$K_{\Sigma} = (10860000 + 5147000) \cdot 1.2 = 19210000 \text{ руб.}$$

6.2 Расчет амортизационных отчислений

Амортизационные отчисления – денежное выражение стоимости основных фондов в себестоимости продукции.

Цель амортизации – является накопление финансовых средств для возмещения изношенных основных фондов.

Амортизационные отчисления определяются по формуле:

$$I_{\text{ам}} = \sum K_i \cdot \alpha_{\text{ам},i}, \quad (26)$$

где $\alpha_{\text{ам},i}$ - ежегодные нормы отчислений на амортизацию для i -го вида основных средств, о.е.

Ежегодные нормы отчислений на амортизацию определяются по формуле:

$$\alpha_i = \frac{1}{T_{\text{сл}}}, \quad (27)$$

где $T_{\text{сл}}$ - срок службы соответствующего оборудования, или амортизационный период.

Амортизационный период – срок полного погашения стоимости средств производства за счет амортизационных отчислений.

Далее приведем таблицу 18, в которой сведены амортизационные отчисления оборудования котельной.

Таблица 19 – Амортизационные отчисления оборудования котельной

Наименования оборудования	Срок службы $T_{сл.}$	Ежегодные нормы отчисления на амортизацию $\alpha_{ам}$	Капитальные вложения оборудования K_i , руб.	Амортизационные отчисления I_i , руб.
Котел	30	0.033	5147000	164704

Определим суммарные амортизационные отчисления котельной:

$$I_{\Sigma ам} = 164704 \text{ руб.}$$

6.3 Расчет издержек на топливо

Затраты на топливо с учетом потерь при транспортировке определяются последующему выражению:

$$I_m = B_{усл} \cdot (1 + \alpha_n) \cdot T_m, \quad (28)$$

где $B_{усл}$ – годовой расход условного топлива, т у.т. [31];

α_n – коэффициент учитывающий потери топлива при транспортировке в пределах норм естественной убыли (для котельных $\alpha_n = 2\%$);

T_m – цена топлива с учетом транспортных расходов ($T_m = 1500$ руб. за т.)

\ Расход условного топлива на регулируемый период определяется исходя из удельной нормы расхода условного топлива на выработку 1 Гкал и выработки тепловой энергии:

$$B_{усл} = Q_{выр} \cdot v \cdot 10^{-3}, \quad (29)$$

где $Q_{выр}$ – годовая выработка тепловой энергии, Гкал;

v – удельная норма расхода условного топлива на выработку тепловой

энергии, кг у.т./Гкал.

Удельную норму расхода условного топлива вычисляют по формуле:

$$e = \frac{142,86 \cdot 100 \%}{\eta_{ка}^{бр}}, \quad (30)$$

где $\eta_{ка}^{бр}$ – КПД брутто котлоагрегата (82 %).

Общий КПД котлоагрегата с учетом КПД экономайзера находится по формуле:

$$\eta_{ка}^{бр} = \eta_{к}^{бр} + \eta_{эк}^{бр}; \quad (31)$$

где $\eta_{эк}^{бр}$ – КПД брутто экономайзера (5 %).

$$\eta_{ка}^{бр} = 82 + 5 = 87\%;$$

$$e = \frac{142,86 \cdot 100 \%}{87} = 164,2 \text{ кг у.т./Гкал};$$

$$B_{усл} = 358036 \cdot 164,21 \cdot 10^{-3} = 58793,09 \text{ т у.т.}$$

$$I_m = 58793,09 \cdot (1 + 0,02) \cdot 1500 = 44050000 \text{ руб.}$$

6.4 Расчет затрат на воду

Расчет затрат на воду производится исходя из общего количества потребляемой воды на выработку тепловой энергии и цены 1 м³ воды.

Общее количество воды на регулируемый период складывается из следующих расходов:

$$V = V_{сет} + V_{подп} + V_{хоз.быт}, \quad (32)$$

где V – годовой расход воды, всего, м³;

$V_{сет}$ – расход воды на наполнение трубопроводов тепловых сетей, м³;

$V_{подп}$ – расход воды на подпитку системы теплоснабжения, м³;

$V_{хоз.быт}$ – расход воды на хозяйственно-бытовые нужды котельной, м³.

Количество подпиточной воды для восполнения потерь в системах и трубопроводах должно соответствовать величинам утечек. Норма утечки воды для закрытой системы теплоснабжения принимается равной 0,25 % в час от объема воды в трубопроводах тепловых сетей.

Годовой расход воды на подпитку составит:

$$V_{подп} = n_{ут} \cdot V_{сет} \cdot Z_{подп}, \quad (33)$$

где $n_{ут}$ – норма утечки в один час;

$Z_{подп}$ – продолжительность периода подпитки, ч;

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды котельной определяют по формуле:

$$V_{хоз.быт} = (a_{\delta} \cdot N_{\delta} \cdot K_{\delta} \cdot a \cdot M) \cdot Z, \quad (34)$$

где a_{δ} – норма расхода воды на одну душевую сетку, м³/сут;

N_{δ} – количество душевых сеток;

K_{δ} – коэффициент использования душевых;

a – бытовые нужды котельной, м³/чел.сут;

M – численность работающих в сутки, чел.;

Z – продолжительность работы котельной в регулируемом периоде, сут.

$$V_{\text{хоз.быт}} = (0,5 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 0,2 \cdot 4) \cdot 219 = 35 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{подп}} = 0,0025 \cdot 128,3 \cdot 5256 = 1686 \text{ м}^3;$$

$$V = 128 + 1686 + 35 = 1849 \text{ м}^3.$$

Затраты на воду определяются:

$$И_{\text{в}} = V \cdot T_{\text{в}}, \quad (35)$$

где $T_{\text{в}}$ – тариф на воду по данным ООО «Энергетик» (принимается равным $T_{\text{в}} = 48.30$ руб/м³).

$$И_{\text{в}} = 1849 \cdot 48.30 = 89307 \text{ руб.}$$

6.5 Расчет численности рабочих

Важнейшей задачей планирования численности работников является определение обоснованной потребности в кадрах для обеспечения ритмичного производственного процесса и выполнения производственных заданий.

При планировании численности работников на предприятии руководствуются следующими принципами:

- 1) соответствие численности и квалификации работников объему запланированных работ и их сложности;
- 2) обусловленность структуры персонала предприятия объективными факторами производства;
- 3) максимальная эффективность использования рабочего времени;
- 4) создание условий для повышения квалификации и расширения производственного профиля работников.

Штатная численность персонала на котельной складывается из численности следующих работников: рабочие, инженерно-технические работники (ИТР).

К числу рабочих относят персонал занятый непосредственно ремонтом, эксплуатацией и обслуживанием теплотехнического и электротехнического оборудования.

Инженерно-технические работники работники, занимающиеся организацией проведения ремонтно-эксплуатационных работ, а также информационно-техническим обслуживанием предприятия.

Численность персонала котельной определяется по нормативам численности промышленно-производственного персонала котельных.

Произведем расчет численности персонала котельной, опираясь на нормативные значения численности рабочих, взятых со справочников, и отобразим все данные в таблице 26.

Таблица 20 – Штатная численность рабочих на предприятии

Персонал	Численность персонала
1	2
Начальник	1
Мастер по эксплуатации и ремонту оборудования котельной и тепловых сетей	1
Бригадир	1
Слесарь по ремонту оборудования	4
Электрик	2
Электросварщик	3
Машинист котлоагрегата	20
Итого	32 человек

6.6 Расчет затрат на оплату труда персонала котельной

Поскольку реальные данные о заработной плате по предприятию отсутствуют, воспользуемся статистической отчетностью федеральных организаций статистики. В этом случае в целом по предприятию годовой фонд заработной платы может быть определен по формуле ниже:

$$\Phi ЗП_{год} = N_{см} \cdot 12 \cdot ЗП_{ср.зн} , \quad (35)$$

где $ЗП_{ср.зн}$ - среднемесячная заработная плата, руб.;

$N_{раб}$ – численность работников предприятия, чел;

Среднемесячная номинально начисленная заработная плата работников организаций по видам экономической деятельности Российской Федерации за 2014-2015 гг., принимаем $ЗП_{ср} = 20313,4$ руб.

$$\Phi ЗП_{год} = 32 \cdot 12 \cdot 20313,4 = 7800345,6 \text{ руб.}$$

6.7 Оценка экономической эффективности проекта

Оценка экономической эффективности проекта предназначена для того, чтобы сделать вывод о целесообразности внедрения предложенного варианта или спроектированного объекта, т.е. дать экономическое обоснование выбранного варианта. Для этого проводят экономическую оценку по следующим методам:

Простая норма прибыли (ПНП) или простая норма рентабельности определяется по характерному году расчетного периода, когда достигнут проектный уровень производства, но еще продолжается возврат инвестиционного капитала.

Расчетный период это где инвестор планирует отдачу от первоначального вложенного капитала, и обычно принимается равным сроку службы наиболее важной части основного капитала.

Простой срок окупаемости представляет собой период, в течение которого сумма чистых доходов покрывает инвестиции.

Определение срока окупаемости капитальных вложений производится последовательным суммированием величины чистого дохода в стабильных ценах (без учета инфляции) по годам расчетного периода до того момента, пока полученная сумма не сравняется с величиной суммарных капитальных вложений.

Чистый дисконтированный доход относится к интегральным критериям оценки экономической эффективности инвестиций и оперирует с показателями работы проектируемых объектов по годам расчетного периода с учетом фактора времени.

Чистый дисконтированный доход рассчитывается дисконтированием чистого потока платежей, который определяется как разность между притоками и оттоками денежных средств (без учета источников финансирования)[1].

Выручка с продажи тепловой энергии за год равна:

$$O_{pt} = Q_{\text{пол.отп}} \cdot T_{\kappa}^m, \quad (37)$$

где T_{κ}^m – тариф на тепловую энергию, руб/Гкал [20];

$Q_{\text{пол.отп}}$ - полезный отпуск в сеть, Гкал.

$$O_{pt} = 18300 \cdot 1756.6 = 32\,145\,780 \text{ руб.}$$

Прибыль от реализации тепловой энергии:

$$П = O_{pt} - I_{\Sigma}, \quad (38)$$

$$П = 32145780 - 23875981,9 = 8\,269\,798,1 \text{ руб.}$$

Ставка налога на прибыль на 2017 год равен 20 % [20].

Налог на прибыль равен:

$$H_{\Pi} = \Pi \cdot 0.2,$$

(39)

$$H_{\Pi} = 8269798,1 \cdot 0.2 = 1\,653\,959,6 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль от реализации тепловой энергии равна:

$$\Pi_{\text{чист}} = \Pi - H_{\Pi}, \quad (40)$$

$$\Pi_{\text{чист}} = 8269798,1 - 1\,653\,959,6 = 6\,615\,838,5 \text{ руб.}$$

6.8 Расчет чистого дисконтированного дохода

Чистый дисконтированный доход рассчитывается дисконтированием чистого потока платежей \mathcal{E}_t , который определяется как разность между притоками и оттоками денежных средств (без учета источников финансирования):

$$\mathcal{E}_t = O_p - I_{\Sigma} - H_{\Pi} - K_{\Sigma}; \quad (41)$$

Чистый дисконтированный доход определяется:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^{T_p} \frac{\mathcal{E}_t}{(1+E)^t} = \sum_{t=0}^{T_p} \frac{O_p - I_{\Sigma} - H_{\Pi} - K_{\Sigma}}{(1+E)^t}, \quad (42)$$

где O_p – выручка от реализации проекта;

K_{Σ} – суммарные капиталовложения в проект;

I_{Σ} – полные эксплуатационные расходы;

H_{Π} – отчисления налога на прибыль;

E – норма дисконтирования (обычно принимают ставку рефинансирования ЦБ, однако для энергетических ИП рекомендуется принимать в размере ставки рефинансирования ЦБ, т.е. $E = 12,5 \%$), о.е. [31];

T_p – расчетный период (для проектов в области теплоэнергетики составляет 30 лет).

Принимаем допущения:

1) строительство проекта осуществляется в течении двух лет, в неотапительный период;

2) получение прибыли осуществляется постепенно, равными долями и возможно с первого года.

Рассмотрим на примере первого года, остальные результаты расчета приведены в приложении Г:

$$ЧДД = \frac{\frac{1}{2} \cdot (-28\,701\,506,76) + (32\,145\,780 - 23\,875\,981,9 - 1\,653\,959,6)}{(1 + 0,125)^t} = 7\,735\,000 \text{ руб.}$$

По полученным значениям ЧДД строится жизненный цикл проекта. По расчетом видно что проект окупается в течение 9 лет. Срок окупаемости – это есть тот момент времени, когда ЧДД переходит от отрицательных значений к положительным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проделанной Бакалаврской Работе по модернизации систем теплоснабжения города Тынды были решены следующие задачи:

1 Расчёты по определению тепловых нагрузок квартала, которые включали в себя расчёт нагрузок на отопление и горячее водоснабжение.

2 гидравлический расчёт заключался в проведении предварительного и уточнённого гидравлических расчётов.

3 Так же были осуществлены расчёт тепловых потерь.

4 Выбор оборудования котельной.

Был произведен анализ тепловых потерь на тепловых сетях, были разработаны мероприятия по устранению тепловых потерь.

Так же в нашей работе были затронуты две главы связанные с Безопасностью и экологичностью проектируемого объекта. Рассмотрели безопасность на котельной что и как должно быть, и экологичность, а точнее расчеты выбросов, которые ежедневно выбрасывает труба на котельной.

И суть нашей работы заключалась в модернизации системы теплоснабжения города Тынды Амурской области. Для чего мы это делаем, потому что износ сетей большой и то что образуется на трубах те же самые дыры возьмем в пример мы их просто чем, то латаем а не заменяем. И все-таки, с какой целью мы выполняем это чтобы потребители получали тепло горячую воду без всяких задержек. Чтобы были новые трубы не прорывали так же делаем надежную систему, чтобы вода по этим трубам хорошо циркулировала, на трубах все равно же остаются осадки, если труба проложена над землей, то происходит коррозия и чтобы элементарно соблюдались нормы.

Какие мероприятия по модернизации системы теплоснабжения должны быть внедрены чтобы все-таки это все осуществить:

Наладка тепловых сетей это экономия тепловой энергии ,и улучшение качества надежности теплоснабжения.

Нанесение антикоррозионных покрытий в конструкции теплопроводов с ППУ-изоляцией.

Организация своевременного ремонта коммутаций систем теплоснабжения это снижение потерь тепловой энергии и теплоносителя, снижение объемов подпиточной воды, повышении надежности и долговечности тепловых сетей

Своевременное устранение повреждений изоляций паропроводов и конденсатопроводов с помощью современных технологий и материалов-сокращение потерь тепловой энергии

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Щеголев М.М., Гусев Ю.Л., Иванова М.С. Котельные установки. – М.: Стойиздат, 1972г. – 384с.
- 2 Гусев Ю.Л. Основы проектирования котельных установок. – М.: Стройиздат, 1973г.-248с
- 3 Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов.-7-е изд., стереот.- М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.
- 4 Михайлов В.В. и др. Рациональное использование топлива и энергии в промышленности/Михайлов В.В., Гудков Л.В., Терещенко А.В. – М.: Энергия, 1978. – 224 с., ил.
- 5 Справочник проектировщика. Отопление и вентиляция. – М.: Энергоатомиздат, 1979. – 159 с.
- 6 СНиП 23-01-99 Строительная климатология.
7. СНиП II-3-79*. Строительная теплотехника.
- 8 СНиП 2.04-05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования. – М.: ЦНТИ, 1992.
- 9 СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети. – М.: Стройиздат, 1987.
- 10 СНиП 2.04.14-88. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов
- 11 СНиП II-35-76. Котельные установки. – М.: Стройиздат, 1978.
- 12 СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение
- 13 СанНиП 2.2.4.548 – 96 " Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений "
- 14 ГОСТ 12.1012 – 96 "Вибрационная безопасность
- 15 СНиП 32-23 – 85 "Санитарные нормы уровней шума на рабочих местах"
- 17 ГОСТ 12.0.002 – 80. " ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы "

18 ГОСТ 12.0.002 – 80. " ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы ".